



Ricerca di Sistema elettrico

# Caratterizzazione e validazione della funzionalità della scheda informativa di rilevazione per gli edifici scolastici

Stefano Elia, Ezio Santini

SAPIENZA - Università di Roma  
Dipartimento DIAEE  
Sezione Elettrotecnica



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

## CARATTERIZZAZIONE E VALIDAZIONE DELLA FUNZIONALITA' DELLA SCHEDA INFORMATIVA DI RILEVAZIONE PER GLI EDIFICI SCOLASTICI

Stefano Elia, Ezio Santini (Università Sapienza, Dipartimento DIAEE, Sezione Elettrotecnica)

Settembre 2017

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto D7 "Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano"

Obiettivo: c. Controllo e valutazione delle infrastrutture pubbliche energivore

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile scientifico ENEA: Gaetano Fasano, ENEA

Responsabile scientifico DIAEE Sapienza: Ing. Stefano ELIA, Sapienza

Si ringraziano:

- Riccardo Mazzoli (Sapienza) per la collaborazione tecnica operativa fornita al presente lavoro tanto in fase progettuale quanto in fase di sopralluogo.
- Gaetano Fasano (ENEA) per l'organizzazione del lavoro, per la fattiva collaborazione e la disponibilità a discutere e migliorare qualsiasi problema tecnico.
- La Città Metropolitana Di Roma Capitale, Dipartimento VIII, ufficio Edilizia Scolastica, per la disponibilità posta nella ricerca e fornitura dei dati tecnici e di consumo degli edifici.

## INDICE

SOMMARIO.....	6
1 INTRODUZIONE.....	7
2 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	9
2.1 SCHEDA TIPO INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI.....	9
2.2 CRITICITÀ RISCONTRATE IN FASE DI COMPILAZIONE DELLA SCHEDA E MIGLIORIE APPORTATE .....	18
2.3 VERSIONE FINALE DELLA SCHEDA DI INDAGINE .....	18
3 LICEO CAVOUR .....	32
3.1 DESCRIZIONE.....	32
3.2 EDIFICIO .....	32
3.3 IMPIANTI .....	38
3.4 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	46
3.5 INDICATORI ENERGETICI .....	59
3.6 POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	59
3.7 CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	59
3.8 CRITICITÀ DI INDAGINE .....	60
3.9 INTERVENTI CONSIGLIATI.....	60
3.10 CONCLUSIONI .....	60
4 LICEO BLAISE PASCAL .....	61
4.1 DESCRIZIONE .....	61
4.2 EDIFICIO .....	63
4.3 IMPIANTI .....	67
4.4 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	72
4.5 INDICATORI ENERGETICI .....	85
4.6 POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	85
4.7 CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	85
4.8 CRITICITÀ DI INDAGINE .....	86
<b>4.9 INTERVENTI CONSIGLIATI .....</b>	<b>86</b>
4.10 CONCLUSIONI .....	86
5 IIS ENZO FERRARI (VIA GROTTAFERRATA) .....	87
5.1 DESCRIZIONE.....	87
<b>5.2 IMPIANTI .....</b>	<b>95</b>
5.3 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	104
5.4 INDICATORI ENERGETICI .....	117
5.5 POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	117
5.6 CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	117
5.7 CRITICITÀ DI INDAGINE .....	118
5.8 INTERVENTI CONSIGLIATI.....	118
5.9 CONCLUSIONI .....	118
6 IIS ENZO FERRARI (VIA CORRADO FERRINI).....	119
6.1 DESCRIZIONE.....	119
6.2 EDIFICIO .....	120
6.3 IMPIANTI .....	124
6.4 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	127
6.5 INDICATORI ENERGETICI .....	140
6.6 POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	140

6.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	141
6.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	141
6.9	INTERVENTI CONSIGLIATI.....	141
6.10	CONCLUSIONI .....	141
7	LICEO ARISTOFANE (SEDE M. RESECONE E M. MASSICO).....	142
7.1	DESCRIZIONE .....	142
7.2	EDIFICIO .....	143
7.3	IMPIANTI .....	148
7.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	153
7.5	INDICATORI ENERGETICI .....	177
7.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO .....	177
7.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	177
7.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	178
7.9	INTERVENTI CONSIGLIATI.....	178
7.10	CONCLUSIONI .....	179
8	LICEO ARISTOFANE (SEDE ISOLE CURZOLANE).....	180
8.1	DESCRIZIONE .....	180
8.2	EDIFICIO .....	180
8.3	IMPIANTI .....	185
8.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	187
8.5	INDICATORI ENERGETICI .....	200
8.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	200
8.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	200
8.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	201
8.9	INTERVENTI CONSIGLIATI.....	201
8.10	CONCLUSIONI .....	201
9	LICEO KEPLERO (VIA DEI GHERARDI).....	202
9.1	DESCRIZIONE .....	202
9.2	EDIFICIO .....	203
9.3	IMPIANTI .....	211
9.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	215
9.5	INDICATORI ENERGETICI .....	228
9.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	229
9.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	229
9.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	230
9.9	INTERVENTI CONSIGLIATI.....	230
9.10	CONCLUSIONI .....	230
10	LICEO KEPLERO (VIA DELLE VIGNE) .....	231
10.1	DESCRIZIONE .....	231
10.2	EDIFICIO .....	233
10.3	IMPIANTI .....	238
10.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	241
10.5	INDICATORI ENERGETICI .....	254
10.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	254
10.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	254
10.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	255
10.9	INTERVENTI CONSIGLIATI.....	255
10.10	CONCLUSIONI.....	255
11	LICEO ORAZIO (VIA ALBERTO SAVINIO).....	256
11.1	DESCRIZIONE .....	256
11.2	EDIFICIO .....	257

11.3	IMPIANTI .....	263
11.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	267
11.5	INDICATORI ENERGETICI .....	280
11.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO .....	280
11.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	280
11.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	281
11.9	INTERVENTI CONSIGLIATI .....	281
11.10	CONCLUSIONI.....	281
12	LICEO ORAZIO (VIA SPEGAZZINI) .....	282
12.1	DESCRIZIONE .....	282
12.2	EDIFICIO .....	282
12.3	IMPIANTI .....	283
12.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	284
12.5	INDICATORI ENERGETICI .....	297
12.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO .....	297
12.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	297
12.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	297
12.9	INTERVENTI CONSIGLIATI .....	298
12.10	CONCLUSIONI.....	298
13	LICEO ORAZIO (VIA ISOLA BELLA).....	299
13.1	DESCRIZIONE .....	299
13.2	EDIFICIO .....	299
13.3	IMPIANTI .....	302
13.4	SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI .....	304
13.5	INDICATORI ENERGETICI .....	317
13.6	POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELL'EDIFICIO .....	317
13.7	CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE .....	317
13.8	CRITICITÀ DI INDAGINE .....	317
13.9	INTERVENTI CONSIGLIATI .....	317
13.10	CONCLUSIONI.....	317
14	INDICATORI DI CONSUMO .....	318
14.1	INTRODUZIONE .....	318
14.2	INDICATORI DI CONSUMO ENERGETICO.....	318
14.3	CONCLUSIONI .....	323
15	CONCLUSIONI.....	324
15.1	RISULTATI DELLA RICERCA.....	324
15.2	CRITICITÀ.....	324
15.3	PROPOSTE E MIGLIORIE.....	325
15.4	POSSIBILI SVILUPPI.....	326

## SOMMARIO

Il presente lavoro di ricerca approfondisce la valutazione dei consumi energetici e la verifica dello stato del sistema edificio-impianto per i fabbricati ad uso scolastico.

Al fine di effettuare dei sopralluoghi ben organizzati, senza trascurare alcun dato essenziale, il Dipartimento DTE-SEN dell'ENEA elabora appositamente le Schede Tipo di Indagine Edifici Scolastici qui impiegate.

Il presente lavoro ha appunto il compito principale di verificare la funzionalità delle suddette schede e, ove necessario e possibile, di migliorarle in base alle prove fatte realmente sul campo.

Viene preso in analisi un congruo campione di edifici scolastici nella Provincia di Roma. A causa della scarsa disponibilità degli istituti e della mancanza di dati, nonché di informazioni generali, solamente 12 edifici vengono ritenuti analizzabili e pertanto integrati nella presente ricerca. Il campione risulta comunque stabile ed adatto a rappresentare con buona approssimazione il sistema preso in analisi.

Le schede vengono presentate nella loro versione originale ed in quella finale migliorata. Vengono ovviamente indicate tutte le criticità rilevate nell'utilizzo della scheda e quelle che hanno portato alle modifiche della stessa.

In questo lavoro vengono inoltre inserite le relazioni tecniche di ognuno degli edifici oggetto di sopralluogo. Sono presentate e commentate tutte le criticità riscontrate nel corso dell'azione di indagine.

Nelle conclusioni, proprio grazie alla fase di collaudo effettuata in questa ricerca, si propongono brevemente le possibili soluzioni per migliorare la fase di indagine energetica.

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'accordo di programma, per l'anno 2016/2017, stipulato tra il Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA si descrive la ricerca in oggetto. Questa risulta di essenziale interesse per il Sistema Elettrico Nazionale in quanto dedicata alla riduzione dei consumi di energia di tutti gli edifici pubblici adibiti ad uso scolastico.

La ricerca è stata sviluppata, su incarico dell'ENEA, dalla Sezione Elettrotecnica del Dipartimento DIAEE dell'Università Sapienza di Roma.

Lo scopo della ricerca consiste nel testare e, se possibile o necessario, migliorare le Schede Tipo di Indagine Energetica per Edifici Scolastici fornite da ENEA.

Al fine di portare a compimento la presente ricerca si procede ad analizzare un congruo campione di edifici adibiti ad uso scolastico, tutti siti nella Provincia di Roma.

Inoltre, una volta completata l'indagine energetica su un campione di edifici sufficientemente rappresentativo, risulta opportuno fornire una rappresentazione statistica dello stato di ottimizzazione energetica generale dei sistemi appena valutati. Si aggiunge un capitolo contenente tutti gli indicatori di consumo rilevati nel corso del lavoro.

Fatto tesoro delle strategie proposte da ENEA, seguendo le relative schede di indagine e le procedure consigliate, si procede alla ricerca di istituti intenzionati a partecipare alla ricerca.

Data l'esperienza degli anni passati, di tutte le scuole presenti sul territorio viene ritenuta adeguata a partecipare alla ricerca solo una piccola percentuale. Questo perché la maggior parte degli istituti non acquisiscono, gestiscono ed archiviano i dati energetici in maniera corretta. Pertanto si ritiene possibile applicare tale ricerca ad un campione che supererà di poco le dieci unità. Tale dato, derivante dall'esperienza, si conferma effettivamente reale durante la fase di indagine.

L'indagine energetica viene effettuata, contemporaneamente, per la parte elettrica e per la parte termica non potendo scindere nei gli impianti per tipologia né le diverse forme di energia. Sono oggi numerosissimi gli impianti che prevedono, ad esempio, la generazione di caldo o di freddo tanto da fonte GAS quanto da fonte elettrica. In ogni caso, l'impiego dell'energia elettrica è necessario anche negli impianti termici tradizionali a GAS per pompe, valvole, bruciatori, centraline di controllo, e molti altri componenti.

Il lavoro si suddivide nelle seguenti essenziali parti:

- Individuazione degli edifici scolastici con sufficiente disponibilità di dati nonché di addetti alla manutenzione ed alla gestione situati nel territorio di Roma. Tutti comunque compresi nella zona climatica D a parità di condizioni ambientali.
- Verifica della disponibilità dei Dirigenti Scolastici a partecipare alla ricerca e gestione delle relazioni organizzative al fine dell'ottenimento della documentazione tecnica e dei dati economici ed energetici in loro possesso. Gestione di tutta la documentazione legale autorizzativa per accedere agli edifici ed ai dati. Verifica di eventuali interessanti interventi di risparmio o di produzione da rinnovabili già presenti.
- Contatto con Città Metropolitana di Roma Capitale, in quanto addetta alla gestione globale degli edifici, per l'autorizzazione a trattare i dati e l'ottenimento dei valori di interesse.
- Valutazione dei dati in possesso, scelta delle scuole con i dati di base disponibili e relativa organizzazione dei sopralluoghi.
- Effettuazione di sopralluoghi tecnici presso le scuole campione scelte con analisi dello stato generale dell'involucro edile e degli impianti, verifica generale dei dati di consumo e compilazione contemporanea delle schede di indagine fornite da ENEA.

- Analisi della funzionalità delle schede informative e di rilevazione dati fornite da ENEA.
- Valutazione delle necessarie modifiche da effettuare alle schede di indagine.
- Ulteriore compilazione delle schede di indagine migliorate ed archiviazione dei dati ottenuti.
- Definizione e presentazione degli indicatori di consumo generali e particolari rilevati durante i sopralluoghi.
- Risulta inoltre corretto lasciare ai dirigenti scolastici ed a Città Metropolitana, data la loro gratuita disponibilità, una valutazione energetica generale degli stabili indagati, con l'aggiunta di possibili interventi di risparmio applicabili e dei conseguenti benefici ottenibili. Per tale motivo la presente relazione si compone di una ampia parte descrittiva per ogni edificio visitato. Ad ogni edificio viene appunto dedicato un capitolo contenente tutte le criticità tecniche ed energetiche riscontrate; ove possibile viene anche indicata almeno una soluzione immediata al problema.
- Raccolta e presentazione di tutte le criticità riscontrate in fase di acquisizione dati e di utilizzo della scheda.
- Stesura della presente relazione finale focalizzata principalmente sul rapporto di utilizzo delle schede di indagine energetica degli edifici scolastici.

In conclusione il presente lavoro assolve al compito di validare sul campo la funzionalità delle schede informative di rilevazione dati energetici, appositamente strutturate da ENEA, per gli edifici ad uso scolastico. Può inoltre essere utile ai Dirigenti delle scuole aderenti come relazione sul loro stato di ottimizzazione energetica, fornendo anche alcuni consigli sulle strade da intraprendere per un pronto miglioramento.



## 2 SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

### 2.1 *Scheda Tipo Indagine Edifici Scolastici*

In questo paragrafo si illustra la “Scheda Tipo Indagine Edifici Scolastici - PELL Edifici”, fornita dal Dipartimento DTE-SEN dell'ENEA.

I sopralluoghi vengono iniziati con la versione iniziale della scheda qui presentata. Nel prosieguo della ricerca, in funzione delle prove effettuate, la scheda viene adattata per seguire al meglio la fase di indagine.

Scheda Tipo Indagine Edifici Scolastici - PELL Edifici

SCHEDA DI INDAGINE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI			
PARTE 1 - DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI			
NOMINATIVO SCUOLA	Codice ISTITUTO		
DI PROPRIETA' <input type="checkbox"/>	IN LOCAZIONE <input type="checkbox"/>	VINCOLATO stor <input type="checkbox"/>	VINCOLATO Paesag. <input type="checkbox"/>
DATI	RIFERIMENTI		NOTE
Regione			
Comune			
Provincia			
Indirizzo			
CAP			
Coordinate GIS			
Dati catastali			
Attestato Prestac.Energ.			
DESTINAZIONE	<input type="checkbox"/> materna <input type="checkbox"/> asilo <input type="checkbox"/> elementare <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> superiore <input type="checkbox"/> istituto tecnico <input type="checkbox"/> misto		
Zona climatica	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F		
Gradi Giorno			
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile.	<input type="checkbox"/> Ante 1945 <input type="checkbox"/> 1946-1980 <input type="checkbox"/> 1981-1991 <input type="checkbox"/> 1992- 2004 <input type="checkbox"/> Post 2005		
Stato di conservazione complessivo dell'edificio	<input type="checkbox"/> ottimo <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo		
Destinazione uso presenti	<input type="checkbox"/> auditorio <input type="checkbox"/> palestra <input type="checkbox"/> mensa <input type="checkbox"/> laboratori		
Numero totale alunni			

STIES

DATI TECNICI			
Dati	Descrizione		
Strutture edificio	Muratura portante	<input type="checkbox"/>	
	Misto c.a- muratura	<input type="checkbox"/>	
	Struttura in c.a e pannelli prefabbricati	<input type="checkbox"/>	
	Struttura in c.a- vetro	<input type="checkbox"/>	
	Acciaio e vetro	<input type="checkbox"/>	
	Acciaio e muratura	<input type="checkbox"/>	
	Acciaio pannelli prefabbricati	<input type="checkbox"/>	
	Facciata continua	<input type="checkbox"/>	
Numero piani complessivi			
Numero di piani fuori terra			
Piano (semi)interrato climatizzato	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Piano (semi)interrato non climatizzato	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Superficie complessiva (metri quadrati)			
Superficie totale riscaldata			
Volume complessivo			
Volume climatizzato			
Tipologia copertura	Lastricato solare	<input type="checkbox"/>	
	A falda (spiovente) singola	<input type="checkbox"/>	
	A doppia falda (spiovente)	<input type="checkbox"/>	
coibentazione pareti	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Spazi accessori	Bar	<input type="checkbox"/>	
	Ristorante	<input type="checkbox"/>	
	Sala convegni	<input type="checkbox"/>	
	Locali tecnici (cucine, magazzini ecc)	<input type="checkbox"/>	
	Garage	<input type="checkbox"/>	
Infissi	Legno	<input type="checkbox"/>	
	Alluminio	<input type="checkbox"/>	
	Plastica	<input type="checkbox"/>	
	Altro (specificare):		
Tipo vetratura	Semplice	<input type="checkbox"/>	
	Doppio	<input type="checkbox"/>	
	Tripla	<input type="checkbox"/>	
Tipo schermatura	Persiane	<input type="checkbox"/>	
	Sportelloni	<input type="checkbox"/>	
	Veneziane	<input type="checkbox"/>	
	Arvolgibili		
	Legno	<input type="checkbox"/>	
	Allumini	<input type="checkbox"/>	
	PVC	<input type="checkbox"/>	
PVC coibentati	<input type="checkbox"/>		

**SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE**

Integrato con Acqua Calda Sanitaria (ACS)    SI     NO

Se si compila la tabella seguente altrimenti compilare la tabella seguente per impianto di riscaldamento o quella relativa alla produzione di ACS

TIPOLOGIA	DATI CARATTERISTICI		Unità Misura	CONSUMI
Caldaie		Ha più di 15 anni di esercizio <input type="checkbox"/> Due stelle ** <input type="checkbox"/> Tre stelle *** <input type="checkbox"/> Quattro stelle**** <input type="checkbox"/> Condensazione <input type="checkbox"/>		
Potenza				
Rendimento combustione				
Combustibile	Gas metano <input type="checkbox"/> GPL <input type="checkbox"/> Carbone <input type="checkbox"/> Altro (specificare)		Smc LITRI kg	
POMPE di CALORE	Gas metano <input type="checkbox"/> Elettrica <input type="checkbox"/> COP    EER	Potenza elettrica Potenza termica	(kWe) (kWt)	
	Geotermico <input type="checkbox"/> COP    EER	Potenza elettrica Potenza termica	kWe) (kWt)	
Sistemi regolazione	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Contatore di calore	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Interventi manutenzione				
CONSUMI				
Medio degli ultimi 3 anni			kWh	
Spese medie annue ultimi 3 anni			Euro	

**ACS**

TIPOLOGIA	DATI CARATTERISTICI		Unità Misura	CONSUMI
Caldaie		Ha più di 15 anni di esercizio <input type="checkbox"/> Due stelle ** <input type="checkbox"/> Tre stelle *** <input type="checkbox"/> Quattro stelle**** <input type="checkbox"/>		

STIES

		Condensazione <input type="checkbox"/>		
Potenza				
Rendimento combustione				
Combustibile	Gas metano <input type="checkbox"/> GPL <input type="checkbox"/> Altro (specificare) <input type="checkbox"/>		Smc Libri	
Boiler Elettrico	Potenza kW	Accumulo	Libri	
Sistemi regolazione	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Contatore di calore	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Interventi manutenzione				
CONSUMI				
Medio degli ultimi 3 anni			kWh	
Spesa media annuale ultimi 3 anni			Euro	

Nota: La scheda sarà integrata con i dati del "Libretto impianti". Si sta valutando la possibilità di acquisire i dati dai file predisposti in via telematica dagli operatori

#### Altri Impianti climatizzazione

TIPOLOGIA	Caratteristiche	Note
Cogenerativo <input type="checkbox"/>	Potenza elettrica (kWe) Potenza termica (kWt)	
Trigenerativo <input type="checkbox"/>	Potenza elettrica (kWe) Potenza termica (kWt) Potenza elettrica (kWt)	
Solare termica * <input type="checkbox"/>	Potenza termica (kWt) Potenza elettrica (kWe)	
Biomasse <input type="checkbox"/>	Potenza termica (kWt) Potenza elettrica (kWe)	
Geotermico <input type="checkbox"/>	Potenza termica (kWt) Potenza elettrica (kWe)	
COP      EER	Potenza termica (kWt) Potenza elettrica (kWe)	

**Settore elettrico**

**ILLUMINAZIONE**

Tipologia lampade	Potenza complessiva in kW	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	Note
<b><u>Interno Edificio</u></b>				
Incandescenza			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Compatte fluorescenti			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Alogene			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Neon			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Led			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Altro			Puntuale <input type="checkbox"/> Plafoniera <input type="checkbox"/> A parete <input type="checkbox"/>	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				<u>Se conosciuta</u>
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				<u>Se conosciuta</u>
<b><u>Spazi Esterni</u></b>				
Ioduri Metallici			Su pali a livello terreno altro	
Vapori Sodio			Su pali a livello terreno altro	
Led			Su pali a livello terreno altro	
Altro			Su pali a livello terreno altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				<u>Se conosciuta</u>
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				<u>Se conosciuta</u>

STIES

**ALTRI IMPIANTI**

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadenza: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

**SISTEMIN INTELLIGENTI DI GESTIONE**

TIPOLOGIA	Descrizione	NOTE
Intelligenze distribuite	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
PLC	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Misto	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Controlli	Zona <input type="checkbox"/> Stanza <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/>	
Sensoristica	Temperatura <input type="checkbox"/> Umid Relat <input type="checkbox"/> Illuminac. <input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/>	Specificare
Mezzo trasmissione	BUS <input type="checkbox"/> WiFi <input type="checkbox"/> Onde convogliate <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/>	



STIES

**ALTRI Servizi**

**SETTORE IDRICO**

Regolatori di flusso	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Recupero acque piovane	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Recupero acque grigie	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

**Tecnologie di produzione di energia elettrica**

Breve descrizione impianti produzione energia elettrica

TIPOLOGIA	DATI	NOTE
Fotovoltaico	Potenza (kWp): Produzione (kWh/anno): Uno tutte le stanze dell'intero edificio <input type="checkbox"/> Uno solo parziale edificio <input type="checkbox"/>	
Eolico	Potenza (kWp): Produzione (kWh/anno): uno per stanza dell'intero edificio <input type="checkbox"/> uno solo parziale edificio <input type="checkbox"/>	
Altre	Potenza (kWp): Produzione (kWh/anno): uno stanza dell'intero edificio <input type="checkbox"/> uno solo parziale edificio <input type="checkbox"/>	

## 2.2 Criticità riscontrate in fase di compilazione della scheda e migliorie apportate

La scheda proposta da ENEA risulta centrata e ben strutturata. Alcune piccole carenze, come la mancanza di qualche campo o di qualche tabella, vengono sistemate aggiornandola in funzione delle criticità riscontrate in fase di sopralluogo. Alcuni campi di poca importanza o di difficile compilazione sono stati eliminati.

Sono di seguito riportate le principali criticità rilevate in fase di compilazione della scheda. Contemporaneamente vengono indicate le migliorie apportate alla scheda.

- Nella scheda iniziale manca il campo relativo alla tipologia di scuola o istituto. Tale dato risulta importante in quanto è strettamente legato alla tipologia di carichi presenti nell'edificio e quindi dei consumi. Si è dunque considerato necessario aggiungere nella scheda un campo relativo alla tipologia di scuola ospitata.
- Anche il numero di aule presenti nella struttura risulta assente nella scheda iniziale. Si pensa di aggiungere tale campo per correlare al meglio gli indicatori di consumo alla effettiva capacità dell'edificio. Si rileva come in numerosi edifici ci sia un rapporto completamente diverso tra aule e spazi comuni, in termini di superfici.
- La presenza dei campi "Piano seminterrato climatizzato" e "Piano seminterrato non climatizzato", non risultando particolarmente necessari ai fini dell'indagine energetica, vengono eliminati in quanto mai rilevati sul campo. Inoltre sono presenti altri campi che forniscono un'informazione più precisa ai fini di un'indagine energetica, "Superficie riscaldata" e "Volume climatizzato".
- Si è ritenuto necessario aggiungere uno spazio in cui è possibile discutere della tipologia costruttiva dell'edificio, del tipo di materiali, dell'alberazione, dell'esposizione al sole, etc.
- Risulta necessaria, ai fini di una buona descrizione del carico elettrico, l'aggiunta della tabella "Utilizzazione energia elettrica". In questa tabella vanno riportate anche informazioni fondamentali relative al contatore come, ad esempio, il codice POD, la potenza di dimensionamento, i dati di consumo dell'energia elettrica, ed altri dati. La tabella inoltre dà informazioni sulla presenza dei misuratori di energia, cosa importante in quanto la loro presenza è richiesta dalla legge. Infine viene riportata anche la suddivisione degli utilizzatori su diversi circuiti.
- Si è ritenuto necessario inoltre aggiungere uno spazio in cui è possibile annotare di informazioni aggiuntive riguardanti il settore elettrico.
- Nella scheda iniziale non vi è uno spazio per discutere delle potenzialità energetiche dell'edificio. Di conseguenza viene aggiunta una tabella denominata "Potenzialità energetiche" e viene divisa in diversi settori: Edificio, Risparmio energetico, Fonti rinnovabili e Utilizzazione. L'importanza di prendere nota di tali disponibilità dell'edificio sta nel poter consigliare la migliore strada da intraprendere per una eventuale generazione locale di energia.
- Viene infine rilevata la necessità di aggiungere uno spazio relativo alle criticità riscontrate in fase di indagine. Si aggiunge una tabella in cui è possibile annotare le criticità impiantistiche, strutturali e di indagine. Risulta inoltre utile per tenere nota di eventuali interventi urgenti da effettuare.

## 2.3 Versione finale della scheda di indagine

Viene qui presentata la scheda di indagine migliorata, a valle di tutte le considerazioni appena delineate nel paragrafo precedente.

Alcuni dati aggiunti alla scheda, tra l'altro di facile reperimento, si dimostrano importanti per chiarire meglio il comportamento energetico di un edificio. Ad esempio il numero di aule risulta fondamentale per capire quanto è sfruttato l'edificio; in numerosi casi si rileva infatti che l'indicatore in funzione del numero di alunni è completamente differente da quello in funzione del numero di aule.

Analogamente si può apprezzare, nel prosieguo del lavoro, come alcuni campi come quelli di criticità e potenzialità siano ampiamente compilati e presentino numerose informazioni utili. Questo al contrario dei campi contenenti dati tecnici o energetici che, purtroppo, spesso rimangono vuoti.

Il fatto che numerose note aggiunte siano necessarie a caratterizzare un edificio e, soprattutto, a distinguerlo da altri è già segno evidente che si deve consigliare una presenza tecnica in ogni edificio per ottenere una corretta gestione. Proprio da questa indagine appare non facile caratterizzare e gestire tutti gli edifici con un comune sistema generale.

Già dalla presente analisi della scheda si rileva quindi che non si tratta di sistemi semplici bensì di strutture ed impianti complessi che necessitano di essere seguiti costantemente da un tecnico preparato.

STIES ver\_2.0

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

Pag. 1 e 12

STIES ver. 2.0

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuole				Codice istituto			
Di proprietà		In locazione		Vincolato storico		Vincolato paesaggist.	
Regione							
Comune							
Provincia							
Indirizzo							
CAP							
Coordinate GIS							
Dati catastali							
Classe energetica							
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuole o istituto	
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	SI		NO			
Zona climatica (A,B,C, ecc.)							
Gradi Giorno							
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile							
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima, ecc.)							
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc.)							
Numero tot alunni							
Numero aule							
Attività extrascolastiche o serali							

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - murature	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a. - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e murature	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
Altro					
Numero piani complessivi			Numero di piani fuori terra		
Superficie complessiva [mq]			Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]			Volume climatizzato [mc]		
Tipologia coperture	Letricato solare	SI		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti			SI		NO
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc...)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc...)					
Tipo di vetrate (semplice, doppia, tripla)					
Tipo schermature	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venesie	SI		NO	
	Arretrabili	SI		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	SI		NO	
PVC coibentati	SI		NO		

STIES ver. 2.0

<p>NOTE aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, sibilazione, esposizione al sole ecc.</p>
---

**SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE**

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 10 anni di esercizio	SI		NO
	Due stelle **	SI		NO
	Tre stelle ***	SI		NO
	Quattro stelle****	SI		NO
	Condensazione	SI		NO
Potenza termica [kWt]				
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]				
Rendimento combustione				
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc.)		Consumi	
			[-----]	
Pompa di calore	Gas metano	COP:	Pat elet:	[kWe]
		EER:	Pat term:	[kWt]
	Elettrica	COP:	Pat elet:	[kWe]
		EER:	Pat term:	[kWt]
geotermica	COP:	Pat elet:	[kWe]	
	EER:	Pat term:	[kWt]	
Sistemi regolazione	SI	NO		
Contatore di calore	SI	NO		
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]				
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]				

ACS					
Caldaia	Ha più di 13 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc.)			Consumi [-----]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [-----]		
Sistemi regolazione	SI	NO			
Contatore di calore	SI	NO			
Sistemi regolazione	SI	NO			
Contatore di calore	SI	NO			
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:		
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe] _____		
	Potenza termica [kWt] _____		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe] _____		
	Potenza termica [kWt] _____		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe] _____		
	Potenza termica [kWt] _____		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe] _____		
	Potenza termica [kWt] _____		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe] _____		
	Potenza termica [kWt] _____		



STRES ver\_2.0

**Settore elettrico**

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim (kW)	Misuratore Sì/NO	Deti consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione deti (annui, trimestrali, ecc)
Cons. post				
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce, fm, cttb, ecc.)	Pot Dim (kW)	Misuratore Sì/NO	Deti consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione deti (annui, trimestrali, ecc)

Fig. 6 a 12

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessive in [KW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Led			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Rifoniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

STIES ver\_2.0

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media ciascuno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale ultimi 3 anni		
Spese media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	S/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WiFi		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

STIES ver\_2.0

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: _____ Produzione [kWh/anno]: _____	
Eolico	Potenza [kWp]: _____ Produzione [kWh/anno]: _____	
Altro	Potenza [kWp]: _____ Produzione [kWh/anno]: _____	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico			
Regolatori di flusso	SI		NO
Recupero acque piovane	SI		NO
Recupero acque grigie	SI		NO
Consumo medio annuo Ultimi 3 anni			
Spesa media annuale ultimi 3 anni			

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	

STIES ver\_2.0

Orbita della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

xx

Fig. 12 a 12

## 3 LICEO CAVOUR

### 3.1 Descrizione

Il liceo scientifico Cavour è un edificio scolastico situato al centro di Roma ed è classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Esso è diviso in due corpi: la palazzina A è un ex monastero del 1800, mentre la palazzina B è un edificio leggermente più piccolo creato negli anni venti con al centro delle due una ampio cortile. L'edificio in oggetto vanta di una superficie di 7266 mq, quindi esso può essere catalogato come un complesso di medie dimensioni.

La struttura edile risulta complessivamente in buona condizione, ma ovviamente vi sono alcuni piccoli problemi da sanare. Dato il buon livello costruttivo del manufatto vi sono anche buone potenzialità da sfruttare sul punto di vista energetico. Entrambi gli edifici sono in muratura piena portante, quindi grazie alle spesse pareti ed il loro colore chiaro vi è un buon comportamento termico anche nelle stagioni più calde. Anche in fase di sopralluogo, nonostante l'edificio risulti completamente esposto al sole si è rilevata una gradevole temperatura interna durante una caldissima giornata di Luglio da 35° di massima.



Fig.3.1.1 – Liceo Cavour, facciata principale edificio A con ingresso

### 3.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da 5 piani su entrambe le palazzine. E' stato possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite Città Metropolitana. La superficie coperta complessiva è di 7266 mq, quella del tetto è di 2052 mq, mentre il volume è di 34207 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici sono stati ricavati il numero complessivo di alunni che è pari a 1005 e di aule che sono 43. All'interno dell'edificio sono presenti ben 8 laboratori divisi su diverse tematiche scientifiche.

La struttura degli edifici qui presenti (palazzina A e B), è in muratura piena portante. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, ne interno ne esterno.

L'edificio principale, essendo costruito su una base di spesse mura dell'ottocento, fornisce un buon isolamento termico e si dimostra come sensazione leggermente migliore della palazzina B. L'edificio A presenta anche dei volumi maggiori grazie ai solai molto più alti rispetto all'edificio B. Essa è appunto



caratterizzata da alte e spesse pareti in pietra, come mostrato in Fig.3.2.1 In ogni caso le due strutture, di buona qualità costruttiva, possono considerarsi entrambe simili e valide dal punto di vista energetico. In generale il complesso scolastico Cavour può essere analizzato nel suo complesso senza distinguere i due edifici con diverse proprietà energetiche.



*Fig.3.1.2 – Facciata esterna della palazzina B*



*Fig.3.2.1 – Pareti e soffitto dell'edificio principale*

Dalla foto (Fig.3.2.2) è possibile notare sia che le aule non sono particolarmente spaziose ed è altrettanto possibile apprezzare la spessa muratura adiacente alla finestra. Invece le classi dell'altra palazzina sono leggermente più luminose in quanto dotate di finestre più grandi (Fig.3.2.3).



*Fig.3.2.2 – Aula tipo palazzina A*

La struttura in oggetto, a differenza di tante altre visitate, manifesta la presenza di un buon livello di coibentazione, nonché di manutenzione, di tutte le finestrate. Gli infissi sono per la gran parte in legno con doppio vetro (Fig.3.2.4). Alcune però finestre hanno degli infissi in alluminio. Per la schermatura esterna l'edificio è provvista di persiane in legno (edificio A) o di tapparelle avvolgibili in PVC (edificio B).



*Fig.3.2.3 – Seconda tipologia di aule, presenti nella palazzina B*



*Fig.3.2.4 – Infissi in legno con doppio vetro*

La quasi totalità delle aule è disposta a est o a ovest perciò, nelle giornate più calde, sono sottoposte ad un forte irraggiamento. Le finestre, essendo il corpo con la trasmittanza più elevata, forniscono la parte maggiore di apporto termico in estate. Per avere dunque una completa schermatura, occorrerebbe provvedere ad installare delle pellicole filtranti. Così da ottimizzare la resa, comunque sia buona, delle finestre preesistenti.

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di due palestre e di un grosso cortile esterno. Vi è all'interno anche un piccolo BAR ma di dimensioni tali da non aggravare di certo il dispendio di energia dell'intera struttura.

Tutti questi spazi sono utilizzati solamente negli orari scolastici in quanto non vi sono attività extra-scolastiche che possano assorbire troppa energia modificandone significativamente la curva di carico.



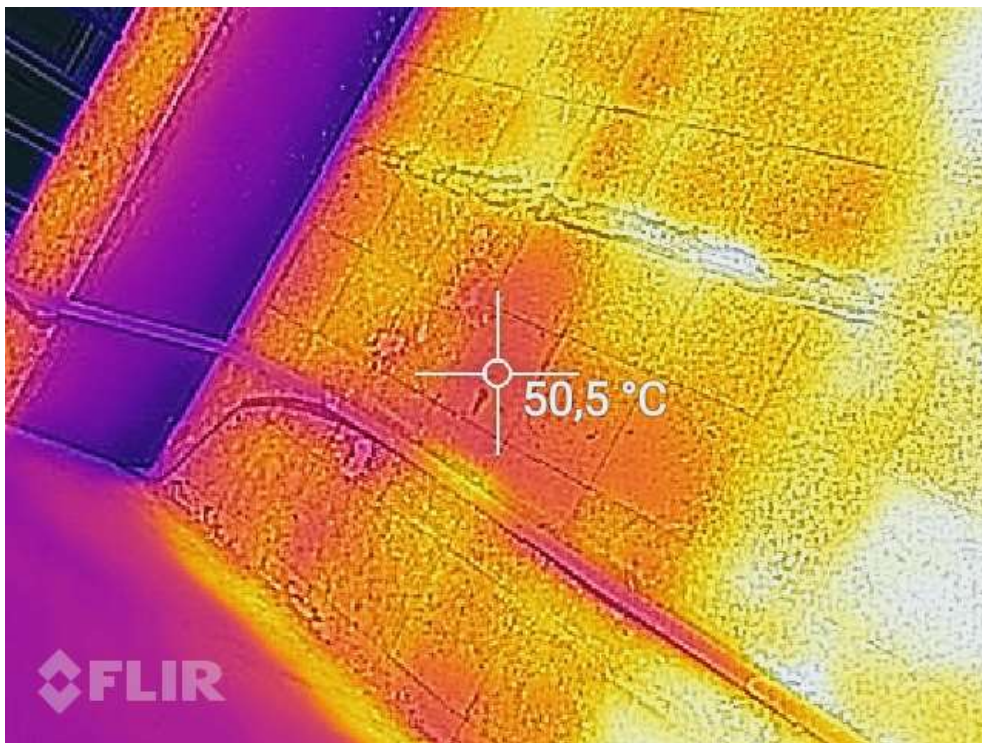
Fig.3.2.5 - Immagine satellitare, Liceo Cavour

E' stato possibile anche visitare anche i terrazzi di copertura (Fig.3.2.6) di 2052 mq. Essi presentano entrambi una cattiva manutenzione. Il tecnico che gestisce il laboratorio all'ultimo piano conferma che quello è l'unico punto critico, per il caldo estivo, di tutto l'edificio. Di fatto le mattonelle risultano così sporche da essere fortemente attrattive nei confronti della radiazione solare.

Grazie alla termocamera ad infrarosso, è stato possibile dimostrare come in una giornata calda con aria a circa 35°, si ottenga una variazione di temperatura di 10° tra le mattonelle più sporche e quelle più pulite (Fig.3.2.7 e Fig.3.2.8). Si dimostra come con una attenta pulizia periodica della pavimentazione del terrazzo, in alternativa con una verniciatura a bianco, si potrebbe ridurre di molto il carico termico dell'ultimo piano dell'edificio. In tale maniera si migliorerebbe significativamente, senza dispendio di energia il comfort abitativo dei laboratori dell'ultimo piano.



*Fig.3.2.6 – Copertura del terrazzo esterno mediante mattonelle con graniglia di marmo*



*Fig.3.2.7 – Temperatura sul tetto pulito, 10° in meno della parte di tetto sporco*

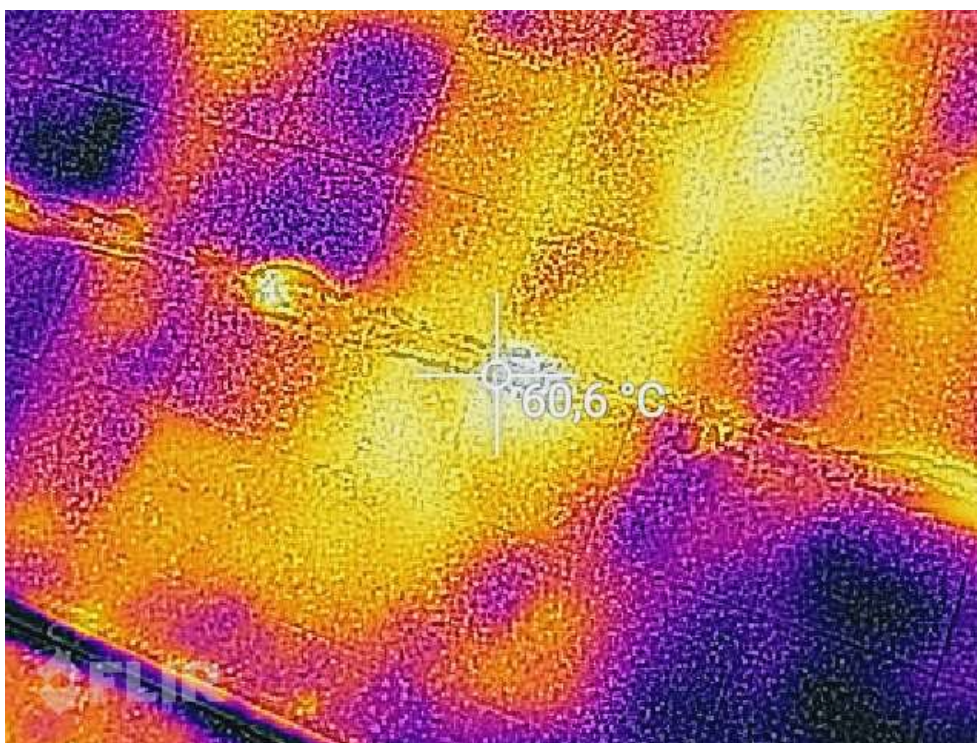


Fig.3.2.8 – Temperatura sulla parte di tetto sporco, 10° in più rispetto alla parte pulita

### 3.3 Impianti

Per quanto riguarda le centrali termiche anch'esse risultano in buono stato. Nell'accedere ai locali, è possibile notare delle piccole carenze nella manutenzione. Le porte di entrambe le palazzine hanno la serratura rotta di conseguenza le centrali sono accessibili a tutti. La scala di accesso alla caldaia dell'edificio principale, essendo vecchia, arrugginita e pericolosa, necessita di una urgente ristrutturazione. Per il resto gli impianti sono funzionali e ben strutturati. Non è possibile, come nella maggior parte degli altri edifici visitati, effettuare una suddivisione delle aree o degli utilizzatori in maniera separata. Di fatto gli impianti, sia elettrici, sia termici, risultano indivisibili e lavorano sempre sull'intero complesso scolastico alla medesima distribuzione di potenza.

Ci sono due centrali termiche (una per palazzina) caratterizzate da due caldaie, di diversa taglia, a metano. La caldaia principale della palazzina A è da 396 kW di potenza massima al focolare (Fig.3.3.1), con un bruciatore da 550 kW (Fig.3.3.2). L'altra è da 164 kW (Fig.3.3.1), con un bruciatore da 180kW (Fig.3.3.3). Nell'altra palazzina si hanno taglie più piccole, infatti la caldaia che eroga più potenza è da 293 kW (Fig.3.3.4) con un bruciatore da 325 kW (Fig.3.3.5). Il secondo generatore di calore eroga una potenza termica al focolare relativamente bassa, 30 kW (Fig.3.3.4) con un bruciatore da 35 kW (Fig.3.3.6). Le caldaie e i rispettivi bruciatori sono in un buono stato di manutenzione.

Tutta l'energia termica fornita dalle due centrali viene utilizzata sia per il riscaldamento dell'edificio. Non vi sono altri impianti di climatizzazione eccetto 5 piccoli climatizzatori di stanza che interessano zone come uffici e l'aula magna, ma non danno un contributo significativo ai consumi elettrici e termici.



*Fig.3.3.1 - Caldaie centrale palazzina A, la caldaia blu è da 396 kW di potenza del focolare mentre quella rossa è da 164 kW*



*Fig.3.3.2 - Bruciatore da 550 kW*



*Fig.3.3.3 - Bruciatore da 180 kW*



*Fig.3.3.4 - Caldaie centrale palazzina B, quella in primo piano eroga una potenza massima al focolare di 293 kW mentre quella in secondo piano è da 30 kW*





*Fig.3.3.5 - Bruciatore da 325 kW*



*Fig.3.3.6 Bruciatore da 35 kW*

I terminali dell'impianto termico sono i classici termosifoni in ghisa. La maggior parte di questi sono purtroppo verniciati e coperti da numerosi strati di vernice riducendo in parte l'emissione di calore (Fig.3.3.7 e Fig.3.3.8). Vi è l'assenza totale di valvole termostate, cosa che porterebbe una gestione più razionale del calore emesso dai radiatori portando quindi ad un'ulteriore riduzione dei consumi.



*Fig.3.3.7 - Termosifone aule, assenza di valvole termostate*



*Fig.3.3.8 - Termosifone corridoio verniciato, assenza di valvole termostate*

Per quanto riguarda la parte elettrica (contatore, quadro generale e quadri secondari), è stato trovato tutto in un buono stato di conservazione, i quadri sono ben dimensionati per una potenza nominale di 64 kVA (Fig.3.3.9 e Fig.3.3.10).

Fatto positivo è che l'istituto presenta un misuratore elettronico di energia sul quadro principale. (Fig.3.3.11). Tale apparecchio è necessario per una corretta supervisione energetica dell'edificio scolastico. Non sono purtroppo installati, come richiesto dalla legge, i misuratori parziali suddivisi per tipologia di assorbitore, di carico o, almeno, di zona.

La scuola inoltre non presenta carichi elettrici importanti, di conseguenza non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti (tipo Building Automation).

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon (Fig.3.3.12), si rende necessario sostituirle quanto prima con le moderne lampade a LED per motivi di consumi.



*Fig.3.3.9 - Quadro elettrico palazzina A*



Fig.3.3.10 - Dati di targa del quadro elettrico



Fig.3.3.11 – Misuratore generale di energia della palazzina A



*Fig.3.3.12 – Disposizione dei punti luce*

L'unica fonte di energia rinnovabile si trova sul tetto della struttura antica (palazzina A) dove sono installati un piccolo numero di pannelli fotovoltaici, sette. Ogni singolo pannello presenta una potenza pari a 220 W (come si evince dai dati di targa di Fig.3.3.13) e l'impianto risulta avere una potenza limitatissima, praticamente trascurabile rispetto ai consumi, pari a circa 1500 W di picco. L'impianto, mostrato in Fig.3.3.14, risulta produrre a potenza ridotta e pertanto necessita di una revisione straordinaria. I pannelli risultano inoltre molto sporchi e probabilmente la scarsa producibilità è da imputare in parte o del tutto a tale causa. Si rende necessario consigliare una pulizia urgente nonché frequente.



Fig.3.3.13– Impianto fotovoltaico di piccola taglia, 1.6 kWp



Fig.3.3.14 – Dati di targa dei pannelli fotovoltaici

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. In base ai dati forniti da Città Metropolitana si è potuto rilevare che nell'ultimo anno vi è stato un consumo di acqua di 8030 mc. Nell'edificio in analisi è presente un impianto idrico tradizionale, dove si denota assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Inoltre non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

### 3.4 Scheda di indagine edifici scolastici

In questa sezione si riporta copia della scheda di indagine compilata in fase di sopralluogo.

## SCHEMA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO CAVOUR

DATA 14/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola			Codice istituto				
Di proprietà'		In locazione		Vincolato storico <del>X</del>		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA DELLE CARINE,1						
CAP	00184						
Coordinate GIS	41.892723 , 12.491326						
Dati catastali	7266 [m <sup>2</sup> ] - SUPERFICIE TOTALE						
Classe energetica							
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	LICEO SCIENTIFICO
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	X		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D						
Gradi Giorno	14,15						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	•PALAZZINA (A) : 1800 •PALAZZINA (B) : ANNI 20						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona,discreta, ottima,ecc..)	BUONA						
Destinazione d'uso presenti (mense,laboratori ecc..)	- 8 LABORATORI •UNA PALESTRA						
Numero tot alunni	1005						
Numero aule	43						
Attività extrascolastiche o serali	NO						



DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
	Misto c.a. - muratura		SI		NO
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati		SI		NO
	Struttura in c.a - vetro		SI		NO
	Acciaio e vetro		SI		NO
	Acciaio e muratura		SI		NO
	Acciaio pannelli prefabbricati		SI		NO
	Facciata continua		SI		NO
	Altro				
Numero piani complessivi	5		Numero di piani fuori terra	4	
Superficie complessiva [mq]	7266 [mq]	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	34207 [mc]	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
	A falda (spiovente) singola		SI		NO
	A doppia falda (spiovente)		SI		NO
Coibentazione pareti			SI		<input checked="" type="checkbox"/>
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)	BAR				
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEGNO</li> <li>• ALLUMINIO</li> </ul>				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	DOPPIA				
Tipo schermatura	Persiane		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
	Sportellone		SI		NO
	Venezia		SI		NO
	Avvolgibili		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
	Legno		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
	Alluminio		SI		NO
	PVC		<input checked="" type="checkbox"/>		NO
PVC coibentati		SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

• NON VI E' UNA QUANTITA' DI ALBERI TALE DA FORNIRE UNA SCHERMITATURA NATURALE.

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	<del>SI</del>		NO
	Due stelle **	SI		NO
	Tre stelle ***	<del>SI</del>		NO
	Quattro stelle****	SI		NO
	Condensazione	<del>SI</del>		NO
Potenza termica [kWt]	855 [kW] → COMPLESSIVA DELLE 4 CALDAIE			
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]				
Rendimento combustione				
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	METANO		Consumi [m.c.] 22380 [m.c.]
Pompa di calore	Gas metano	COP:	Pot elet:	[kWe]
		EER:	Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:	Pot elet:	[kWe]
		EER:	Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:	Pot elet:	[kWe]
		EER:	Pot term:	[kWt]
Sistemi regolazione	SI	<del>NO</del>		
Contatore di calore	SI	<del>NO</del>		
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]				
Spesa media annuale ultimi 3 anni (euro)				

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]			Accumulo [.....]	
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod (T002E1727)63A	64 [KVA]	SI	45912	ANNUi
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc...)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	SI
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: $21 \frac{W}{m^2} \times 4$ Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione



Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni	8030 [mc]			
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		• FOTVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE:

- IL TETTO ED I PANNELLI NECESSITANO DI UNA PULIZIA
- SERRATURE DEGLI INGRESSI DELLE CENTRALI TERTICHE ROTTE
- AULE ALL'ULTIMO PIANO TROPPO CALDE
- MALFUNZIONAMENTO DEL MISURATORE DI ENERGIA DELLA PALAZZINA (B)
- CLIMATIZZATORI MALFUNZIONANTI DELL'AULA MAGNA
- LEGGERE CARENZE NELLA MANUTENZIONE EDILE DELL'EDIFICIO
- ASSENZA DI VALVOLE TERMOSTATATE
- INFILTRAZIONI DAL TETTO DEI LABORATORI DELLA PALAZZINA (B)

### CRITICITÀ DI INDAGINE:

- I DATI DI CONSUMO (ELETTRICI, TERTICI E IDRICI), SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- CARENZE DI DATI NELLA COMPILAZIONE DELLA SCHEDE DI INDAGINE (IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI SIA CLIMATIZZATI CHE NON)
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LA SCUOLA NON È IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- NON È STATO POSSIBILE ACCEDERE AI CONTATORI.

### 3.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.3.5.1 si riportano i principali indicatori di consumo, che forniscono essenziali indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas ed acqua della struttura.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili relative all'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: l'energia prodotta da fotovoltaico viene trascurata in quanto irrisoria rispetto a quella consumata, assorbita dalla rete, e pertanto gli indicatori di consumo non risentono della produzione da fotovoltaico.

<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 45912 [kWh]</b>	
[kWh/mq]	22.67
[kWh/mc]	1.34
[kWh/n° alunni]	45.68
[kWh/n° aule]	1068
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 22380 [mc-gas]</b>	
[mc/mq]	11.05
[mc/mc]	0.67
[mc/n° alunni]	22.27
[mc/n° aule]	520.5
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 8030 [mc]</b>	
[mc/mq]	3.96
[mc/mc]	0.23
[mc/n° alunni]	8
[mc/n° aule]	186.74

Tab.3.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico

### 3.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto sta nella possibilità di sfruttare tutta la superficie di tetto per un impianto fotovoltaico molto più grande di quello installato.

Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo; tale copertura migliorerebbe soprattutto la vivibilità dei laboratori che si trovano sotto il solaio del terrazzo, essendo gli unici ambienti a soffrire di sovratemperatura estiva.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

### 3.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono state riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- E' necessario effettuare la pulizia dei pannelli dei pannelli fotovoltaici e del tetto.
- Si consiglia di chiudere gli accessi alle centrali termiche e gestire meglio le chiavi per gli accessi.
- Le aule all'ultimo piano, sotto il terrazzo, risultano troppo calde ed è necessario intervenire sulla copertura e sulle finestre.

- Malfunzionamento e mancata lettura del misuratore di energia elettrica della palazzina B.
- Climatizzatori datati e mal funzionanti dell'aula magna da sostituire (palazzina A). E' da considerare che quest'ultima è fornita di una buona quantità di finestre, di conseguenza non vi sono grossi problemi di ventilazione.
- Leggere carenze nella manutenzione edile dell'edificio (pareti da rivedere e qualche mattonella da sistemare).
- Assenza di valvole termostatate.
- Infiltrazioni dal tetto dei laboratori della palazzina B. Si ritiene sufficiente, per ovviare tanto al problema del riscaldamento del lastricato solare quanto a quello delle infiltrazioni d'acqua, trattare l'intera pavimentazione con una vernice impermeabilizzante di colore chiaro.

### 3.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono state rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico), è più complicato relazionarli studiandoli con quelli degli anni vicini.
- Non è stato possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, le metrature e i volumi climatizzati, le spese relativi ai consumi.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, assistenti. Infatti all'atto del sopralluogo non è stato possibile conoscere per esempio i volumi e le metrature.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite Città Metropolitana.
- Non è stato possibile accedere ai contatori.

### 3.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è stato possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Per rendere fresche d'estate anche le aule dell'ultimo piano si consiglia di installare alle finestre le pellicole filtranti la radiazione infrarossa.
- Per risolvere contemporaneamente il problema delle infiltrazioni dal tetto e quello della temperatura estiva elevata nei laboratori dell'ultimo piano, si consiglia di verniciare il tetto con una vernice impermeabilizzante bianca. Oltre al fatto che queste vernici rendono più agevole la pulizia dello stesso.
- Effettuare quanto prima la riparazione del misuratore di energia della palazzina B, nonché installare i misuratori di piano.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare auto produttori.

### 3.10 Conclusioni

In breve, l'istituto visitato, appare come una buona struttura edile con dei consumi nella norma. Può essere migliorata con piccoli accorgimenti, specialmente per il raffrescamento estivo naturale. In generale la situazione è da ritenersi buona.

## 4 LICEO BLAISE PASCAL

### 4.1 Descrizione

Il liceo classico e scientifico Blaise Pascal è un istituto situato a Pomezia in provincia di Roma. La città in oggetto ha caratteristiche climatiche simili a quelle di Roma, è classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1536 [GG]. L'istituto è composto da un singolo edificio di medie dimensioni (6525 mq), costruito nel 1995, con un una grande palestra separata dal corpo centrale e contornata da un ampio cortile.

La struttura edile risulta complessivamente in buona condizione, vi sono solamente alcuni piccoli problemi edificio-impianto da sanare. Pur non avendo una spessa muratura, dato l'anno di costruzione, si rileva comunque un buon livello di qualità negli isolamenti. Le facciate sono anche rivestite in cortina. Infatti pur essendo completamente esposta al sole e avendo effettuato il sopralluogo nelle ore più calde di una calda giornata di giugno si rileva una gradevole temperatura interna all'edificio.



*Fig.4.1.1 – Liceo Blaise Pascal, ingresso principale*



*Fig.4.1.2 – Profilo scuola*



*Fig.4.1.3 – Edificio e palestra*

## 4.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da 4 piani più una grande palestra esterna al corpo principale. I dati catastali dell'edificio vengono forniti da Città Metropolitana. La superficie coperta complessiva è di 6525 mq, quella del tetto è di 2361 mq, mentre il volume è di 25960 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici sono stati ricavati il numero complessivo di alunni che è pari a 1183 e di aule che sono 45. All'interno dell'edificio sono presenti molti laboratori divisi su diverse tematiche scientifiche.

La struttura dell'edificio qui presente è in cemento armato e tamponature, non vi sono coibentazioni aggiuntive oltre a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno. La struttura internamente è caratterizzata da ambienti standard di altezza circa pari a 2,8m senza controsoffitto.

Le aule sono di grandezza media ma però, in compenso, sono molto luminose in quanto dotate di due grandi finestre (Fig.4.2.1).



*Fig.4.2.1 – Aula tipo*

La struttura in oggetto, a differenza di tante altre visitate, manifesta la presenza di un ottimo livello di coibentazione, nonché di manutenzione, di tutte le finestrate. Gli infissi sono tutti in PVC con doppio vetro (Fig.4.2.2). Per la schermatura esterna l'edificio è provvisto di tapparelle avvolgibili in PVC (Fig.4.2.3).

\*



*Fig.4.2.2 – Infissi di un'aula tipo*



*Fig.4.2.3 – Finestra con tapparelle in PVC*





*Fig.4.2.4 – Laboratorio di chimica*

Per le attività sportive il complesso scolastico è dotato di una palestra (Fig.4.2.5) e di un cortile esterno. Tutti questi spazi sono utilizzati sia negli orari scolastici che nel pomeriggio in quanto vi sono attività extra-scolastiche.



*Fig.4.2.5 – Palestra*

Il problema più grande di questo spazio sono gli spogliatoi che, data la scarsa manutenzione, sono quasi lasciati in stato di abbandono come si evince dalla (Fig.4.2.6).



*Fig.4.2.6 – Spogliatoio uomini*

Non è possibile visitare il tetto, in ogni caso tramite un collaboratore si può conoscerne la tipologia. Esso è una lastricato piano calpestabile da 2361 mq, in parte piastrellato e per il restante ha una copertura di catrame. Esso non presenta particolari coibentazioni e c'è qualche problema di infiltrazioni. E' possibile comunque sia vedere da un immagine satellitare (Fig.4.2.7) la tipologia del tetto.



Fig.4.2.7 – Immagine satellitare del tetto

### 4.3 Impianti

Per quanto riguarda la centrale termica, non è possibile accedervi in quanto il personale non ha le chiavi. Essa non è in gestione né alla scuola né a Città Metropolitana, ma in appalto ad una società esterna che si occupa del “Integrated Facility Management Services”. Per quanto riguarda l’edificio scolastico in esame, questa società gestisce tutta la parte termica. E’ possibile dare solo una stima della potenza alle due caldaie presenti nel locale. La loro taglia è dell’ordine dei 300 – 400 kW ciascuna fornendo dunque il riscaldamento a tutto l’edificio (Fig.4.3.1.).



*Fig.4.3.1. – Vista esterna della centrale termica*

Non vi sono altri impianti di climatizzazione eccetto qualche piccolo climatizzatore di stanza che non pesa come contributo in maniera significativa sui consumi elettrici e termici.

Per quanto riguarda i terminali dell’impianto termico sono termosifoni in alluminio (Fig.4.3.2.). Vi è l’assenza di valvole termostate cosa che porterebbe certamente ad una gestione più razionale del calore emesso da questi radiatori, portando quindi ad un ulteriore riduzione dei consumi.



*Fig.4.3.2. – Termosifoni con assenza di valvole termostate*

Per quanto riguarda la parte elettrica (contatore, quadro generale e quadri secondari) si trova tutto in un buono stato di conservazione, i quadri sono dimensionati per una potenza nominale abbondante dell'ordine dei 60 kVA (Fig.4.3.3.).



*Fig.4.3.3. – Misuratori di corrente e tensione del quadro generale*

Nel sopralluogo è stata riscontrata l'assenza del misuratore di energia, in teoria obbligatorio per legge e non solo sulla fornitura generale.

La scuola inoltre non presenta carichi elettrici o termici particolari o eccessivamente grandi, di conseguenza non vi sono e non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon (Fig.4.3.3 e Fig.4.3.4), si rende necessario sostituirle quanto prima con le lampade a LED per motivi essenzialmente di consumo, oltre che di manutenzione. In compenso le aule hanno un ottimo confort illuminotecnico in quanto oltre alla luce naturale fornita dalle finestre si hanno sei punti luce per ciascuna di esse.



*Fig.4.3.3. – Illuminazione aule*



*Fig.4.3.4 – Illuminazione corridoio*

L'unica fonte di energia rinnovabile è l'impianto fotovoltaico installato sul tetto. Anche se non è possibile accedervi tramite foto satellitare è possibile quantificare un numero di pannelli (Fig.4.3.5) pari a circa 117. Da quanto rilevato in fase di indagine l'impianto viene dato per mal funzionante o limitatamente funzionante. Di fatto la producibilità risulta effettivamente inferiore alla metà delle potenza nominale di picco, questo in condizioni solari ottimali.

In teoria la potenza di picco di tale impianto dovrebbe essere di circa 26 kW. Sarebbe necessario procedere ad una rapida revisione anche perché, vista la buona potenza disponibile, potrebbe trattarsi di una perdita economica non trascurabile.

In base ai dati forniti da Città Metropolitana risulta che l'energia annua totale prodotta dal fotovoltaico è pari a 19148 kWh; di questa vengono auto consumati 15099 kWh.

Per ottenere l'energia consumata in un anno dall'intera struttura è necessario sommare l'energia assorbita dalla rete (94048 kWh) a quella auto consumata, per un totale pari a: 109147 kWh.



*Fig.4.3.5 – Immagine satellitare dei pannelli solari*



*Fig.4.3.6 – Inverter impianto fotovoltaico*

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. Tramite i dati forniti da Città Metropolitana si rileva che in questo istituto nell'ultimo anno vi è stato un ridotto consumo di acqua, 612 mc. Nell'edificio in analisi si ha un tradizionale impianto idrico in assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo.

#### *4.4 Scheda di indagine edifici scolastici*

In questa sezione viene riportata copia della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.



## SCHEMA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO BLAISE PASCAL

DATA 12/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola				Codice istituto			
Di proprietà'		In locazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMEZIA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA PIETRO NENNI, 48						
CAP	00071						
Coordinate GIS	41.659191, 12.496538						
Dati catastali	6525 [m <sup>2</sup> ] → SUPERFICIE TOTALE						
Classe energetica							
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	SI		NO			
Zona climatica (A,B,C,ecc..)	D						
Gradi Giorno	1536						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	1995						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	BUONA						
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	- LABORATORI - PALCOSTRA						
Numero tot alunni	1183						
Numero aule	45						
Attività extrascolastiche o serali	- ATTIVITA' Pomeridiane						

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	4		Numero di piani fuori terra	3	
Superficie complessiva [mq]	6525 [mq]		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]	25960 [mc]		Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	PVC				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	DOPPIA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

- ASSENZA DI ALBERI, QUINDI DI UNA SCHERMATURA NATURALE

**SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE**

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	METANO		Consumi [m <sup>3</sup> ]	18323 [m <sup>3</sup> ]
Pompa di calore	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS						
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO		
	Due stelle **	SI		NO		
	Tre stelle ***	SI		NO		
	Quattro stelle****	SI		NO		
	Condensazione	SI		NO		
Potenza termica [kWt]						
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]						
Rendimento combustione						
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc...)			Consumi		
				[.....]		
Boiler Elettrico	Potenza [kW]			Accumulo		
				[.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO			
Contatore di calore	SI		NO			
Sistemi regolazione	SI		NO			
Contatore di calore	SI		NO			
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:		
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]						
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]						

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod IT00TE6036721		NO	94068 [kW/h]	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flafoniera	SI
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		



Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WiFi		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: $\approx 14 \text{ kWp}$ Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		NO	
Recupero acque piovane	SI		NO	
Recupero acque grigie	SI		NO	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni	612 [mc]			
Spesa media annuale ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE:

- CARENZE DI MANUTENZIONE CENTRALE TERMICA
- ALCUNI TERMOFONI SONO MALFUNZIONANTI
- IMPIANTO FOTOVOLTAICO VECCHIO E MALFUNZIONANTE
- SPOGLIATOI DELLA PALESTRA MALFUNZIONANTI
- ASSENZA DI MISURATORE DI ENERGIA
- UN ASCENSORE NON FUNZIONA
- INFILTRAZIONI DAL TETTO
- IN INVERNO SI ACCUSA IL FREDDO E L'UMIDITÀ NELLE AULE

### CRITICITÀ DI INDAGINE:

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON È STATO POSSIBILE ACCEDERE AI LOCALI TERMICI, CONTATORI E AL TETTO
- È STATO SEGNALATO CHE NEI PERIODI INVERNALI IL RISCALDAMENTO VIENE SPENTO PRIMA DEL DOVUTO
- NON È STATO POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA PER MANCANZA DI DATI (IMPIANTO TERMICO, MET... A VOLUME CLIMATIZZATI)
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO, DA È NECESSARIO METTERE IN GIOCO VARIE FIGURE (PORTIERI, MANUTENTORI, SEGRETARI, PROFESSORI, BIDELLI).
- LA SCUOLA NON È IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO

#### 4.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.4.5.1 sono stati riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi complessivi di elettricità, gas e idrici della struttura.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Gli indicatori energetici devono essere valutati con cautela in quanto i collaboratori scolastici lamentano che le ore effettive di riscaldamento durante l'anno sono di molto inferiori a quelle necessarie. Gli indicatori di consumo vengono valutati in base alla superficie di 6525 mq, al volume di 25960 mc, al numero di aule pari a 45 ed alla quantità di alunni di 1183.

<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 109147 [kWh]</b>	
[kWh/mq]	16.73
[kWh/mc]	4.2
[kWh/n° alunni]	92.26
[kWh/n° aule]	2425
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 18323 [mc-gas]</b>	
[mc/mq]	2.8
[mc/mc]	0.8
[mc/n° alunni]	15.5
[mc/n° aule]	407.2
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 612[mc]</b>	
[mc/mq]	0.1
[mc/mc]	0.03
[mc/n° alunni]	0.52
[mc/n° aule]	13.6

Tab.4.5.1-Indicatori energia elettrica e termica

#### 4.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie di tetto per un impianto fotovoltaico molto più grosso.

Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo. Essa migliorerebbe soprattutto la vivibilità nell'ultimo che si trova sotto il solaio del terrazzo, essendo l'unico ambiente a soffrire le sovratemperature estive.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e come visto dai ridotti consumi non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

#### 4.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Per quanto riguarda la manutenzione della centrale termica il personale della scuola ci segnala il problema dell'allagamento del locale grazie allo straripare della fogna in esso presente.

- Alcuni termosifoni sono malfunzionanti e non utilizzati.
- Impianto fotovoltaico vecchio e malfunzionante, probabilmente fermo.
- Spogliatoi della palestra sono stati trovati in uno scarso stato di manutenzione.
- Assenza dei misuratori di energia generale e secondari.
- Uno dei due ascensori non funziona.
- Elevato tasso di umidità all'interno della scuola.
- Infiltrazioni dal tetto.

#### 4.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, si rilevano numerose criticità, di seguito elencate.

- I dati di consumo di interesse, elettrici e termici, sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile accedere ai locali dell'impianto termico.
- Non è possibile accedere ai contatori.
- Non è possibile accedere al tetto.
- Non sono disponibili i dati di produzione da fotovoltaico.
- I collaboratori scolastici sottolineano il fatto che il riscaldamento, nei periodi invernali, viene spento molto prima del dovuto.
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, assistenti. Infatti al momento del sopralluogo non è possibile, come in quasi tutti i casi, conoscere per esempio i volumi e le metrature del fabbricato.
- Anche questa scuola non è in possesso dei propri dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua).

#### 4.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è stato possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Risolvere i problemi di infiltrazioni e quello dell'allagamento del locale termico.
- Installare il misuratore generale e quelli locali.
- Revisionare l'impianto fotovoltaico e incrementarlo con uno di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare autosufficienti o produttori.
- Sistemare i termosifoni mal funzionanti.
- Ristrutturare i spogliatoi.

#### 4.10 Conclusioni

In breve, l'istituto visitato, appare come una buona struttura edile con dei consumi nella norma. Può essere migliorata con piccoli accorgimenti, specialmente per il riscaldamento invernale. In generale la situazione è da ritenersi buona. Solite carenze nella gestione energetica e nella conoscenza e raccolta dei dati.

## 5 IIS ENZO FERRARI (VIA GROTTAFERRATA)

### 5.1 Descrizione

L'IIS (istituto istruzione superiore) Enzo Ferrari è un complesso ad uso scolastico posto nella zona del Tuscolano a Roma, classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG].

Questo complesso scolastico è formato da una serie di prefabbricati degli anni sessanta/settanta disposti in una vasta zona. Infatti gli edifici in oggetto vantano una superficie coperta di 8374 mq e una scoperta di 34400 mq, quindi questo può essere catalogato come un complesso di grandi dimensioni.

La struttura edile non risulta in buone condizioni per quanto riguarda la manutenzione, oltre al fatto che le tecnologie utilizzate nella costruzione del complesso sono di scarsissima qualità. All'atto del sopralluogo si è potuto notare fin da subito lo scarso potenziale schermante della struttura. Un fatto positivo è che la struttura è immersa del verde, con un'intensa alberatura di conseguenza è fornita di una minima protezione naturale dall'irraggiamento solare.



Fig.5.1.1 – Ingresso principale, IIS Ferrari



*Fig.5.1.2 – Prefabbricati di colore bianco*



*Fig.5.1.3 – Prefabbricati di colore rosso*

## **5.2 Edificio**

Il complesso scolastico è composto da una gran numero di prefabbricati disposti tutti a livello piano terreno. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite Città Metropolitana. La



superficie coperta complessiva è di 8374 mq, quella scoperta è di 34400 mq, mentre il volume è di 27300 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici si ricavano il numero complessivo di alunni che è pari a 340 e di aule che sono 32 di cui solo 19 ne vengono utilizzate. All'interno dell'edificio sono presenti ben 17 laboratori di cui 11 sono attualmente attivi, divisi su diverse tematiche scientifiche.

La struttura dell'edificio qui presente è in cemento armato e pannelli prefabbricati per alcune palazzine, mentre in travi in ferro e prefabbricati in lamiera. Spesso tali componenti prefabbricati denotano la presenza di Amianto. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno. Le mura di questi edifici risultano poco schermanti, perciò gli spazi interni, risentono eccessivamente delle condizioni climatiche esterne.



*Fig.5.2.1 – Parete esterna edificio*

Dalla foto (Fig.5.2.2 e Fig.5.2.3) è possibile notare che le aule sono spaziose e particolarmente luminose, in quanto dotate di finestre molto grandi che forniscono altrettanti problemi di climatizzazione invernale.

La struttura in oggetto manifesta la presenza di uno scarso livello di coibentazione, nonché di manutenzione, di una buona parte delle finestrate. Infatti gli infissi sono in alluminio, con vetro singolo ed in pessimo stato di manutenzione (Fig.5.2.4). Recentemente solo alcune finestre sono state sostituite lasciando sempre gli infissi in alluminio, ma installando una vetratura doppia (Fig.5.2.5). La schermatura esterna all'edificio è provvista di avvolgibili in PVC (Fig.5.2.6).



*Fig.5.2.2 – Aula tipo (parte 1)*



*Fig.5.2.3 – Aula tipo (parte 2)*



*Fig.5.2.4 – Finestra con vetro singolo*



*Fig.5.2.5 – Finestra con vetro doppio*



*Fig.5.2.6 – Schermatura esterna, avvolgibili in PVC*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra e di un grosso spazio esterno, nonché di campi all'aperto. All'interno non vi sono spazi accessori come BAR o altri punti di ristoro. Tutti questi spazi non sono utilizzati solamente negli orari scolastici ma vi sono attività extra-scolastiche. Quest'ultime non assorbono troppa energia, quindi non modificano significativamente la curva di carico. Inoltre non vengono utilizzate le docce, di conseguenza neanche il consumo idrico viene particolarmente modificato.



*Fig.5.2.7 – Laboratorio di chimica*



*Fig.5.2.8 – Palestra*



*Fig.5.2.9 – Campi all’aperto*

Per quanto riguarda la copertura della struttura, si hanno due tipologie di tetto quella a falda spiovente singola (Fig.5.2.10) e a falda spiovente doppia (Fig.5.2.11). Parte dei fabbricati hanno il tetto in lamiera (scura e sporca, Fig.5.2.12), questo comporta evidenti problemi a livello termico. Questo implica che nei periodi invernali parte del calore generato dall’impianto termico viene disperso più facilmente all’esterno provocando un aumento dei consumi e le relative lamentele da parte del personale operante. Nei periodi estivi, quanto l’irraggiamento solare è più forte, si rileva una elevata conduzione del calore verso l’interno a causa delle travi in ferro a vista.



*Fig.5.2.10 – Tetto a singola falda spiovente*



*Fig.5.2.11 – Tetto a doppia falda spiovente*



*Fig.5.2.12 – Tetto in ferro*

## 5.2 Impianti

Per quanto riguarda le centrali termiche, sono in buono stato (Fig.5.3.1). E' possibile accedere solo ad un locale termico, quello con la porta rotta (Fig.5.3.2). Si riconferma che i collaboratori scolastici non sono in possesso delle chiavi di detti ambienti neanche per eventuali motivi di emergenza o sorveglianza.

Ci sono sei caldaie a metano, divise in quattro centrali termiche. Le caldaie della centrale in cui è stato potuto accedere sono entrambe da 250 kW di potenza massima al focolare (Fig.5.3.3), con un bruciatore da 338 kW (Fig.5.3.4). Non è possibile conoscere le taglie delle altre caldaie, è possibile fotografarle e

analizzarle per quanto possibile (Fig.5.3.5). Le caldaie e i rispettivi bruciatori sono in un buono stato di manutenzione.

Tutta l'energia termica fornita dalle due centrali viene utilizzata sia per il riscaldamento dell'edificio.

Come altri impianti di climatizzazione vi sono 17 climatizzatori di stanza che interessano zone come uffici, aula magna e qualche aula come è stato possibile vedere in precedenza nella Fig.5.2.3.

E' possibile inoltre accedere ai contatori del GAS (Fig.5.3.6), solo perché in condizioni di sportello mal funzionante e serratura rotta. Un altro problema riscontrato oltre alla carenza di manutenzione, è che i codici POD dei contatori non corrispondono a quelli forniti da Città Metropolitana.



Fig.5.3.1 – Centrale non accessibile





*Fig.5.3.2 – Centrale con la porta rotta*



*Fig.5.3.3 – Caldaie da 250 kW ciascuna*



*Fig.5.3.4 – Bruciatori da 338 kW ciascuno*



*Fig.5.3.5 – Caldaie di una centrale non accessibile*



Fig.5.3.6 – Contatore del GAS

I terminali dell’impianto termico sono termosifoni in alluminio; alcuni di essi, essendo verniciati presentano una emissione leggermente ridotta (Fig.5.3.7). Vi è l’assenza totale di valvole termostate, cosa che invece porterebbe una buona riduzione dei consumi.



Fig.5.3.7 – Termosifoni senza valvole termostate

Per quanto riguarda la parte elettrica (quadro generale e quadri secondari), è tutto in un buono stato di conservazione (Fig.5.3.8). Mentre il contatore dell’energia elettrica, come i contatori del gas risultano accessibili a tutti e i codici POD non corrispondono con quelli archiviati in amministrazione (Fig.5.3.9). Un fatto negativo del sistema elettrico è l’assenza del misuratore di energia, da installare quanto prima. La scuola inoltre non presenta carichi elettrici importanti, di conseguenza non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon (Fig.5.3.10 e Fig.5.3.11), si rende necessario sostituirle quanto prima con le lampade a LED per ridurre i consumi e la manutenzione.



*Fig.5.3.8 – Quadro elettrico generale, a destra è presente un rifasatore di carico*



Fig.5.3.9 – Contatore energia elettrica



Fig.5.3.10 – Disposizione punti luce nella aule



*Fig.5.3.11 – Disposizione punti luce nei laboratori*

L'unica fonte di energia rinnovabile si trova sul tetto di un prefabbricato (Fig.5.3.12 e Fig.5.3.13), dove vi sono installati 120 pannelli fotovoltaici. Non è possibile accedere ai pannelli in quanto il sistema è integrato nella copertura e non accessibile. Si rileva la potenza di picco pari a circa 15 kW. Essi raggiungono una potenza ridotta rispetto alle loro capacità, praticamente dimezzata, in quanto non tutti funzionano correttamente.

Città Metropolitana comunica un dato di energia prodotta da fotovoltaico, nonché integralmente auto consumata, pari a 10069 kWh. Tale energia va sommata a quella assorbita dalla rete (134928 kWh) per avere il reale consumo della struttura, pari a 144997 kWh.



*Fig.5.3.12 – Immagine satellitare del tetto con i pannelli installati*



*Fig.5.3.13 – Foto del tetto con i pannelli installati*

*Fig.5.3.13 – Inverter e quadro riguardante il fotovoltaico*

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. I dati forniti da Città Metropolitana comunicano un consumo di acqua di 3900 mc nell'ultimo anno. Nell'edificio analizzato si ha un tradizionale impianto idrico con assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Inoltre non si effettua ne il recupero di acque piovane ne quello delle acque grigie.

### **5.3 Scheda di indagine edifici scolastici**

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.



## SCHEMA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO 115 E. FERRARI (VIA GROTTAFERRATA)

DATA 28/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola				Codice istituto			
Di proprietà		In locazione <del>X</del>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA GROTTA FERRATA, 76						
CAP	00178						
Coordinate GIS	41.865348, 12.537944						
Dati catastali	8376 m <sup>2</sup> di SUPERFICIE COPERTA						
Classe energetica							
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	115
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	<del>X</del>		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D						
Gradi Giorno	1415						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SESSANTA/SETTANTA						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	NON BUONO						
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	17 LABORATORI - 11 LABORATORI ATTIVI						
Numero tot alunni	340						
Numero aule	17 - DI CUI 11 ATTIVE						
Attività extrascolastiche o serali	SI						

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	1		Numero di piani fuori terra	0	
Superficie complessiva [mq]	8374 [mq]	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	27300 [mc]	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare	SI		NO	
	A falda (spiovente) singola	<del>SI</del>		NO	
	A doppia falda (spiovente)	<del>SI</del>		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLA e DOPPIA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

• INTENSA ALBERATURA

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitatia (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]	250				
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)	GAS METANO		Consumi [M.C.]	32589
	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
Pompa di calore		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Sistemi regolazione	SI	NO		
Contatore di calore	SI	NO			
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:		
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc...)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod		NO	1 3 4 9 2 8 k Wh	ANNUALI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
<b>Spazi interni</b>				
Incandescenza			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flafoniera	X
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
<b>Spazi esterni</b>				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		



Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: <del>.....</del> 15 kW Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni		3900	[m <sup>3</sup> ]	
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
• UTILIZZO DEGLI SPAZI NON IN USO		• FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ IMPIANTISTICHE E STRUTTURALI

- PRESENZA DI AMIANTO NELLA STRUTTURA EDILE DEI PREFABBRICATI
- RIPARAZIONE DEGLI ACCESSI DELLE CENTRALI TERMICHE E DEGLI SPORTELLI DEI CONTATORI
- LE AULE RISULTANO TROPPO CALDE
- ASSENZA DEI MISURATORI DI ENERGIA
- CARENZA NELLA MANUTENZIONE DELL'EDIFICIO
- TETTO E STRUTTURE IN FERRO, SCARSAMENTE COIBENTATE
- ASSENZA DELLA DOCUMENTAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO
- IMPIANTO FOTOVOLTAICO NON ACCESSIBILE
- IL PERSONALE SCOLASTICO NON È IN POSSESSO DELLE CHIAVI DELLE CENTRALI TERMICHE

### CRITICITÀ DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI, TERMICI ED IDRICI) SONO ARCHIVIATI, SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON È POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI COME L'IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- IL CODICE "POD" DEI CONTATORI DI GAS NON CORRISPONDE A QUELLO FORNITO DALLA CITTÀ METROPOLITANA
- NON È POSSIBILE ACCENDERE ALLE CALDAIE

## 5.4 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.5.5.1 sono stati riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas e idrici complessivi di tutte le palazzine.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere al meglio in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per quanto riguarda gli indicatori relativi ai consumi termici sono calcolati considerando la somma dei consumi letti nei quattro contatori del GAS, invece tutti gli indicatori sono calcolati considerando tutte le aule (32), anche quelle delle palazzine non o scarsamente utilizzate. Le superfici sono pari a 8374 mq, i volumi a 27300 mc ed il numero di studenti pari a 340.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 144997 [kWh]	
[kWh/mq]	17.31
[kWh/mc]	5.31
[kWh/n° alunni]	426.5
[kWh/n° aule]	4531
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 32589 [mc-gas]	
[mc/mq]	3.89
[mc/mc]	1.19
[mc/n° alunni]	95.85
[mc/n° aule]	1018
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 3900 [mc]	
[mc/mq]	0.47
[mc/mc]	0.14
[mc/n° alunni]	11.47
[mc/n° aule]	122

Tab.5.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico

## 5.5 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie degli altri tetti per un impianto fotovoltaico molto più grosso. Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare l'elevatissimo carico termico estivo. Essa migliorerebbe la vivibilità delle aule e dei laboratori. Si ricorda che la maggior parte delle coperture è realizzata in prefabbricato di lamiera, scura e/o sporca. Le coibentazioni sono quelle in lana di roccia o poliuretano degli anni 70.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

Un'altra potenzialità consiste nello sfruttare tutti gli spazi inutilizzati, aule e laboratori, per attività scolastiche, parascolastiche o sociali.

## 5.6 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità vengono riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, alcuni gravi, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Presenza di amianto nella struttura edile dei prefabbricati.
- Riparazione degli accessi delle centrali termiche e degli sportelli dei contatori.
- Le aule risultano troppo calde.
- Assenza dei misuratori di energia.
- Assenza di valvole termostatate.
- Carenza nella manutenzione dell'edificio (soprattutto nella parte esterna).
- Tetto e strutture in ferro scarsamente coibentato.
- Assenza della documentazione dell'impianto fotovoltaico.
- Pannelli fotovoltaici inaccessibili per qualsiasi operazione di verifica e manutenzione.
- Il personale scolastico non è in possesso delle chiavi delle centrali termiche.

### 5.7 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono state rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico: per conoscere alcune informazioni è necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite Città Metropolitana.
- Il codice POD dei contatori di GAS non corrisponde con quello fornito da Città Metropolitana.
- Non è possibile accedere alle centrali termiche.

### 5.8 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è stato possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Installare i misuratori di energia elettrica.
- Verniciare di bianco tutti i prefabbricati che sono di colore rosso scuro, così da ridurre il surriscaldamento.
- Riparare tutti gli accessi delle centrali termiche e gli sportelli dei contatori.
- Installare su tutte le finestre infissi a taglio termico.
- Installare le valvole termostatate sui radiatori.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare auto produttori. Anche per coprire le coperture scarsamente coibentate e sottoposte a forte irraggiamento solare.
- Data la posizione favorevole, immersa nel verde, favorire e curare una vegetazione anche caducifoglie che aiuti la struttura nella gestione della radiazione solare.

### 5.9 Conclusioni

In breve, l'istituto visitato, appare con delle carenze e con dei consumi di energia elettrica piuttosto elevati. Deve essere migliorata specialmente per il raffrescamento estivo. In generale la situazione è da ritenersi non buona, in quanto l'edificio necessita di numerosi interventi urgenti.

## 6 IIS ENZO FERRARI (VIA CORRADO FERRINI)

### 6.1 Descrizione

La succursale dell'IIS Enzo Ferrari, è un edificio ad uso scolastico posto nella zona del Tuscolano a Roma. E' classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Esso è posto in una palazzina degli anni settanta, condivisa con il Liceo Artistico Argan. La palazzina nel suo intero ha una superficie di circa 13055 mq, mentre gli spazi utilizzati dal Ferrari sono circa il 40%, ovvero di 5374 mq. La struttura edile in buone condizioni per quanto riguarda la manutenzione, migliori della sede centrale. Nel momento del sopralluogo si sono potute notare delle potenzialità da poter sfruttare in questa struttura. A differenza della principale, questa sede non vanta di un importante di una schermatura naturale in quanto vi è totale assenza di alberi e vegetazione.



Fig.6.1.1 - IIS E. Ferrari sede in via Ferrini



Fig.6.1.2 – Ingresso principale, IIS E. Ferrari sede in via Ferrini

## 6.2 Edificio

Il complesso scolastico è disposto in una palazzina di 5 piani, dove gli spazi occupati dal Ferrari sono circa il 40% del totale della palazzina. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite Città Metropolitana, la scuola, come negli altri casi, non conosce i propri dati strutturali ed energetici. La superficie coperta complessiva è di 5374 mq, mentre il volume è di 20447 mc. Tramite immagini satellitari è stato possibile calcolare la superficie totale della palazzina, pari a 13055 mq. E' importante conoscere entrambe i dati in quanto permettono di calcolare i dati di consumo totali e parziali a seconda di come le diverse scuole si suddividono gli spazi, gli impianti ed i conteggi di energia.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici si ricava il numero complessivo di alunni che è pari a 230, mentre nei corsi serali sono presenti 110. Per quanto riguarda le aule, sono 15 e vi sono presenti 5 laboratori divisi su diverse tematiche scientifiche.

La struttura dell'edificio è in cemento armato e muratura di tamponamento. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno. La struttura edile offre però un buon isolamento termico, pur non avendo coibentazioni aggiuntive.

Dalla foto (Fig.6.2.1 e Fig.6.2.2) è possibile notare che le aule sono spaziose e particolarmente luminose, in quanto dotate di finestre molto grandi.

La struttura in oggetto manifesta la presenza di un discreto livello di coibentazione, nonché di manutenzione, delle finestrature. Gli infissi sono in alluminio, con vetro doppio (Fig.6.2.3). In aggiunta, cosa abbastanza rara, si hanno anche le tende (Fig.6.2.4).





*Fig.6.2.1 – Aula tipo (parte 1)*



*Fig.6.2.2 – Aula tipo (parte 2)*



*Fig.6.2.3 – Finestra scorrevole con doppio vetro*



*Fig.6.2.4 – Finestra schermata con le tende*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra (Fig.6.2.5) e di uno spazio esterno, nonché di campi all'aperto (Fig.6.2.6). All'interno vi è anche un piccolissimo BAR come punto di ristoro che sicuramente non influisce pesantemente sui consumi dell'edificio.

Tutti questi spazi non sono utilizzati solamente negli orari scolastici, ma vi sono attività serali. Vi è un forte utilizzo dell'aula magna in quanto viene concessa al territorio, effettuando attività di convegni, teatro, etc.



*Fig.6.2.5 - Palestra*



*Fig.6.2.6 – Immagine satellitare dei campi all'aperto*

Per quanto riguarda la copertura della struttura, si ha un lastricato calpestabile realizzato in cemento e guaina. Non è possibile accedere al tetto per mancanza delle chiavi, è però possibile osservare tramite immagini satellitari la tipologia del tetto (Fig.6.2.7).



Fig.6.2.7 – Immagine satellitare del tetto

In questo edificio non è possibile conoscere la classe energetica, in quanto anche Città Metropolitana non è in possesso del certificato di classe energetica.

### 6.3 Impianti

Non è possibile accedere e visitare né la centrale termica né i contatori di GAS, in quanto loro sono condivisi con l'altra scuola (Liceo Artistico Argan). La considerazione da effettuare è che essendo a conoscenza solamente dei consumi di tutto l'edificio, occorre effettuare una proporzione tra metrature totali e quelle riguardanti solamente la parte dell'istituto Ferrari. Così è possibile risalire ai consumi della porzione di edificio di interesse (IIS Enzo Ferrari).

Tutta l'energia termica fornita dall'impianto termico viene utilizzata sia per il riscaldamento dell'edificio. Come altri impianti di climatizzazione vi sono 20 climatizzatori di stanza che interessano zone come uffici, l'aula magna e quasi tutte le aule sono provviste di un climatizzatore.

I terminali dell'impianto termico sono i classici termosifoni in ghisa (Fig.6.3.1). Anche in questo caso non vengono minimamente gestiti i consumi di energia termica, vi è assenza totale di valvole termostate sui radiatori.

Per quanto riguarda la parte elettrica (quadro generale, quadri secondari e contatore di energia elettrica) è in buono stato di conservazione (Fig.6.3.2 e Fig.6.3.3). Il fatto importante da considerare è che sia il contatore che il quadro elettrico sono in condivisione con l'altro istituto scolastico che occupa l'altra metà degli spazi.

Un altro fatto negativo del sistema elettrico è l'assenza del misuratore di energia, ricordiamo obbligato per legge. La scuola presa in considerazione non presenta carichi elettrici importanti, di conseguenza non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti. Sebbene il Ferrari non presenta carichi particolarmente importanti, grazie ai collaboratori scolastici, si scopre che l'istituto confinante (Argan, artistico) presenta carichi elevati ovvero dei grandi forni elettrici da laboratorio per la cottura della terracotta. Tali informazioni sono sufficienti a rendere, anche in questo caso, molto difficile la caratterizzazione del consumo energetico.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon (Fig.6.3.4), si rende necessario sostituirlle con lampade a LED.



*Fig.6.3.1 – Termosifoni in ghisa, assenza di valvole termostate*



*Fig.6.3.2 – Quadro elettrico generale*



Fig.6.3.3 – Quadro elettrico di piano



Fig.6.3.4 – Punti luce

La produzione di energia rinnovabile avviene tramite impianto fotovoltaico installato sul tetto (Fig.6.3.5), dove risultano effettivamente 68 pannelli solari. Essi hanno nel complesso una potenza di picco di circa 15 kW. Non risulta possibile accedere né agli inverter né al quadro dell'impianto fotovoltaico per mancanza dei referenti e delle chiavi.

Grazie ai dati forniti da Città Metropolitana è possibile quantificare la producibilità annua da impianto fotovoltaico in 25196 kWh.

Dal contatore bidirezionale di scambio, ricavando un rapporto tra energia totale assorbita pari ed energia totale immessa in rete pari a 1/0.000045, risulta evidente che l'energia prodotta da fotovoltaico viene integralmente autoconsumata. Per tale motivo l'energia prodotta da fonte rinnovabile viene sommata a quella assorbita dalla rete al fine di ottenere il reale consumo dell'edificio.



*Fig.6.3.5 – Pannelli fotovoltaici*

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. Tramite i dati forniti da Città Metropolitana si è potuto rilevare che questo istituto nell'ultimo anno presenta un consumo di acqua, di tutta la struttura, di 23197 mc. Mentre quello relativo solamente al Ferrari è pari a 9280 mc. Nel presente edificio si ha un impianto idrico tradizionale con assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

#### **6.4 Scheda di indagine edifici scolastici**

In questa sezione viene inserita la scansione integrale della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEDA EDIFICI SCOLASTICI CONSIP

2.0

ISTITUTO ISS E. FERRARI (VIA C. FERRINI)

DATA 28/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1



DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI						
Nominativo scuola			Codice istituto			
Di proprietà'		<del>In locazione</del>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.
Regione	LAZIO					
Comune	ROMA					
Provincia	ROMA					
Indirizzo	VIA CORRADO FERRINI, 83					
CAP	00173					
Coordinate GIS	41.8574311, 12.5723878					
Dati catastali	5374 [m <sup>2</sup> ]					
Classe energetica						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO	Specificare la tipologia di scuola o istituto	115
	Asilo	SI		NO		
	Elementari	SI		NO		
	Medie	SI		NO		
	Superiori	<del>SI</del>		NO		
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D					
Gradi Giorno	1415					
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SETTANTA					
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona,discreta, ottima.ecc..)	BUONE					
Destinazione d'uso presenti (mense,laboratori ecc..)	5 LABORATORI					
Numero tot alunni	230 + 110 SERALE					
Numero aule	15					
Attività extrascolastiche o serali	ATT,VITA' SERALI					

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro	C.A + MURATURA DI TAPPONAMENTO			
Numero piani complessivi	5		Numero di piani fuori terra	4	
Superficie complessiva [mq]	5376 [mq]	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	20447 [mc]	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)	BAR				
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	DOPPIA				
Tipo schermatura  TENDE	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	SI		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	SI		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

- ASSENZA DI VEGETAZIONE

### SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	GAS		Consumi [Mmc]	13124
Pompa di calore	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod		NO	53058 kWh	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	X
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	X
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico



Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: <u>~15 kW</u> Produzione [kWh/anno]: <u>25196 [kWh]</u>	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altra	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico			
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni	9280 [cmc]		
Spesa media annuale- ultimi 3 anni			

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- CONTATORI, CENTRALI TERMICHE E QUADRI ELETTRICI COMUNI CON UN ALTRO LICEO
- ASSENZA DELTISURATORE DI ENERGIA E DELLE VALVOLE TERMOSTATATE
- MANCANZA DI CHIAVI RELATIVE AI CONTATORI E ALLE CENTRALI TERMICHE
- NON È POSSIBILE ACCEDERE AL TETTO

### CRITICITÀ DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI, TERMICI E IDRICI) SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- IL CODICE "POD" DEI CONTATORI NON CORRISPONDE A QUELLO FORNITO DALLA CITTA' METROPOLITANA
- NON È POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI. (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METATURE E VALORI CURATIZZATI)
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- NON È POSSIBILE ACCEDERE AL TETTO E AI LOCALI TECNICI

### 6.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.6.5.1 sono riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas e idrici complessivi del sistema edificio-impianto.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Il calcolo degli indicatori energetici è possibile grazie alla suddivisione approssimativa, per proporzione lineare, dell'energia consumata dalle diverse scuole ospitate nel medesimo edificio. Inoltre nel calcolo degli indicatori in funzione del numero di alunni sono considerati anche quelli dei corsi serali. Si è costretti purtroppo a trascurare la presenza dei forni nella scuola adiacente per mancanza di autorizzazione al sopralluogo e di relativi dati. La superficie considerata è pari a 5374 mq, un volume di 20447 mc, un numero di alunni pari a 340 e di aule pari a 15. L'energia elettrica totale assorbita è la somma di quella presa dalla rete (58058 kWh) e di quella autoprodotta con il fotovoltaico (10368 kWh, energia dedicata in proporzione al Ferrari di quella prodotta per tutto l'edificio e pari a 25196 kWh) ed integralmente auto consumata.

<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 68426 * [kWh]</b>	
[kWh/mq]	12.7 *
[kWh/mc]	3.35 *
[kWh/n° alunni]	201.2 *
[kWh/n° aule]	4562 *
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 13124 * [mc-gas]</b>	
[mc/mq]	2.44 *
[mc/mc]	0.64 *
[mc/n° alunni]	38.6 *
[mc/n° aule]	875 *
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA –9280 * [mc]</b>	
[mc/mq]	1.73 *
[mc/mc]	0.45 *
[mc/n° alunni]	27.3 *
[mc/n° aule]	618.7 *

Tab.6.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico (\*) Valore approssimato per mancanza o imprecisione di dati

### 6.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie degli altri tetti per un impianto fotovoltaico molto più grosso. Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo. Essa migliorerebbe la vivibilità delle aule e dei laboratori. Anche in questo edificio hanno lamentato lo scarso comfort estivo nelle aule dell'ultimopiano.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

### 6.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Contatori, centrali termiche e i quadri elettrici sono condivisi con un altro liceo del quale non si conosce il profilo di carico.
- Assenza dei misuratori di energia.
- Assenza di valvole termostatate.
- Mancanza delle chiavi relative ai contatori e alle centrali termiche.
- Non è possibile accedere al tetto.

### 6.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono state rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico) ed inoltre in condivisione con un altro liceo.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite Città Metropolitana.
- Il codice POD dei contatori non corrisponde con quello fornito dalla Città Metropolitana.
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, impianto elettrico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi. Infatti al momento del sopralluogo non è possibile conoscere, ad esempio, dati essenziali come i volumi e le metrature.
- Non è possibile accedere al tetto e ai locali tecnici, quadri elettrici inclusi, per difficoltà di reperimento delle chiavi o totale assenza.

### 6.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Installare i misuratori di energia elettrica.
- Installare valvole termostatate sui radiatori.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per sfruttare l'intero tetto e per coprire il lastrico solare dall'irraggiamento estivo.

### 6.10 Conclusioni

L'istituto visitato presenta una buona struttura edile. C'è qualche piccola carenza impiantistica ed ha il problema dei consumi condivisi con altre suole. In generale la situazione è da ritenersi buona, in quanto l'edificio non necessita di interventi pesanti o urgenti.

## 7 LICEO ARISTOFANE (SEDE M. RESECONE E M. MASSICO)

### 7.1 Descrizione

Il liceo classico e linguistico Aristofane è un istituto situato nella zona del municipio III di Roma. E' classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Esso è composto da tre edifici di cui una sede centrale e due succursali. In questo capitolo vengono studiate la sede centrale (Via M. Resecone) e solamente una succursale (Via M. Massico), in quanto i due edifici hanno caratteristiche molto simili. Infatti questi due edifici molto simili tra loro risultano costruiti entrambi nel 1979 e presentano una superficie di 3849 mq per quanto riguarda la sede centrale, mentre 2113 mq per la succursale.

Le due strutture sono circondate da una intensa alberatura e disposte su vari livelli di terreno, a scendere a gradoni. Complessivamente i due edifici sono in uno stato di conservazione appena sufficiente: in fase di sopralluogo ci si rende conto immediatamente della condizione di queste due strutture.



Fig. 7.1.1 – Ingresso sede centrale



*Fig. 7.1.2 – Le due sedi*



*Fig. 7.1.3 – Disposizione dei piani della scuola*

## 7.2 Edificio

Le due strutture sono composte da 6 livelli, tutti scalati su piani terra o massimo primo piano, su entrambe le palazzine. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite il competente ufficio di Città Metropolitana Roma Capitale. La superficie coperta complessiva è di 5962 mq, quella del tetto è di 5500 mq, mentre il volume è di 19663 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici si ricava il numero di alunni: nella sede centrale è pari a 300, mentre nella succursale è 800 per un totale di 1100. Vi sono 15 aule nella prima e 31 nella seconda, per un totale di 46 aule. All'interno degli edifici sono presenti 5 laboratori divisi su diverse tematiche.

La struttura degli edifici qui presenti è in cemento armato con tamponatura a mattone più foratino, con intercapedine al suo interno. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno.



Fig.7.2.1 – Parete esterna

La aule sono di medie dimensioni, ma parecchio luminose (Fig.7.2.2). Non riportano una buona manutenzione, soprattutto nelle finestrate (Fig.7.2.3). Infatti il complesso in oggetto manifesta la presenza di un pessimo livello di coibentazione, nonché di manutenzione, di tutte le finestrate. Gli infissi sono tutti in alluminio con vetro singolo (Fig.7.2.4). Per la schermatura esterna l'edificio è provvisto di tapparelle avvolgibili in PVC (7.2.5).





*Fig.7.2.2 – Aula tipo*



*Fig.7.2.3 – Finestra aula*

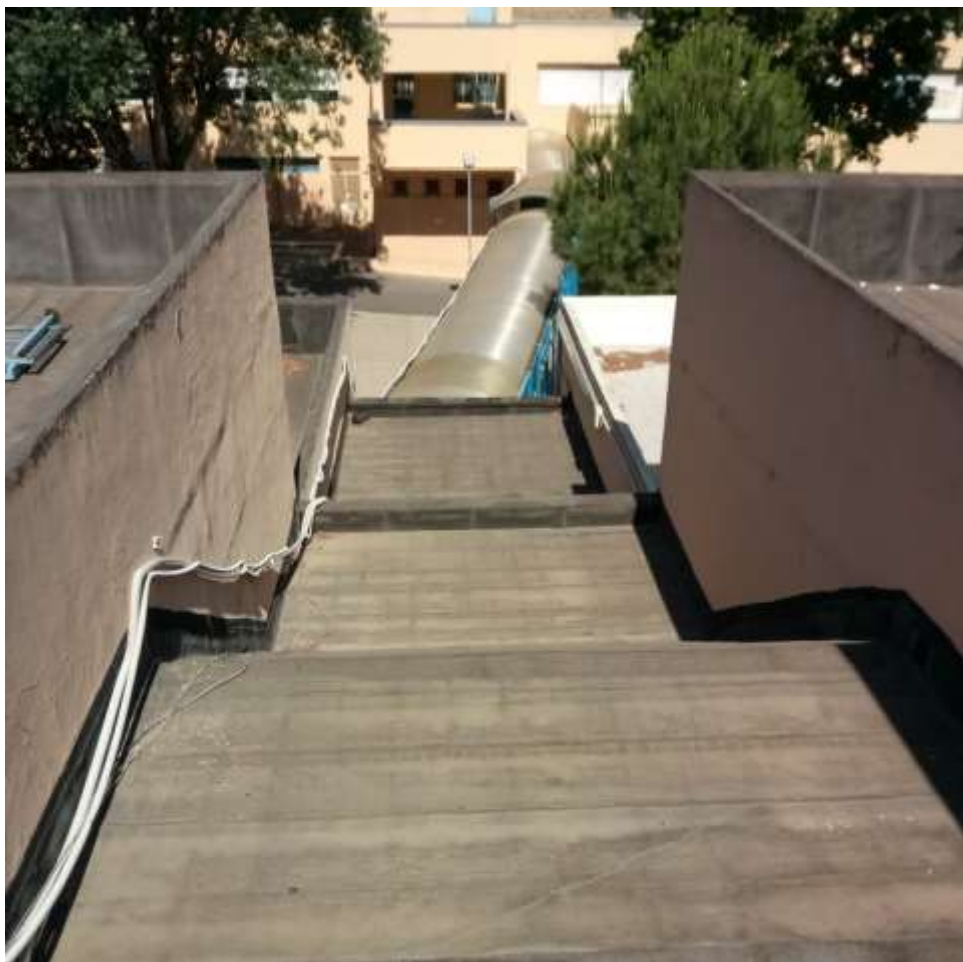


*7.2.4 – Infisso con vetro singolo*



*Fig.7.2.5 – Avvolgibili in PVC*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra e di un grosso cortile esterno. Tutti questi spazi sono utilizzati solo dall'Aristofane negli orari scolastici in quanto non vi sono attività extra-scolastiche che possano assorbire troppa energia modificandone significativamente la curva di carico. E' possibile anche visitare anche i terrazzi di copertura di 3400 mq per quanto riguarda la sede centrale, mentre il tetto della succursale è di 2100 mq. La tipologia di tetto è un lastricato in cemento armato coperto con guaina di colore nero (Fig.7.2.6); sulla succursale la guaina è di colore verde (Fig.7.2.7). Dato che le aule della sede primaria soffrono eccessivamente il caldo, occorre da riverniciare il rispettivo tetto con un colore chiaro. Si ricorda che la scuola è a gradinata e quasi tutte le aule hanno un tetto esposto ai raggi solari. Sarebbe necessaria anche una coibentazione per l'inverno a causa delle enormi superfici esterne che ha la struttura. In ogni caso, per la parte invernale, la peggiore situazione termica di bassa temperatura viene manifestata da chi utilizza le aule basse a contatto con il terreno. L'edificio è stato valutato in classe energetica G.



*Fig.7.2.6 – Tetto sede centrale*



*Fig.7.2.7 – Tetto succursale*

### **7.3 Impianti**

Per quanto riguarda le centrali termiche, sono due in due locali distinti e non è possibile accedervi. La centrale in cui è possibile accedere, quella relativa alla sede centrale, ha la porta con la serratura rotta e quindi è accessibile a chiunque. Per quanto riguarda l'altra centrale, non è stato possibile accedervi in quanto il personale scolastico non è in possesso delle chiavi.

Essendo i libretti delle centrali contenute nel locale tecnico ed essendo esterna la ditta che le gestisce, in caso di mancato accesso, non è possibile avere alcune dato sul sistema di riscaldamento.

E' importante da sottolineare che per quanto riguarda il contatore relativo alla centrale termica della succursale (via Monte Massico), in cui non è stato possibile accedere, i consumi di GAS sono in condivisione con un asilo che occupa l'altra parte del fabbricato. Questo fatto implica l'impossibilità di calcolare indicatori energetici, in quanto sono due edifici ad uso scolastico con consumi energetici ed orari totalmente differenti. Inoltre i codici POD dei contatori sono diversi da quelli forniti da Città Metropolitana. La centrale termica in cui è stato possibile l'accesso è quella relativa alla sede centrale ed è caratterizzata da due caldaie (Fig.7.3.1), di diversa taglia, a metano. All'interno del locale vi è una caldaia da 420 kW di potenza termica utile (Fig.7.3.2), con un bruciatore a potenza variabile (Fig.7.3.3). L'altra caldaia ha una di potenza termica massima di 550 kW (Fig.7.3.4), con un bruciatore a potenza variabile (Fig.7.3.5). In questo caso è possibile accedere al contatore relativo a questa centrale termica in quanto lo sportello ha la serratura rotta di conseguenza è accessibile a chiunque addirittura dal lato strada (Fig7.3.6). Le caldaie e i rispettivi bruciatori sono in un buono stato di manutenzione.

Tutta l'energia termica fornita dalle due centrali viene utilizzata sia per il riscaldamento dell'edificio. Vi sono inoltre altri impianti di climatizzazione, 10 piccoli climatizzatori di stanza che interessano zone come uffici e l'aula magna. Nella palestra invece sono presente due boiler elettrici, essi forniscono acqua calda agli spogliatoi.



*Fig.7.3.1 – Locale termico, caldaie*



Fig.7.3.2 – Caldaia da 420 kW di potenza termica utile



Fig.7.3.3 – Dati di targa del bruciatore relativo alla caldaia da 420 kW



Fig.7.3.4 – Caldaia da 550 kW di potenza termica massima



Fig.7.3.5 – Dati di targa del bruciatore relativo alla caldaia da 550 kW



*Fig.7.3.6 – Contatore del GAS*

I terminali dell'impianto termico sono i classici termosifoni in ghisa (Fig.8.3.7) ovviamente non dotati delle essenziali valvole termostate.



*Fig.7.3.7 – Termosifone aula, assenza di valvole termostate*



Per quanto riguarda la parte elettrica (contatore, quadro generale e quadri secondari), non è possibile accedere né ai quadri elettrici di fornitura e né ai contatori. Gli unici contatori accessibili sono quelli abbandonati senza sportello lato strada (Fig.7.3.8), uno dei quali è inoltre in condivisione con la scuola elementare. Questo implica un' impossibilità di calcolo di precisi indicatori energetici.

Un altro fatto negativo del sistema elettrico è l'assenza del misuratore di energia generale nella succursale. Gli edifici presi in considerazione non presentano carichi elettrici importanti, di conseguenza non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchie plafoniere con lampade a scarica, si rende necessario sostituirle quanto prima con le lampade a LED per motivi di consumi e di manutenzione.

Nelle strutture qui descritte vi sono ampie superfici di copertura, praticamente quasi quanto tutto il calpestabile interno. Non vi sono sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili; utilizzare un impianto fotovoltaico per produrre energia utile alla struttura ed al tempo stesso proteggere gli ampi tetti dall'insolazione sarebbe certamente utile.



*Fig.7.3.8 – Contatori energia elettrica*

Non è possibile venire a conoscenza dei consumi idrici della struttura qui presente in quanto neanche a Città Metropolitana risulta comunicato tale dato. Nell'edificio descritto vi è un tradizionale impianto idrico con assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

#### **7.4 Scheda di indagine edifici scolastici**

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata in fase di sopralluogo.

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO ARISTOFANE (VIA M. RESECONE)

DATA 09/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola			Codice istituto				
Di proprietà		In locazione		Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA MONTE RESECONE, 3						
CAP	00139						
Coordinate GIS	41.9523354, 12.5285104						
Dati catastali	3849						
Classe energetica	G						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	LCL
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	X		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	A						
Gradi Giorno	14'5						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	1979						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona,discreta, ottima ecc..)	NON BUONA						
Destinazione d'uso presenti (mense,laboratori ecc..)	5 LABORATORI						
Numero tot alunni	300						
Numero aule	15						
Attività extrascolastiche o serali							

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
Altro	C.A. CON TAMPONATURA IN MATTONI				
Numero piani complessivi	5 LIVELLI		Numero di piani fuori terra		
Superficie complessiva [mq]	3849	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	12024	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti	SI		<del>NO</del>		
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

INTENSA VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]	970 [kWt] TOT.				
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	GAS		Consumi [Mmc.]	17472
	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
Pompa di calore		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Sistemi regolazione	SI		NO	
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico <b>SI</b>	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

**Utilizzazione energia elettrica**

Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW, euro, ecc.)	Periodo assunzione dati (annui, bimestrali, ecc)
Cons.pod		SI	64967 kWh	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce, fm, cdz, ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW, euro, ecc.)	Periodo assunzione dati (annui, bimestrali, ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flafoniera	*
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flafoniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				



Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: ..... <p style="text-align: center; font-size: 1.5em;"><b>No</b></p>	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>	
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		<b>FOTOVOLTAICO</b>		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITA' STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- INFISSI MALANDATI
- TERMOISOLAZIONI NON ORIENTATE VERSO L'ESTERNO
- SPAZI INTERNI TROPPO CALDI NEI PERIODI ESTIVI
- ASSENZA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO,
- ASSENZA DELLE VALVOLE TERMOSTATATE
- CARENZE DI MANUTENZIONE EDILE DELL'EDIFICIO, DEI CONTATORI E DELLA CENTRALE TERMICA
- IL PERSONALE NON E' IN POSSESSO DELLE CHIAVI DEI LOCALI TECNICI
- SPIFFERI D'ARIA NELLE AULE
- PROBLEMI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA CALDA E FREDDA

### CRITICITA' DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI E TERMICI) SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON E' POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI. (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI)
- LA SCUOLA NON E' DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- NON E' STATO POSSIBILE ACCEDERE A TUTTI I CONTATORI E A TUTTE LE CENTRALI TERMICHE
- ASSENZA DEI CONSUMI IBRIDI

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO ARISTOFANE (VIA MONTE MASSICO)

DATA 09/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola				Codice istituto			
Di proprietà'		<input checked="" type="checkbox"/> In locazione		Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROTTA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA MONTE MASSICO, 88						
CAP	00139						
Coordinate GIS	41.9523354, 12.5285104						
Dati catastali	213 Dm <sup>2</sup>						
Classe energetica	G						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	LCL
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	<input checked="" type="checkbox"/>		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D						
Gradi Giorno	1415						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	1979						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	NON BUONA						
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	LABORATORI						
Numero tot alunni	800						
Numero aule	31						
Attività extrascolastiche o serali							

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro	C.A. CON TAMPONATURA IN MATTONI			
Numero piani complessivi	6 LIVELLI		Numero di piani fuori terra		
Superficie complessiva [mq]	2113 [mq]	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	7645 [mc]	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<input checked="" type="checkbox"/>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	



Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

INTENSA VEGETAZIONE

### SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc.)	GAS		Consumi [MCM]	CONDIVISI CON UN ALLO
Pompa di calore	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
		COP:		Pot elet:	[kWe]
geotermica	EER:		Pot term:	[kWt]	
	EER:		Pot term:	[kWt]	
Sistemi regolazione	SI	NO			
Contatore di calore	SI	NO			
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:		
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica

Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod		NO	93446 kWh (CONSUMI CONDIVISI CON UN ASILO)	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Recupero acque piovane	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Recupero acque grigie	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTORALI E IMPIANTISTICHE:

- INFISSI MALANDATI
- TERMOISOLAZIONI NON COMPLETATE VERSO L'ESTERNO
- SPAZI INTERNI TROPPO FREDDI NEI PERIODI INVERNALI
- ASSENZA DI UN IMPIANTO AUTONOMO, DI UN MISURATORE DI ENERGIA E DELLE VALVOLE TERMOSTATATE
- CARENZE SIA NELLA MANUTENZIONE DELL'EDIFICIO, CHE DEI LOCALI TECNICI
- IL PERSONALE NON È IN POSSESSO DELLE CHIAVI DEI LOCALI TECNICI
- SPIFFERI D'ARIA NELLE AULE
- PROBLEMI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA CALDA E FREDDA.

### CRITICITÀ DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI E DI GAS) SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON È POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEMA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI. (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI)
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- I CONSUMI SONO CONDIVISI CON UN ASILO
- NON È POSSIBILE ACCEDERE A TUTTI I CONTATORI E LE CENTRALI TERMICHE



### 7.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.7.5.1 sono stati riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità e gas complessivi del sistema utilizzatore.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per questo edificio è possibile calcolare gli indicatori energetici della sola sede centrale in quanto la succursale di via M. Massico ha i consumi divisi con un asilo. Di conseguenza i dati utilizzati sono quelli relativi alla sede in via M. Resecone. Dove si ha una superficie di 3849 mq, un volume di 12018 mc, un numero di alunni pari a 300 e un numero di aule pari a 15. Gli indici in funzione dei consumi idrici non sono calcolati per la mancanza del dato.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 64967 [kWh]	
[kWh/mq]	16.88
[kWh/mc]	5.4
[kWh/n° alunni]	216.5
[kWh/n° aule]	4331
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 17.472 [mc-gas]	
[mc/mq]	4.54
[mc/mc]	1.45
[mc/n° alunni]	58.24
[mc/n° aule]	1165
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – [mc]	
[mc/mq]	
[mc/mc]	
[mc/n° alunni]	
[mc/n° aule]	

Tab.7.5.1-Indicatori energia elettrica e termica

### 7.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie di tetto per un impianto fotovoltaico, cosa che manca del tutto.

Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo. Essa migliorerebbe soprattutto la vivibilità dei laboratori, uffici e aule che si trovano sotto quasi tutti i solai del terrazzo.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico. Anche eventuali impianti di cogenerazione non sono consigliabili dati i ridotti carichi energetici impiegati nella struttura.

### 7.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono riscontrate nell'edificio descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Infissi malandati, in metallo sottile non coibentato, con vetro singolo.

- Termosifoni non coibentati verso l'esterno.
- Spazi interni alla sede centrale troppo caldi nei periodi estivi. Aule sotto copertura caldissime.
- Spazi interni alla succursale, specialmente aule basse ed interrato, troppo freddi nei periodi invernali.
- Assenza di un impianto fotovoltaico.
- Carenze nella manutenzione negli accessi ai contatori e alla centrale termica.
- Leggere carenze nella manutenzione edile dell'edificio.
- Il personale non è in possesso delle chiavi dei locali tecnici (contatori, centrali termiche).
- Assenza di valvole termostate.
- Assenza dei misuratori di energia nella succursale.
- Si accusano spifferi d'aria nelle aule.
- Problemi di distribuzione dell'aria calda e fredda nell'intero fabbricato che, essendo realizzato a gradinata, senza paratie di separazione tra le diverse zone, fa sì che l'aria calda e fredda si stratifichino ai piani alti e bassi.

### 7.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono state rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, impianto elettrico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico. Per conoscere alcune informazioni risulta necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi, assistenti. Infatti al momento del sopralluogo non risulta possibile conoscere ad esempio ne i volumi e ne le metrature generali dell'edificio.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite l'ufficio esterno di Città Metropolitana di Roma Capitale.
- Non è stato possibile accedere a tutti i contatori e le centrali termiche per il mancato possesso delle chiavi da parte personale scolastico e di vigilanza.
- I consumi della sede in via M. Massico sono condivisi con un altro edificio scolastico, un asilo.

### 7.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Per rendere più fresche d'estate le aule della sede principale, occorre verniciare di bianco il tetto o coprirlo con impianti fotovoltaici.
- Provvedere a risolvere le carenze di manutenzione, per esempio riparare gli sportelli dei contatori e la porta della centrale termica.
- Reperire le chiavi dei locali tecnici e tenerle a disposizione, anche per eventuali emergenze.
- Effettuare una compartimentazione delle aree della scuola a diversi livelli, così da evitare che il calore erogato dai termosifoni nelle stagioni fredde, si addensino solamente negli ultimi piani.
- Installare i misuratori di energia nella succursale di via M. Massico.
- Installare un impianto fotovoltaico, anche per copertura del tetto.

- Installare le valvole termostate su tutti i radiatori.
- Cambiare le finestre (infissi e vetratura) con degli infissi a taglio termico e doppio vetro.

### *7.10 Conclusioni*

L'edificio scolastico preso in analisi, presenta delle evidenti carenze nella manutenzione e nella gestione tecnica del manufatto e dell'impianto energetico. Occorre prendere dei provvedimenti per migliorare il livello di confort (di alunni e personale scolastico) e per diminuire i consumi. Ha comunque sia una discreta struttura edile ed è situata in mezzo al verde con una buona schermatura naturale, sicuramente da ampliare e curare.

## 8 LICEO ARISTOFANE (SEDE ISOLE CURZOLANE)

### 8.1 Descrizione

La seconda succursale del liceo classico e linguistico Aristofane è situata sempre nella zona del municipio III di Roma, vicino alle altre due sedi. Essa è situata all'interno di una palazzina degli anni trenta e condivide la struttura con un'altra scuola, occupandone una superficie pari a 2458 mq.

La struttura non è circondata da una intensa alberatura, come le altre due sedi ma semplicemente da strutture edili. Complessivamente l'edificio è in buono stato di conservazione, infatti anche in fase di sopralluogo ci si rende conto della ampia differenza tra le due strutture messe a confronto. La sede centrale in edilizia economica anni 70 e la succursale qui in analisi in edilizia migliore, a muro pieno portante, degli anni 30. L'edificio qui valutato ha buone potenzialità edili strutturali e molti spazi da sfruttare.



Fig.8.1.1 – Ingresso principale LCL Aristofane di via Isole Curzolane

### 8.2 Edificio

La porzione di struttura in uso al liceo Aristofane, come succursale, è relativa esclusivamente a due piani. È possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite l'Ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitana Roma Capitale. La superficie coperta è di 2458 mq, quella del tetto è di 762 mq, quella mq mentre il volume è di 8112 mc. È da notare che un piano intero del fabbricato, oltre a quelli in uso all'Aristofane, è totalmente inutilizzato ed in stato di abbandono (Fig.8.2.1 e Fig.8.2.2). Sarebbe opportuno riorganizzare gli spazi per sfruttare anche tale piano. Per quanto riguarda la superficie totale dell'edificio, tramite immagini satellitari è possibile rilevarla. Esso infatti risulta avere una superficie totale di 9094 mq e un volume di 30013 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici tutti vengono ricavati il numero di alunni che è pari a 370, mentre le aule sono 15. All'interno degli edifici sono presenti diversi laboratori divisi su diverse tematiche. La struttura del edifici qui presente è in muratura piena portante, tipica degli anni trenta. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno.



*Fig.8.2.1 – Atrio ultimo piano*



*Fig.8.2.2 – Aula ultimo piano*

La aule sono di medie dimensioni ma abbondantemente luminose (Fig.8.2.2). Le aule e gli spazi che vengono utilizzati sono in un buon stato di conservazione e manutenzione. Gli infissi sono tutti in alluminio con doppio vetro (Fig.8.2.3), nei corridoi sono sempre in alluminio con vetro singolo e alcuni spazi all'ultimo piano sono in legno con vetro doppio (Fig.8.2.4). Per la schermatura esterna l'edificio è provvisto di tapparelle avvolgibili in PVC (8.2.5).



*Fig.8.2.3 – Finestratura con infissi in alluminio e doppio vetro*



*Fig. 8.2.4 – Infissi in legno con vetro doppio*



*Fig.8.2.5 – Avvolgibili in PVC*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra e di un grosso cortile esterno. Tutti questi spazi sono utilizzati sia dall'Aristofane che dall'altro istituto. Vi sono anche attività extra-scolastiche, soprattutto sportive, cosa che può modificare la curva di carico elettrico, idrico e termico.

E' possibile anche visitare anche parte dei terrazzi di copertura, di superficie 762 mq (Fig.8.2.6). La tipologia di copertura è a terrazza calpestabile piastrellata.

L'ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitane ha comunicato come F la classe energetica di questo fabbricato.





*Fig.8.2.6 - Tetto, lastricato calpestabile*

### **8.3 Impianti**

Per quanto riguarda la centrale termica, non è possibile accedervi per mancanza delle chiavi e pertanto non è possibile analizzare l'impianto termico. Essa è in condivisione con un'altra scuola insieme al contatore, di conseguenza anche i dati di consumo lo sono. L'unica operazione possibile infatti è quella del calcolo degli indicatori energetici, approssimando i dati di consumo in funzione della porzione di struttura utilizzata dalla scuola in esame, mediante proporzione sulle metrature, come viene illustrato in seguito.

I terminali dell'impianto termico sono i classici termosifoni in ghisa (Fig.8.3.1). Anche in questo caso vi è totale assenza di valvole termostate.

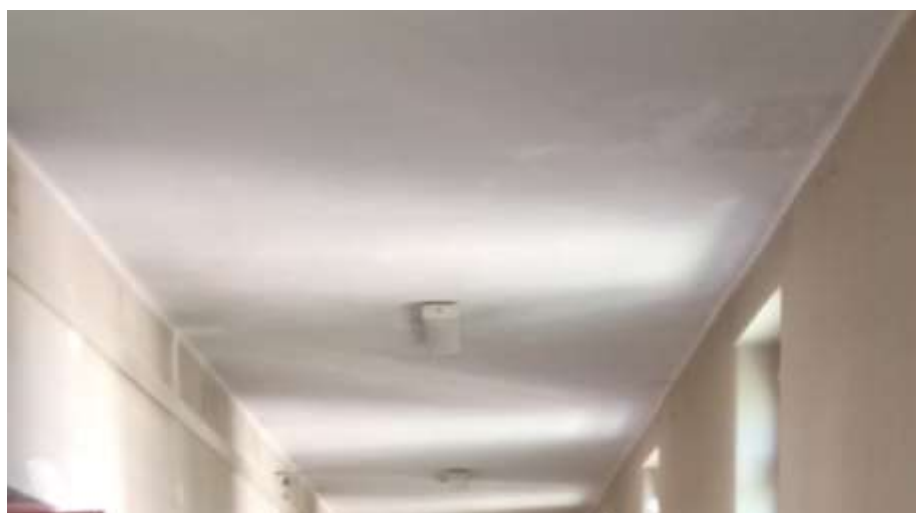


*Fig.8.3.1 – Termosifoni d’aula con l’assenza di valvole termostatate*

Per quanto riguarda la parte elettrica è complicato accedere ai quadri elettrici e ai contatori in quanto installati presso altro istituto. Anche in questo settore emerge il problema della condivisione sia dei contatori che dei quadri con altri enti, oltre che della reperibilità delle chiavi.

Un altro fatto negativo del sistema elettrico è l’assenza dei misuratori di energia obbligati per legge.

L’illuminazione risulta ancora realizzata mediante vecchie plafoniere con lampade al neon (Fig.8.3.2), consiglia urgentemente la sostituzione con le moderne lampade a LED per motivi di consumi e di ridotta manutenzione.



*Fig.8.3.2 – Punti luce corridoio*

L’unico sistema di produzione di energia da fonte rinnovabile, che è installato sul tetto, è un impianto fotovoltaico. Esso dispone di 78 pannelli (Fig.8.3.3), con una potenza di picco disponibile di circa 15 kW. Avendo rilevato, anche se in condizioni di nuvolosità media, che l’impianto produce con una potenza di appena 2.7 kW è da sospettare un malfunzionamento del sistema. Si consiglia pertanto una revisione straordinaria al fine di portate il sistema al massimo delle sue potenzialità.

La producibilità annua risultante dai dati dell' ufficio competente di Città Metropolitana è pari a 23139; di questa energia solamente una quota, pari a circa il 27% del totale edificio, viene auto consumata direttamente dal liceo Aristofane.

Il rapporto al contatore, di tutta la struttura, tra energia assorbita ed energia immessa in rete è pari a 14/1; pertanto, immaginando trascurabile la parte di energia ceduta alla rete, con buona approssimazione, si può considerare totalmente autoconsumata l'intera energia prodotta da fonte fotovoltaica.

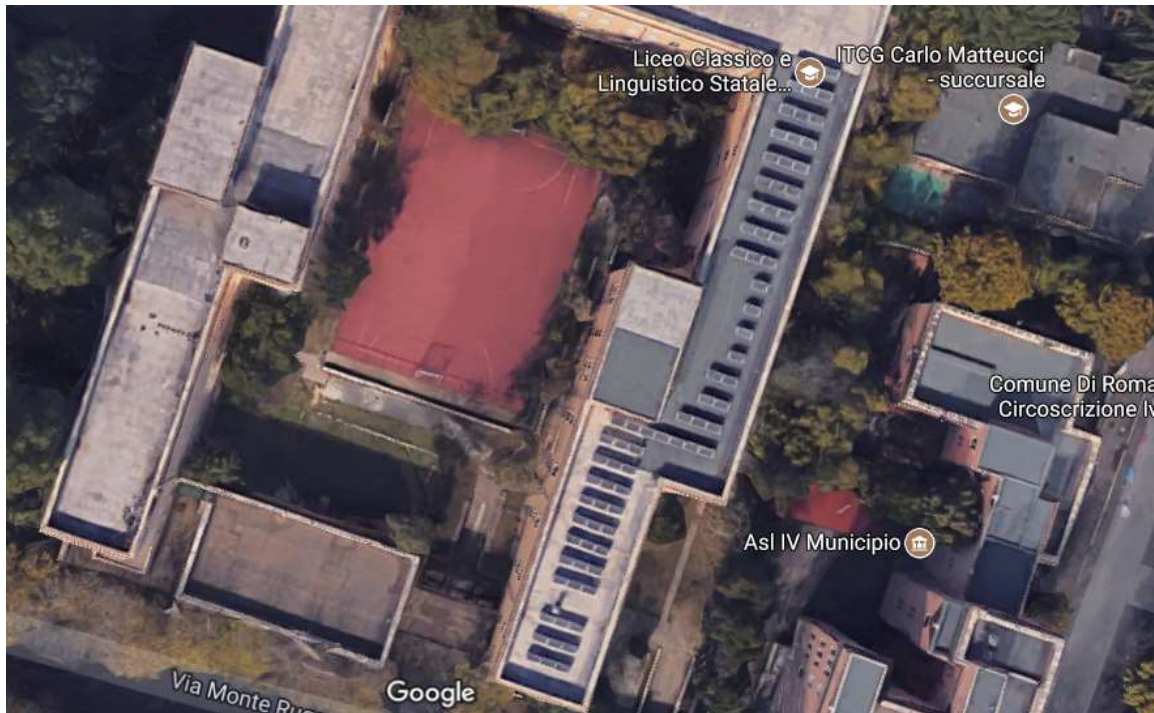


Fig.8.3.3 – Immagine satellitare dell'impianto fotovoltaico

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. Dai dati forniti da Città Metropolitana Roma Capitale si rileva un consumo annuo di acqua pari a 3111 mc per tutta la struttura. Mentre quello relativo alla succursale è pari a 840 mc. L'impianto idrico è tradizionale con assenza di regolatori di flusso o di altri sistemi di controllo. Non c'è alcun recupero di acque piovane ne quello delle acque grigie.

#### 8.4 Scheda di indagine edifici scolastici

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO ARISTOFANE (VIA I. CURZOLANE)

DATA 09/06/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola			Codice istituto				
Di proprietà'		In locazione <input checked="" type="checkbox"/>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA SOLE CURZOLAME, 73						
CAP	00139						
Coordinate GIS	41.952359 , 12.5219443						
Dati catastali	2458 [m <sup>2</sup> ]						
Classe energetica	F						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	LCL
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	<del>SI</del>		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	Δ						
Gradi Giorno	1415						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI TRENTA						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	BUONA						
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	LABORATORI						
Numero tot alunni	370						
Numero aule	15						
Attività extrascolastiche o serali	ATTIVITA' SPORTIVE						

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	<del>SI</del>		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	2		Numero di piani fuori terra		
Superficie complessiva [mq]	2458 [mq]		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]	8112 [mc]		Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	DOPPIO				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

ASSENZA DI VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	GAS		Consumi [M.c.]	19867
Pompa di calore	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]			Accumulo [.....]	
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		



Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica					
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)		Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod		NO	20056	kWh	ANNU'
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)		Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in (kW)	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	↓
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	5)
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: ..... $\approx$ ..... 15 kW Produzione [kWh/anno]: ..... 23139 [kWh]	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico			
Regolatori di flusso	SI		NO
Recupero acque piovane	SI		NO
Recupero acque grigie	SI		NO
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni	840 [mc]		
Spesa media annuale- ultimi 3 anni			

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
SFRUTTARE GLI SPAZI NON UTILIZZATI		FOTVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- SPAZI INTERNI ALLA STRUTTURA NON UTILIZZATI
- IL PERSONALE NON È IN POSSESSO DELLE CHIAVI DEI LOCALI TECNICI
- MANCA UNA ACCURATA DISTINZIONE DEI QUADRI ELETTRICI TRA I DIVERSI ENTI CHE UTILIZZANO L'EDIFICIO
- ASSENZA DELLE VALVOLE TERMOSTATATE E DEI MISURATORI DI ENERGIA ELETTRICA

### CRITICITÀ DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI, TERMICI ED IBRIDI) SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON È POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI)
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- NON È POSSIBILE ACCEDERE AI LOCALI TECNICI
- I CONSUMI SONO CONDIVISI CON UN'ALTRA SCUOLA.

### 8.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.8.5.1 sono stati riportati i principali indicatori di consumo che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas e idrici complessivi.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell’edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell’edificio, volume dell’edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per questo edificio è possibile calcolare gli indicatori energetici rapportando i consumi alla sola porzione di edificio interessata. Purtroppo il fatto che un intero piano dell’edificio sia inutilizzato aumenta l’errore di valutazione dei consumi. Dato che il liceo Aristofane occupa solo una porzione del fabbricato, vanno quindi considerati una superficie di 2458 mq, un volume di 8112 mc, un numero di alunni pari a 370 e di aule pari a 15, rispetto ai totali. Al contrario l’energia prodotta dal fotovoltaico (23139 kWh) è ripartita approssimativamente in proporzione al totale della struttura in quota al 27% (6254 kWh) per quanto riguarda l’autoconsumo dell’Aristofane; si ha quindi un valore complessivo di energia consumata pari a 26310 kWh.

<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 26310 * [kWh]</b>	
[kWh/mq]	10.7 *
[kWh/mc]	3.24 *
[kWh/n° alunni]	71.1 *
[kWh/n° aule]	1754 *
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 19867 * [mc-gas]</b>	
[mc/mq]	8.08 *
[mc/mc]	2.45 *
[mc/n° alunni]	53.7 *
[mc/n° aule]	1324 *
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 840 * [mc]</b>	
[mc/mq]	0.34 *
[mc/mc]	0.1 *
[mc/n° alunni]	2.27 *
[mc/n° aule]	56 *

Tab.8.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico (\*) Valore approssimato per mancanza o imprecisione di dati

### 8.6 Potenzialità energetiche dell’edificio

La principale potenzialità energetica dell’edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie di tetto con un impianto fotovoltaico molto più grosso.

Un’altra potenzialità è quella di sfruttare tutti gli spazi inutilizzati. Questo specialmente in quanto la struttura si presenta di buon livello, sia abitativo sia termico. Anche in estate, in fase di sopralluogo, gli ambienti risultano freschi e ventilati.

### 8.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono riscontrate nell’edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all’impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.



- Spazi interni alla struttura non utilizzati e lasciati in abbandono, in questo caso un piano intero.
- Il personale non è in possesso delle chiavi dei locali tecnici della centrale termica.
- I quadri elettrici generali si trovano nei locali interrati di una parte dell'edificio concessa ad altro istituto, pertanto di difficile o impossibile accesso.
- Manca una accurata distinzione dei quadri elettrici , quindi dei consumi, tra i diversi enti che utilizzano l'edificio.
- Condivisione dell'utenza elettrica, senza contatori a defalco, per tre diverse entità tra cui una associazione culturale.
- Assenza di valvole termostatate sui radiatori.
- Assenza degli obbligatori misuratori di energia elettrica.

### 8.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, si rilevano le seguenti e numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, impianto elettrico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario contattare una quantità enorme di persone tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi, assistenti, etc.. Ad esempio, all'atto del sopralluogo non è possibile conoscere con immediatezza neanche informazioni di base come i volumi o le metrature.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite gli uffici responsabili all'Edilizia Scolastica di Città Metropolitana Roma Capitale.
- Non è possibile accedere alla centrale termica per il mancato possesso delle chiavi da parte del personale scolastico.
- I consumi elettrici, termici e idrici sono condivisi con altri istituti senza possibilità di distinzione.

### 8.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine, si rileva una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Reperire le chiavi dei locali tecnici ed organizzarne la gestione.
- Installare i misuratori di energia.
- Installare un impianto fotovoltaico più grande.
- Installare le valvole termostatate sui termosifoni.
- Sfruttare tutti gli spazi inutilizzati con altre attività o enti.

### 8.10 Conclusioni

La succursale presa in considerazione è migliore a livello strutturale delle altre due sedi. Non è stato possibile analizzare a fondo la parte impiantistica, ma è stato possibile capire il suo andamento energetico tramite gli indici. E' importante sfruttare tutti gli spazi di questa struttura in quanto ha delle buone potenzialità.

## 9 LICEO KEPLERO (VIA DEI GHERARDI)

### 9.1 Descrizione

Il liceo scientifico Keplero è un edificio scolastico situato al IX municipio di Roma Essendo di Roma, è classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG].

Il liceo è ospitato in una palazzina costruita intorno al 1965. L'edificio in oggetto è condiviso sia dall'istituto preso in esame che da una scuola media che occupa circa il 60% della superficie totale. La struttura complessivamente vanta di una superficie di circa 8270 mq, mentre la porzione di superficie utilizzata dal Keplero è pari a 3676 mq.

Il liceo Keplero risulta avere delle buone tecnologie strutturali e buone potenzialità energetiche. Come gli altri edifici ad uso scolastico e presenta piccole criticità da sanare, sia a livello impiantistico-strutturale che di gestione.



Fig.9.1.1 – Liceo Keplero, ingresso principale



*Fig.9.1.2 – Facciata laterale liceo Keplero*

## 9.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da 4 piani, dove trovano spazio il liceo Keplero ed una scuola media. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali della porzione di edificio interessata tramite Città Metropolitana. La superficie coperta del Keplero è di 3676 mq, quella del tetto è di 1040 mq, mentre il volume è di 12966 mc. I dati catastali complessivi sono stati calcolati tramite immagini satellitari. L'edificio presenta una superficie complessiva di 8270 mq, una superficie del tetto di 2340 mq ed un volume totale pari a 27823 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici si ricavano anche il numero complessivo di alunni che è pari a 520 e di aule che è pari a 26. All'interno dell'edificio sono presenti ben 8 laboratori divisi fra diverse tematiche scientifiche e due biblioteche.

La struttura dell'edificio qui presente abbastanza moderna ed in cemento armato. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno. Lo stato di conservazione è buono.

Dalla foto (Fig.9.2.1) è possibile notare sia che le aule non sono particolarmente spaziose, ma avendo quattro finestre vantano di una intensa illuminazione naturale. Queste sono in un buon stato di conservazione e manutenzione. Le uniche aule che necessitano un intervento, sono quelle dell'ultimo piano. Esse infatti presentano un eccessivo surriscaldamento nei periodi estivi, infatti con una termofoto (Fig.9.2.2) è stato misurato una temperatura di 33.4° nel solaio interno, leggermente più alta di quella dell'aria ambiente al momento del sopralluogo.



Fig.9.2.1 – Aula tipo

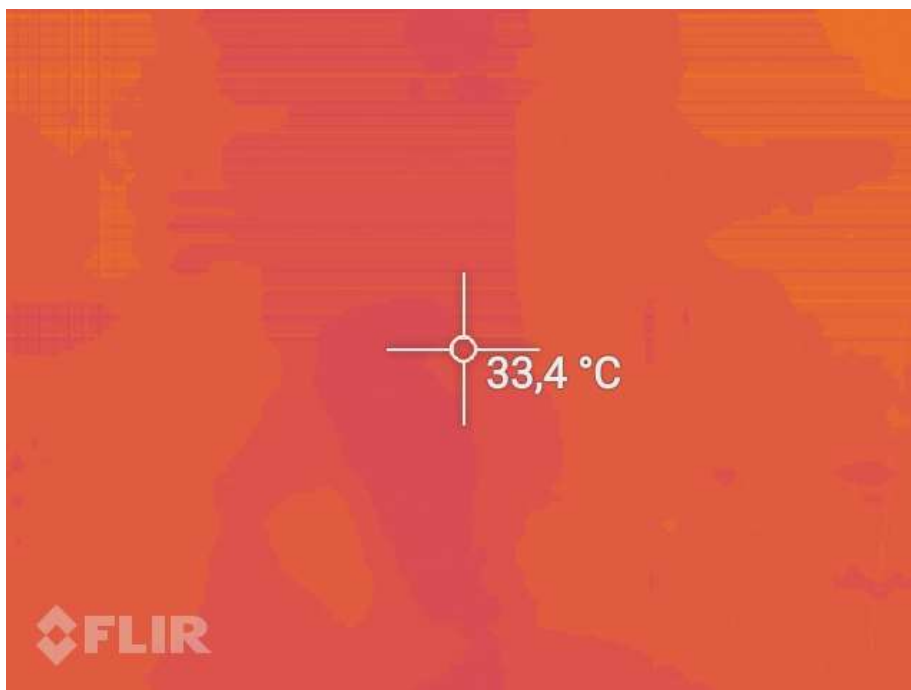


Fig.9.2.2 - Temperatura aule ultimo piano

La struttura in oggetto manifesta la presenza di un buon livello di coibentazione, anche se sono presenti delle finestrate di scarsa qualità. Gli infissi sono in alluminio con vetro singolo (Fig.9.2.3). Per la schermatura esterna l'edificio è provvisto di tapparelle avvolgibili in PVC (Fig.9.2.4).



*Fig.9.2.3 – Infissi in alluminio con vetro singolo*



*Fig.9.2.4 – Avvolgibili in PVC*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra (Fig.9.2.5) e di un campo sportivo all'aperto (Fig.9.2.6), entrambi però vengono utilizzati da ambo gli istituti. La palestra è utilizzata sia negli orari scolastici che nel post scuola, in quanto questa viene anche affittata per altri usi sportivi.



*Fig.9.2.5 – Palestra*



*Fig.9.2.6 – Campo sportivo*

E' possibile anche visitare anche il terrazzo di copertura di 1040 mq relativi al liceo Keplero. Esso è un lastricato calpestabile, rivestito in parte da piastrelle (Fig.9.2.7) e la parte restante ha una copertura ventilata poggiata su plastica (Fig.9.2.8)



*Fig.9.2.7 – Tetto piastrellato in rosso*



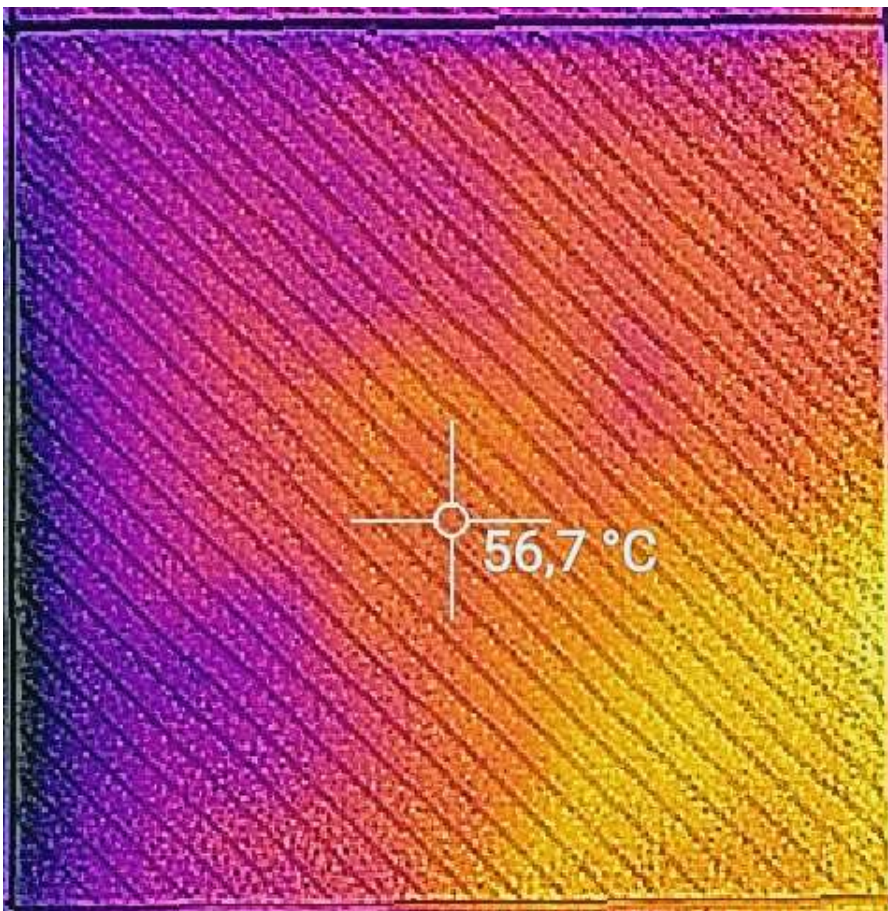
*Fig.9.2.8 – Copertura ventilata poggiata su plastica*

Grazie alla termocamera ad infrarosso, è possibile misurare le temperature del lastricato. Grazie a questo strumento è stato possibile rilevare le diverse temperature assunte dal tetto a seconda della tipologia di pavimentazione. Per quanto riguarda le piastrelle di colore rosso (Fig.9.2.9), viene misurata una temperatura pari a 46.2 °C. Invece la copertura ventilata risulta più calda nello strato superficiale superiore, 56.7 °C, (Fig.9.2.10). Quest'ultima però crea un salto termico tra la superficie superiore e quella inferiore di circa 14 °C, assumendo una temperatura inferiore pari a 42.5 °C (Fig.9.2.11).





*Fig.9.2.9 – Foto con la termocamera del tetto piastrellato in rosso*



*Fig.9.2.10 - Foto con la termocamera della superficie superiore della copertura ventilata*



Fig.9.2.11 - Foto con la termocamera della superficie al di sotto della della copertura ventilata

L'edificio preso in esame, al di sopra dell'atrio di ingresso presenta un piccolo tetto verde curato volontariamente da alunni e professori (Fig.9.2.12). Questo sistema apporta un ottimo isolamento termico, infatti si misura una temperatura interna del solaio di copertura di circa 28 °C. Questo a differenza della temperatura si 33.4° interna alla stessa tipologia di solaio non coperto da giardino e nelle stesse condizioni ambientali mostrate in Fig.9.2.2. Per tale motivo si può confermare la assoluta validità di coprire i terrazzi con un giardino.

Trattandosi dell'intervento di risparmio che maggiormente ha colpito, per i risultati tecnici, per la formazione a livello umano, culturale ed ambientale, si ha piacere di plaudire l'operato di: Roberto Casalini e Antonio Vestrella (progettazione e direzione), Giulia Caneva (collaborazione progettazione, Roma 3), Maria Concetta Di Spigno (Dirigente scolastico) e Domenico Ambruoso (DSGA).



*Fig.9.2.12 – Giardino botanico del liceo Keplero*

Infine non è possibile venire a conoscenza della classe energetica dell'edificio in quanto non nota. Neanche al competente ufficio di Città Metropolitana Roma Capitale.

### **9.3 Impianti**

Per quanto riguarda la centrale termica (Fig.9.3.1), non è possibile accedervi in quanto il personale scolastico non è in possesso delle chiavi. Non è possibile analizzare e controllare neanche i contatori del GAS, anch'essi come le centrali termiche sono condivisi con la scuola media. Del settore termico si è potuto analizzare solamente gli indicatori energetici, in quanto è stato possibile rilevare la porzione di istituto occupata dal liceo Keplero.

Tutta l'energia termica fornita dalla centrale viene utilizzata per il riscaldamento dell'edificio, non vi sono altri impianti di climatizzazione.



Fig.9.3.1 – Centrale termica, inaccessibile per il mancato possesso di chiavi

I terminali dell’impianto termico sono i classici termosifoni in ghisa (Fig.9.3.2). Vi è l’assenza di valvole termostate che porterebbe, se installate, portare ad una ulteriore riduzione dei consumi.



Fig.9.2.2 – Termosifone, assenza di valvole termostate

Per quanto riguarda la parte elettrica è possibile accedere ai contatori, collocati nel giardino, ma non utilizzare le letture: i valori letti non sono riconducibili in maniera assoluta al dato reale in quanto, ne sugli apparecchi ne sui documenti, viene indicato il fattore di trasformazione dei trasformatori di misura (TA) che

forniscono il dato in corrente al contatore. Sul quadro elettrico non è possibile venire a conoscenza delle misure in quanto non vi è presente un misuratore di energia. Sono installati solo degli amperometri ma risultano fuori servizio. Sia i contatori di energia elettrica che i quadri elettrici sono in condivisione con la scuola media.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchie plafoniere con lampade a scarica in gas (Fig.9.3.3), si rende necessario sostituirle quanto prima con le moderne lampade a LED per motivi di consumi e di manutenzione.



*Fig.9.3.3 – Tipologia di lampade installate*

L'unico sistema di produzione di energia da fonte rinnovabile si trova sul tetto della struttura, dove sono installati 60 pannelli solari da 230 kW ciascuno (Fig.9.3.4). L'impianto fotovoltaico ha una potenza di picco di circa 14 kW. L'impianto fotovoltaico appare in un buono stato di conservazione. Rimane comunque altamente consigliabile effettuare una manutenzione straordinaria in quanto il sistema è sospettabile di un evidente malfunzionamento o funzionamento parziale: la potenza rilevata in condizioni di sole pieno è pari a circa 5.5 kW, la potenza misurata invece in condizioni di nuvolosità è pari a 2 kW, questo in disaccordo con la potenza massima di 14 kW.



*Fig.9.3.4– Impianto fotovoltaico da 14 kW di potenza di picco*



*Fig.9.3.5 – Inverter e quadri relativi all'impianto fotovoltaico*



Fig.9.3.6 – Monitor dell'andamento dell'impianto fotovoltaico

La producibilità di energia elettrica da fonte solare dimostra, dai dati di Città Metropolitana, una quantità pari a 12460 kWh. Di questa, approssimata in proporzione sulla dimensione della parte di struttura in uso al solo istituto Keplero, vengono auto consumati solamente 4984 kWh. Il valore di energia immessa in rete viene ovviamente considerato nullo, come avviene nella maggior parte degli impianti visitati, a causa della mancanza del dato.

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico: in questa struttura nell'ultimo anno risulta un consumo di acqua di 9980 mc. Quelli approssimati relativi al solo liceo Keplero invece sono pari a 3992 mc. Nell'edificio qui presente abbiamo un tradizionale impianto idrico, dove c'è l'assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Inoltre non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

#### 9.4 Scheda di indagine edifici scolastici

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO KEPLERO (VIA GHERARDI)

DATA 14/07/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1



DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI						
Nominativo scuola				Codice istituto		
Di proprietà		In locazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Vincolato storico		Vincolato paesagist.
Regione	LAZIO					
Comune	ROMA					
Provincia	ROMA					
Indirizzo	VIA GHERARDI, 87					
CAP	00146					
Coordinate GIS	41.8629763, 12.4708427					
Dati catastali	3676 [m <sup>2</sup> ]					
Classe energetica						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto  LS
	Asilo	SI		NO		
	Elementari	SI		NO		
	Medie	SI		NO		
	Superiori	<input checked="" type="checkbox"/>		NO		
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D					
Gradi/Giorno	1415					
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SESSANTA/SETTANTA					
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	DISCRETA					
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	8 LABORATORI					
Numero tot alunni	520					
Numero aule	26					
Attività extrascolastiche o serali	ATTIVITA' SPORTIVE					

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a. - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	4		Numero di piani fuori terra	3	
Superficie complessiva [mq]	3676 [mq]		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]	12966 [mc]		Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti	SI		<del>NO</del>		
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

• ASSENZA DI VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)			Consumi [.....]	
	Gas metano		COP:	Pot elet:	[kWe]
Pompa di calore			EER:	Pot term:	[kWt]
	Elettrica		COP:	Pot elet:	[kWe]
			EER:	Pot term:	[kWt]
	geotermica		COP:	Pot elet:	[kWe]
			EER:	Pot term:	[kWt]
	Sistemi regolazione	SI		NO	
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc...)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica											
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)							Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)	
Cons.pod			2	9	7	4	1	k	W	h	Annui
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)							Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)	

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	X
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): SI Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico



Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: <u>~ 14 kW</u> Produzione [kWh/anno]: ..... <u>12460 [kWh]</u>	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico				
Regolatori di flusso	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Recupero acque piovane	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Recupero acque grigie	SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni	3992 [mc]			
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• FOTVOLTAICO</li> <li>• SOLARE TERMICO</li> </ul>		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITA' STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- AULE DE QUARTO PIANO ECCESSIVAMENTE CALDE NEI PERIODI ESTIVI
- MANCATO POSSESSO DELLE CHIAVI DELLA CENTRALE TERMICA E DEI CONTATORI
- CENTRALE TERMICA, CONTATORI E QUADRI ELETTRICI IN CONDIVISIONE CON UN ALTRO ISTITUTO
- CARENZE DI MANUTENZIONE DEI CONTATORI DELL'ENERGIA ELETTRICA
- ASSENZA DI VALVOLE TERMOSTATATE
- CI SONO TROPPI ALUNNI PER AULA

### CRITICITA' DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON E' POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI. (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI)
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO.
- RISULTATO SCONOSCIUTI I CONSUMI DI GAS
- LA SCUOLA NON E' DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- CONSUMI CONDIVISI CON UN ALTRO ISTITUTO
- NON E' POSSIBILE ACCEDERE AI CONTATORI DEL GAS, ALLA CENTRALE TERMICA ED AI QUADRI ELETTRICI
- IL CODICE "POD" FORNITO DALLA "CITTA' METROPOLITANA" E' DIVERSO DA QUELLO LETTO SUI CONTATORI

### 9.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.9.5.1 sono riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas e idrici complessivi della struttura.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per quanto riguarda gli indicatori energetici sono calcolati considerando che i consumi sono in comune con un'altra scuola. Non è possibile inoltre venire a conoscenza dei consumi di GAS, di conseguenza non è possibile calcolare i relativi indici di consumo. Viene utilizzata una superficie di 3676 mq, un volume di 12966 mc, un numero di alunni pari a 540 e di aule pari a 26. La producibilità di energia elettrica da fonte solare pari a 12460 kWh viene ridotta, in funzione della dimensione della parte di struttura in uso rispetto al totale edificio, a 4984 kWh auto consumati ed infine sommata ai 29741 kWh assorbiti dalla rete per ottenere il consumo totale.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 34725 * [kWh]	
[kWh/mq]	9.45 *
[kWh/mc]	2.68 *
[kWh/n° alunni]	64.3 *
[kWh/n° aule]	1335 *
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – [mc-gas]	
[mc/mq]	
[mc/mc]	
[mc/n° alunni]	
[mc/n° aule]	
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 3992 * [mc]	
[mc/mq]	1.1 *
[mc/mc]	0.31 *
[mc/n° alunni]	7.68 *
[mc/n° aule]	153.54 *

Tab.9.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico (\*) Valore approssimato per mancanza o imprecisione di dati

## 9.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare l'altra metà di tetto per un impianto fotovoltaico che produca tranquillamente il doppio dell'energia.

Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo. Essa migliorerebbe soprattutto la vivibilità delle aule che si trovano sotto il solaio del terrazzo, essendo gli ambienti a soffrire di più sovratemperatura estiva.

Un'altra fonte di energia applicabile è il solare termico, in quanto vi è un forte utilizzo di acqua calda sanitaria date le attività sportive.

## 9.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono state riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Aule del quarto piano eccessivamente calde nei periodi estivi.
- Contatori del GAS e centrale termica inaccessibili per il mancato possesso delle chiavi da parte del personale scolastico.
- Contatori, centrale termica e quadri elettrici in condivisione con un altro istituto.
- Le aule risultano sovraffollate.
- Carenze di manutenzione dei quadri contenenti i contatori e gli interruttori generali dell'energia elettrica.
- Assenza di misuratore di energia sul quadro principale.
- L'impianto fotovoltaico non funziona mai vicino alla potenza nominale neanche in condizioni di pieno sole.
- Assenza di valvole termostatate sui radiatori.

### 9.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono state rilevate numerose criticità di seguito elencate.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, impianto elettrico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario collaborare con troppe figure non tecniche tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi, assistenti, etc.. Infatti all'atto del sopralluogo non risulta stato possibile conoscere ad esempio i volumi e le metrature.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite Città Metropolitana.
- Non è possibile accedere ai contatori di GAS, alla centrale termica e ai quadri elettrici.
- Consumi condivisi con un altro istituto.
- Risultano sconosciuti i consumi di GAS, di conseguenza non è possibile calcolare i relativi indici di consumo.
- Il codice POD fornito da Città Metropolitana risulta diverso da quello letto sul contatore di energia elettrica.

### 9.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, si rileva una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Installare il misuratore di energia elettrica in quanto richiesto dalla legge ed essenziale per una corretta gestione energetica.
- Effettuare revisione straordinaria dell'impianto fotovoltaico e prevedere una più attenta manutenzione periodica.
- Installare le valvole termostate sui termosifoni.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare auto produttori, oppure un solare termico per risparmi sulla produzione di acqua calda sanitaria.
- Se non è possibile installare un impianto fotovoltaico e/o un solare termico, utilizzare il tetto per sviluppare un giardino botanico. Così da aumentare l'isolamento termico dei solai delle aule dell'ultimo piano o, in generale, di copertura.
- Se possibile, sostituire gli infissi in alluminio con altri a taglio termico e doppio vetro.

### 9.10 Conclusioni

L'istituto appena analizzato, presenta delle buone potenzialità strutturali. Deve essere effettuata una maggiore manutenzione e qualche intervento di miglioramento, soprattutto per ridurre l'eccessivo caldo nelle aule dell'ultimo piano. Per il resto è stato trovato in buona condizione.

Notevole il risultato energetico ottenuto, su base volontaria da volenterosi docenti ed allievi, mediante il giardino botanico in copertura. Sicuramente una esperienza da approfondire, studiare ed ampliare!

## 10 LICEO KEPLERO (VIA DELLE VIGNE)

### 10.1 Descrizione

Il liceo scientifico Keplero ha una succursale situata lungo la Portuense a Roma. Si trova in zona climatica D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. La struttura è una palazzina degli anni ottanta ed è in uso esclusivamente al liceo Keplero. L'edificio è di medie dimensioni, vantando di una superficie pari a 4916 mq. L'edificio in questione non gode di una schermatura naturale dovuta all'alberazione, essendo contornato da un parco e da dei campi.

La succursale del liceo Keplero risulta avere delle buone tecnologie strutturali e buone potenzialità energetiche. Il comfort percepito all'interno è buono, valutato in fase di sopralluogo con 35° esterni. Come gli altri edifici ad uso scolastico presenta delle criticità da sanare, sia a livello impiantistico-strutturale che di gestione.



Fig.10.1.1 – Ingresso principale, liceo Keplero



*Fig.10.1.2 – Facciata laterale del liceo Keplero*



*Fig.10.1.3 – Facciata posteriore del liceo Keplero*



## 10.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da 3 piani. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali della porzione di edificio interessata tramite Città Metropolitana. La superficie coperta dell'edificio è di 4916 mq, quella del tetto è di 2688 mq, mentre il volume è di 21580 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici si ricava il numero complessivo di alunni che è pari a 222. Il numero di aule è pari a 15, anche se ve ne sono 4 non utilizzate. All'interno dell'edificio sono presenti 4 laboratori divisi per diverse tematiche scientifiche.

La struttura dell'edificio in analisi è in cemento armato, rivestito esternamente di una buona piastrella tura. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, ne interno ne esterno.

Dalla foto (Fig.10.2.1 e Fig.10.2.2) è possibile notare sia che le aule sono spaziose. Inoltre risultano anche abbondantemente luminose grazie alla grandezza, ad numero ed alla disposizione delle finestre. Le aule sono state trovate in un buon stato di conservazione e manutenzione.



Fig.10.2.1 – Tipologia dell'aula (1), le finestre risultano ribaltate in questa foto per motivi di lavori straordinari



*Fig.10.2.2 – Tipologia dell'aula (2), le aule risultano in foto sgombrare per motivi si lavori straordinari*

La struttura in oggetto manifesta la presenza di un buon livello di coibentazione ed un buon livello della manutenzione delle finestrate. Gli infissi sono in alluminio con doppio vetro (Fig.10.2.3). Per la schermatura esterna l'edificio è provvisto di tapparelle avvolgibili in PVC (Fig.10.2.4).



*Fig.10.2.3 – Infissi in alluminio con doppio vetro)*

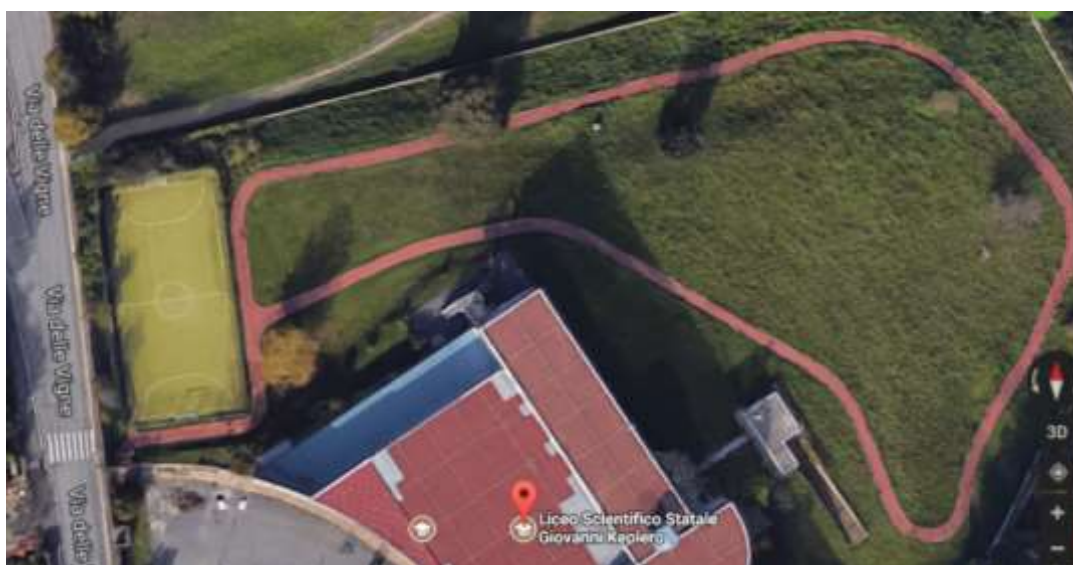


*Fig.10.2.4 – Avvolgibili in PVC*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una grande palestra (Fig.10.2.5), di un campo sportivo all'aperto ed una pista (Fig.10.2.6). Vi sono delle attività extra scolastiche.



*Fig.10.2.5 - Palestra*

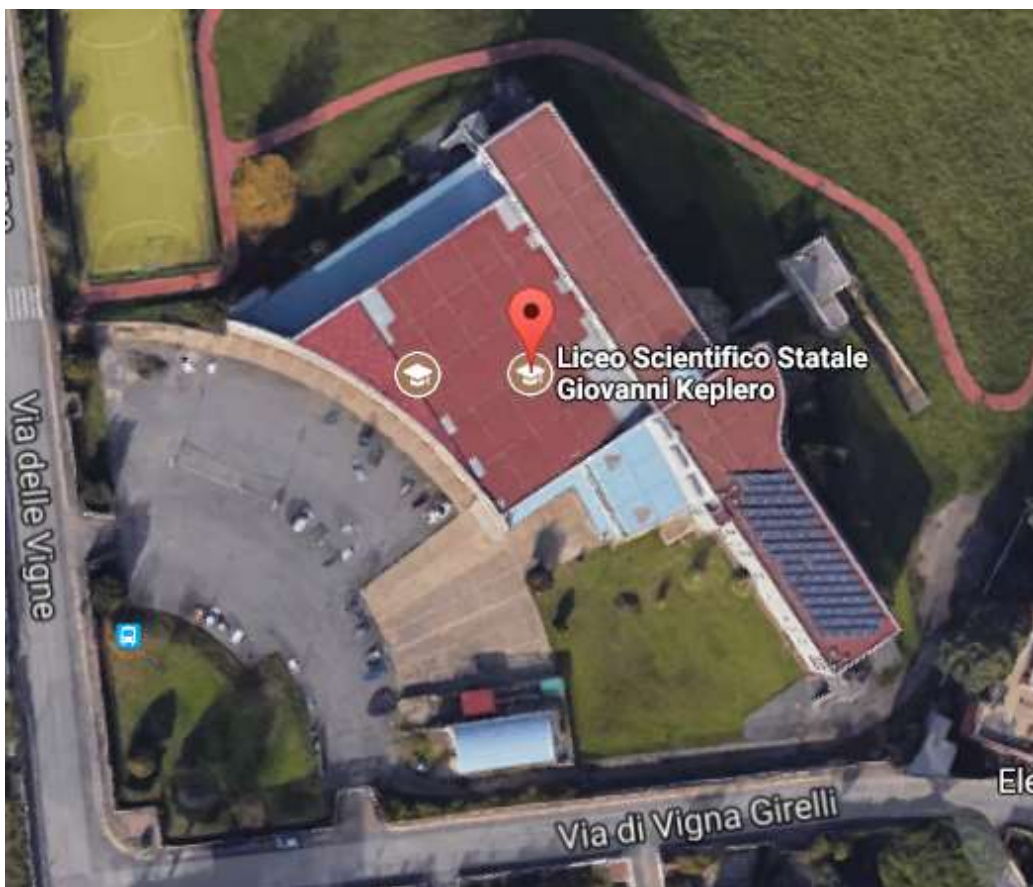


*Fig.10.2.6 – Immagine satellitare degli spazi sportivi esterni*

Non potendo accedere al terrazzo di copertura, è solamente possibile analizzarlo da satellite o da dietro una vetrata (Fig.10.2.7). La tipologia di copertura è un lastricato coperto con guaina impermeabile di colore scuro di superficie pari a 2688 mq, non vi sono presenti coibentazioni aggiuntive. Infine non è possibile venire a conoscenza della classe energetica dell'edificio, in quanto nessuno ne è in possesso.



*Fig.10.2.7 – Tetto, lastricato calpestabile*



*Fig.10.2.8 – Immagine satellitare del tetto*

### 10.3 Impianti

Per quanto riguarda la centrale termica (Fig.10.3.1), non è possibile accedervi in quanto il personale scolastico non è in possesso delle chiavi. E' possibile analizzare e controllare i contatori del GAS, che sono stati trovati maltenuti e accessibili a chiunque anche dall'esterno (Fig.10.3.2). Del settore termico si è potuto analizzare solamente gli indicatori energetici, grazie ai dati forniti da Città Metropolitana.

Tutta l'energia termica fornita dalla centrale viene utilizzata sia per il riscaldamento dell'edificio Per la produzione di acqua calda sanitaria vi sono tre scaldabagni elettrici. Non vi sono altri impianti di climatizzazione, ne elettrici ne termici.



Fig.10.3.1 – Centrale termica

I terminali dell'impianto termico sono i classici termosifoni con assenza di valvole termostate.

Per quanto riguarda la parte elettrica è possibile accedere ai contatori (Fig.10.3.3). Il codice POD non corrisponde con quello fornito da Città Metropolitana. Non potendo accedere al quadro elettrico, non è possibile venire a conoscenza se vi è presente un misuratore di energia.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon da sostituire con le nuove a LED.



Fig.10.3.2 – Contatore del GAS



Fig.10.3.3 – Contatore energia elettrica, non funzionante



*Fig.10.3.4 – Punti luce delle aule*

L'unico sistema di produzione di energia da fonte rinnovabile si trova sul tetto della struttura: sono installati 84 pannelli solari che forniscono una potenza di picco di circa 19 kW (Fig.10.3.5).

I dati sulla produzione fotovoltaica forniti da Città metropolitana confermano una produzione totale pari a 24681 kWh ed un autoconsumo di 15827 kWh. Pertanto il valore finale di energia, inclusa quella assorbita dalla rete 67572 kWh, addizionata della quota fotovoltaica in autoconsumo, è pari a 83399 kWh.



*Fig.10.3.5 – Immagine satellitare dei pannelli fotovoltaici*

L'ultimo settore preso in considerazione è quello idrico. Si è potuto rilevare che in questa struttura nell'ultimo anno vi è stato un consumo di acqua di 9555 mc. Nel presente edificio si ha un tradizionale



impianto idrico, con assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Inoltre non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

#### *10.4 Scheda di indagine edifici scolastici*

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEMA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO KEPLERO (VIA DELLE VIGNE)

DATA 14/07/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI						
Nominativo scuola			Codice istituto			
Di proprietà'		In locazione <input checked="" type="checkbox"/>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.
Regione	LAZIO					
Comune	ROMA					
Provincia	ROMA					
Indirizzo	VIA DELLE VIGHE, 156					
CAP	00146					
Coordinate GIS	41.8433743, 12.420173					
Dati catastali	4915 [m <sup>2</sup> ]					
Classe energetica						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto  LS
	Asilo	SI		NO		
	Elementari	SI		NO		
	Medie	SI		NO		
	Superiori	<input checked="" type="checkbox"/>		NO		
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D					
Gradi/Giorno	1415					
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI OTTANTA					
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima, ecc..)	BUONA					
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	4 LABORATORI					
Numero tot alunni	222					
Numero aule	15					
Attività extrascolastiche o serali	SI					

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	3		Numero di piani fuori terra	2	
Superficie complessiva [mq]	4916 [mq]		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]	21580 [mc]		Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	DOPPIA				
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<del>SI</del>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<del>SI</del>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

• ASSENZA DI VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)		Consumi [.....]	17810	
Pompa di calore	Gas metano	COP:	Pot elet:	[kWe]	
		EER:	Pot term:	[kWt]	
	Elettrica	COP:	Pot elet:	[kWe]	
		EER:	Pot term:	[kWt]	
	geotermica	COP:	Pot elet:	[kWe]	
		EER:	Pot term:	[kWt]	
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica									
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)				Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)		
Cons.pod			0	7	5	7	2	kWh	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)				Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)		

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	X
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				



Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Usa parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: ... <i>19</i> ... kWp Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico			
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni		9355 [mc]	
Spesa media annuale- ultimi 3 anni			

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITA' STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- ALL'INTERNO DELL'ISTITUTO SI SOFFRE IL FREDDO A CAUSA DEL VENTO INVERNALE
- NON E' POSSIBILE ACCEDERE ALLA CENTRALE TERMICA, E AI QUADRI ELETTRICI
- CONTATORI MANTENUTI ED ACCESSIBILE A TUTTI
- CONTATORE ELETTRICITA' NON FUNZIONANTE
- ASSENZA DI VALVOLE TERMOSTATATE

### CRITICITA' DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE (ELETTRICI, TERMICI ED IDRICI) SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- NON E' POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA PER MANCANZA DI DATI (IMPIANTO ELETTRICO, IMPIANTO TERMICO, METRATURE E VALORI CLIMATIZZATI)
- LA SCUOLA NON E' DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- LA SCUOLA NON E' IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- IL CODICE "RD" FORNITO DALLA "CITTA' METROPOLITANA" RISULTA DIVERSO DA QUELLO LETTO NEI CONTATORI

### 10.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.10.5.1 sono riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità, gas e idrici complessivi dell'edificio.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per quanto riguarda gli indicatori energetici viene utilizzata una superficie di 4916 mq, un volume di 21580 mc, un numero di alunni pari a 222 e di aule pari a 15. Per gli indici in funzione del numero di aule vengono considerate anche quelle non utilizzate, 15.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 83399 [kWh]	
[kWh/mq]	16.96
[kWh/mc]	3.86
[kWh/n° alunni]	375.7
[kWh/n° aule]	5560
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 17810 [mc-gas]	
[mc/mq]	3.62
[mc/mc]	0.82
[mc/n° alunni]	80.22
[mc/n° aule]	1187
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – 9555 [mc]	
[mc/mq]	1.94
[mc/mc]	0.44
[mc/n° alunni]	43
[mc/n° aule]	637

Tab.10.5.1-Indicatori energia elettrica e termica ed indicatori di consumo idrico

### 10.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare la restante parte del tetto con un impianto fotovoltaico. Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

### 10.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità vengono riscontrate nell'edificio appena descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- All'interno dell'istituto si soffre il freddo a causa del vento invernale.
- Non è possibile accedere alla centrale termica.
- Non è possibile accedere ai quadri elettrici.
- Vano contatori e distribuzione generale maltenuto ed accessibile a tutti.
- Assenza di valvole termostate.

### 10.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici e idrici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, impianto elettrico, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere essenziali informazioni è necessario allungare i tempi chiedendo la collaborazione di troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi, ed altri. Al momento del sopralluogo non è stato possibile conoscere con immediatezza i volumi e le metrature.
- Le scuole non sono direttamente in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite Città Metropolitana.
- Non è possibile accedere alla centrale termica e ai quadri elettrici.
- Il codice POD fornito da Città Metropolitana Roma Capitale risulta diverso da quello indicato nei contatori.

### 10.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per perseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Installare il misuratore di energia elettrica, se mancante, in quanto richiesto dalla legge.
- Installare le valvole termostate sui termosifoni.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare auto produttori.
- Se non è possibile installare un impianto fotovoltaico, utilizzare il tetto per sviluppare un giardino botanico come quello sopra l'atrio della sede principale. Così da aumentare l'isolamento termico, anche invernale, dei solai delle aule dell'ultimo piano.
- Se possibile, sostituire gli infissi in alluminio con altri a taglio termico migliori.

### 10.10 Conclusioni

La struttura qui valutata presenta delle buone potenzialità strutturali. Deve essere effettuata qualche intervento di miglioramento, soprattutto per ridurre l'eccessivo freddo invernale. Per il resto il sistema edificio-impianto si trova in buona condizione.

## 11 LICEO ORAZIO (VIA ALBERTO SAVINIO)

### 11.1 Descrizione

Il liceo Orazio è un edificio ad uso scolastico situato nel quartiere Talenti a Roma. Si trova in fascia climatica zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Questo è ospitato in una palazzina degli anni settanta, caratterizzata da una struttura in cemento armato tipica di quegli anni. L'edificio in oggetto vanta di una superficie coperta di 6756 mq, quindi esso può essere catalogato come un complesso di medie dimensioni.

La struttura edile non risulta in buone condizioni per quanto riguarda la manutenzione, oltre al fatto che le tecnologie utilizzate nella schermatura del complesso sono di scarsa qualità. Nel momento del sopralluogo si può rilevare immediatamente lo scarso potenziale schermante della struttura anche da parte dell'alberatura.



Fig.11.1.1 – Ingresso principale, liceo Orazio sede centrale





*Fig.11.1.2 – Facciata del liceo Orazio*

## 11.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da quattro piani. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite Città Metropolitana. La superficie coperta complessiva è di 6756 mq, quella del tetto è di 2748 mq, mentre il volume è di 25318 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici vengono ricavati il numero complessivo di alunni che è pari a 704 e di aule che sono 36. All'interno dell'edificio sono presenti ben 7 laboratori divisi su diverse tematiche. La struttura dell'edificio qui presente è tutta in cemento armato. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, né interno né esterno.

Dalla foto (Fig.11.2.1 e Fig.11.2.2) è possibile notare che le aule sono comunque spaziose e particolarmente luminose, in quanto dotate di grandi finestre.

La struttura in oggetto manifesta la presenza di uno scarso livello di coibentazione, nonché di manutenzione, delle finestrate. Infatti gli infissi sono in alluminio, con vetro singolo (Fig.11.2.3). Le aule sono provviste di tende interne per regolare la radiazione solare (Fig.11.2.4).



*Fig.11.2.1 – Aula tipo (1)*



*Fig.11.2.2 – Aula tipo (2)*



*Fig.11.2.3 – Infissi in alluminio con vetro singolo*



*Fig.11.2.4 – Tende*

Per le attività sportive il complesso scolastico è fornito di una palestra e un campo per attività sportive (Fig.11.2.5). All'interno non vi sono spazi accessori come BAR o altri punti di ristoro.

Tutti questi spazi non sono utilizzati solamente negli orari scolastici, ma sono ospitate anche attività sportive extra-scolastiche. Quest'ultime non assorbono troppa energia, quindi non modificano significativamente probabilmente la curva di carico. Inoltre pur essendovi attività sportive anche post orari scolastici, non vi è un particolare utilizzo delle docce. Di conseguenza neanche il consumo idrico viene particolarmente modificato.

Per quanto riguarda la copertura della struttura, è un lastricato calpestabile con piastrellatura grigia senza coibentazioni aggiuntive (Fig.11.2.6). Lo stato di manutenzione della pavimentazione non è buono e risulta poco schermante dall'irraggiamento solare in quanto fortemente sporco. Infatti le aule, soprattutto quelle dell'ultimo piano, risultano eccessivamente calde nei periodi estivi presentando una temperatura pari a 37.4 °C (Fig.11.2.7), questo nel mese di Luglio con 33 gradi esterni quando la superficie superiore del tetto è pari a 43.7 °C (Fig.11.2.8). Grazie alla termocamera si rileva, misurando la temperatura di una parte del tetto pulita (Fig.11.2.9), che si può migliorare il confort termico delle aule semplicemente con una accurata pulizia del tetto. Meglio se con una verniciatura bianca. Infatti tra la parte pulita e sporca del tetto ci corrono circa 10°C, scendendo ad una temperatura di 32.9°C sul pulito.

In questo caso, grazie alla disponibilità dell'ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitana, è possibile venire a conoscenza della classe energetica dell'edificio, quantificata in G.



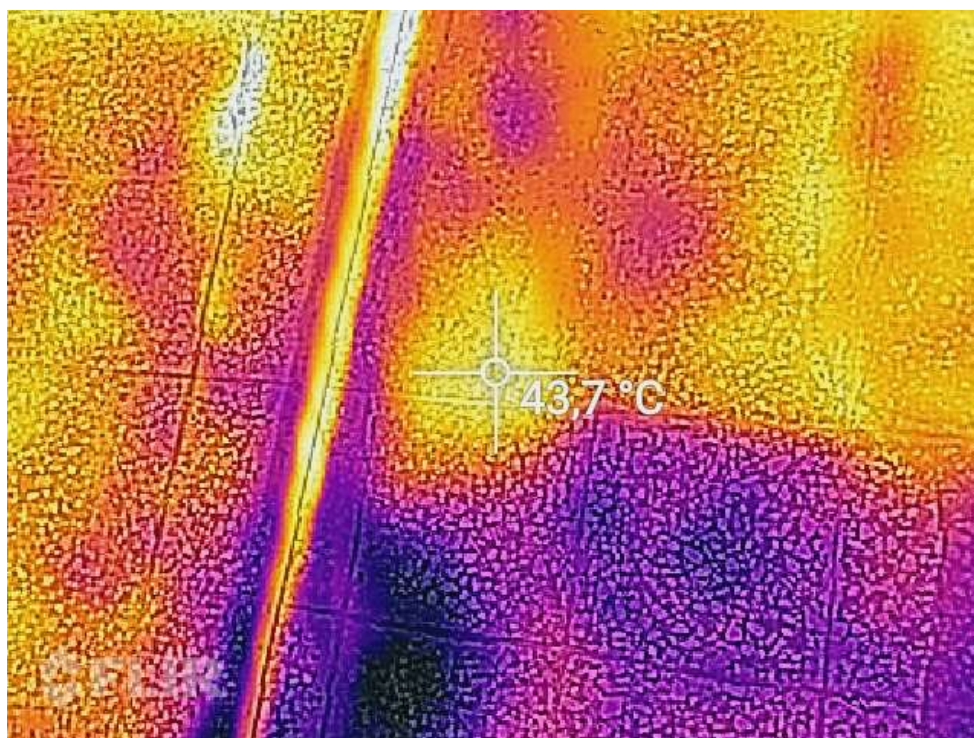
Fig.11.2.5 – Immagine satellitare del campo sportivo



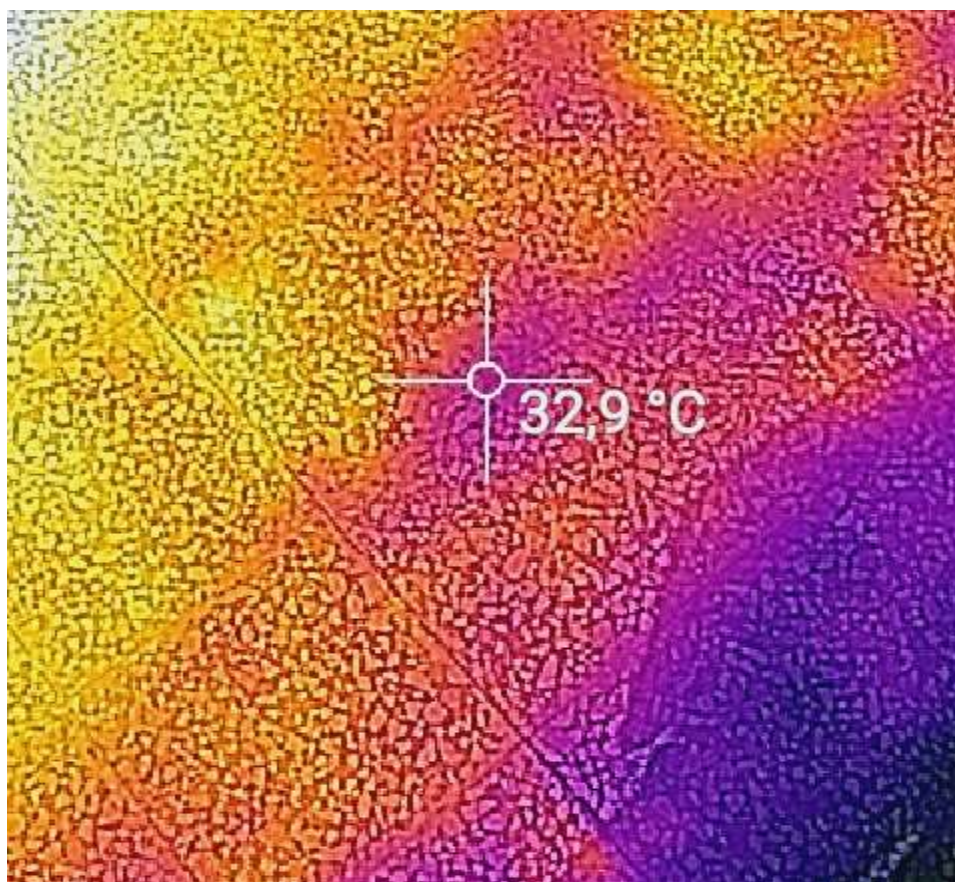
*Fig.11.2.6 – Lastricato calpestabile*



*Fig.11.2.7 – Termofoto delle aule dell'ultimo piano*



*Fig.11.2.8 – Termofoto del tetto sporco*



*Fig.11.2.9 – Termofoto del tetto pulito*

La classe energetica comunicata dall'ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitana è G.

### 11.3 Impianti

Per quanto riguarda sia la centrale termica che il contatore, non è possibile accedere. E' possibile solamente analizzare il locale termico dall'esterno (Fig.11.3.1). Esso presenta due caldaie di ugual dimensione, con una taglia di circa 350 kW di potenza termica.

Tutta l'energia termica fornita dalle due caldaie viene utilizzata per il riscaldamento dell'edificio, non vi sono altri impianti di climatizzazione. Il personale scolastico sottolinea il fatto che in inverno accusano il freddo, data l'inefficienza dei riscaldamenti specialmente a fronte delle dispersioni.



Fig.11.3.1 – Caldaia

I terminali dell'impianto termico sono i termosifoni in ghisa spesso verniciati più volte (Fig.11.3.2). Vi è l'assenza di valvole termostate, sistema che porterebbe ad una gestione più razionale del calore emesso dal sistema.



*Fig.11.3.2 – Termosifone d'aula, assenza di valvole termostate*

Per quanto riguarda la parte elettrica (quadro generale e quadri secondari), non è possibile accedere. Tramite il personale scolastico è possibile venire a conoscenza della presenza del misuratore di energia. La scuola inoltre non presenta carichi elettrici importanti, di conseguenza non vi è una grossa necessità di sistemi di gestione intelligenti.

L'illuminazione è realizzata ancora mediante vecchia plafoniere con lampade al neon (Fig.11.3.3) da sostituire con le nuove a LED.



*Fig.11.3.3 – Punto luce aula*



L'unica fonte di energia rinnovabile si trova sul tetto (Fig.11.3.4, Fig.11.3.5 e Fig.11.3.6), realizzata mediante installazione di 66 pannelli fotovoltaici con una potenza di picco di circa 15 kW. Essi si trovano in un buono stato di conservazione. Unico neo, i pannelli risultano essere inclinati di  $10^\circ$  anzi che di  $30^\circ$  previsti per un migliore rendimento; secondo la teoria è ammissibile pensare ad una perdita di energia di almeno il 10-20% per l'errata disposizione del sistema di produzione. Il monitor che indica i dati di produzione mostra una potenza prodotta non compatibile con quella massima di impianto, questo valutato in condizioni di massimo irraggiamento solare. Si rende necessaria una importante revisione dell'impianto anche in termini di acquisizione dati. Presso l'ufficio competente di Città Metropolitana non sono disponibili i dati di autoconsumo dell'impianto. Per tale motivo tutta l'energia prodotta da fotovoltaico, con buona approssimazione, viene considerata come auto consumata; questo perché negli impianti visitati l'energia immessa in rete risulta trascurabile nella maggior parte dei casi.

Per ottenere il valore complessivo di energia consumata dalla struttura vengono quindi sommate quella assorbita dalla rete (147115 kWh) e quella prodotta dall'impianto solare, per un totale di circa 166254 kWh.



*Fig.11.3.4 – Pannelli fotovoltaici*

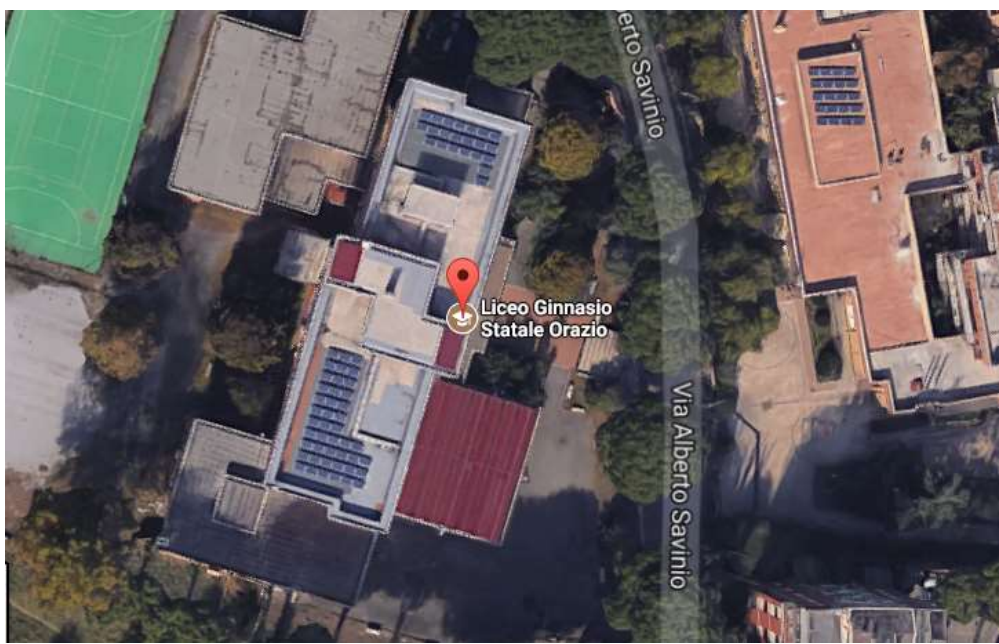


Fig.11.3.5 – Immagine satellitare dei pannelli



Fig.11.3.6 – Monitor dell'andamento di lavoro dei pannelli

Anche dai pannelli informativi non è possibile ricavare dati utili sulla produzione di energia in quanto calcolano e mostrano esclusivamente dati generali probabilmente dalla data di installazione dell'impianto. Non è reperibile un manuale di uso e manutenzione né del sistema né del monitor. Purtroppo la gestione scolastica non è in possesso né della data di installazione di impianto né delle letture annuali dell'energia prodotta. Di fatto il pannello non si rivela di alcuna utilità tecnica se non quella di conoscere la sola potenza istantanea al momento della lettura.

Non è possibile venire a conoscenza dei consumi idrici della struttura qui presente. Nell'edificio analizzato si ha un tradizionale impianto idrico con assenza di regolatori di flusso o altri sistemi di controllo. Inoltre non si effettua né il recupero di acque piovane né quello delle acque grigie.

#### *11.4 Scheda di indagine edifici scolastici*

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO DRAZIO (VIA A. SAVINIO)

DATA 21/07/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI						
Nominativo scuola			Codice istituto			
Di proprietà		In locazione <input checked="" type="checkbox"/>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.
Regione	LAZIO					
Comune	ROMA					
Provincia	ROMA					
Indirizzo	VIA ALBERTO SAVINIO, 40					
CAP	00141					
Coordinate GIS	41.9370716, 12.5361469					
Dati catastali	6756 [m <sup>2</sup> ]					
Classe energetica	G					
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto  LG
	Asilo	SI		NO		
	Elementari	SI		NO		
	Medie	SI		NO		
	Superiori	<input checked="" type="checkbox"/>		NO		
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D					
Gradi/Giorno	1415					
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SETTANTA					
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)	NON BUONA					
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	7 LABORATORI					
Numero tot alunni	704					
Numero aule	36					
Attività extrascolastiche o serali	ATTIVITA' SPORTIVE					

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a. - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	4		Numero di piani fuori terra	3	
Superficie complessiva [mq]	6756 [mq]		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]	25318 [mc]		Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<del>SI</del>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti		SI		<del>NO</del>	
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	ALLUMINIO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLO				
Tipo schermatura  TENDE	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	SI		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	SI		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc.,

SCARSA VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitatia (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]	≈ 700 kWt - TOTAL				
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	GAS		Consumi [kmc.]	14068
	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
Pompa di calore		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Sistemi regolazione	SI		NO	
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		



Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica											
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)		Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)						
Cons.pod		SI	1	4	7	1	1	5	x	Wh	ANNUI
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)		Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)						

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
Spazi interni				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	X
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
Spazi esterni				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico			
Regolatori di flusso	SI		<del>NO</del>
Recupero acque piovane	SI		<del>NO</del>
Recupero acque grigie	SI		<del>NO</del>
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni			
Spesa media annuale- ultimi 3 anni			

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITÀ STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- LE AULE RISULTANO TROPPO CALDE, SOPRATTUTTO QUELLE DELL'ULTIMO PIANO
- ASSENZA DI VALVOLE TERMOSTATATE
- NON È POSSIBILE ACCEDERE ALLA CENTRALE TERMICA, AI CONTATORI E AI QUADRI ELETTRICI
- PANNELLI SOLARI INCLINATI A 10° ANZI CHE A 30°
- INFISSI IN ALLUMINIO CON VETRO SINGOLO
- TETTO MANTENUTO E SPORCO
- IN INVERNO I RISCALDAMENTI RISULTANO ESSERE INEFFICIENTI

### CRITICITÀ DI INDAGINE

- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE SONO ALCUNIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI
- ASSENZA DEI CONSUMI IDRICI
- LE SCUOLE NON SONO IN POSSESSO DEI DATI DI CONSUMO
- NON È POSSIBILE COMPLETARE LA SCHEDA DI INDAGINE PER MANCANZA DI DATI. (IMPIANTO TERMICO, IMPIANTO ELETTRICO, METRATURE E VOLUMI CLIMATIZZATI).
- LA SCUOLA NON È DOTATA DI UN RESPONSABILE TECNICO
- NON È POSSIBILE ACCEDERE ALLE CENTRALI TERMICHE, AI CONTATORI E AI QUADRI ELETTRICI

### 11.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.11.5.1 sono riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità e gas complessivi della palazzina.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per quanto riguarda gli indicatori vengono considerati una superficie di 6756 mq, un volume di 25318 mc, un numero di alunni pari a 704 e di aule pari a 36. I consumi idrici non sono noti, quindi non è possibile calcolare gli indicatori energetici riguardanti loro. Essendo disponibili esclusivamente i dati sull'energia totale prodotta da fotovoltaico, il valore complessivo di energia elettrica assorbita è affetto da errore in funzione della mancanza della quota parte esatta di energia autoconsumata. L'energia totale risulta essere la somma dell'energia assorbita dalla rete più tutta quella prodotta da fonte solare.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 166254 [kWh]	
[kWh/mq]	24.6
[kWh/mc]	6.57
[kWh/n° alunni]	236
[kWh/n° aule]	4618
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 14068 [mc-gas]	
[mc/mq]	2.08
[mc/mc]	0.55
[mc/n° alunni]	20
[mc/n° aule]	391
INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – [mc]	
[mc/mq]	
[mc/mc]	
[mc/n° alunni]	
[mc/n° aule]	

Tab.11.5.1-Indicatori energia elettrica e termica

### 11.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie del tetto per un impianto fotovoltaico più grosso. Tale installazione favorirebbe anche la creazione di una copertura ventilata che andrebbe a limitare il carico termico estivo. Essa migliorerebbe la vivibilità delle aule dell'ultimo piano.

Altre fonti di energia non sono applicabili, il vento risulta quasi assente su tale struttura e non vi è necessità di acqua calda sanitaria tale da giustificare un impianto solare termico.

### 11.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Le seguenti criticità sono riscontrate nell'edificio descritto. Tali difetti, possono essere facilmente corretti, sono relativi alla struttura, all'impianto elettrotermico ed alla manutenzione/gestione del sistema.

- Le aule risultano troppo calde, soprattutto quelle dell'ultimo piano.
- Assenza di valvole termostate sui radiatori.



- Non è possibile accedere alla centrale termica, ai contatori e ai quadri elettrici.
- Pannelli solari inclinati di 10° anziché 30° con relativa perdita di produzione.
- Gli infissi in alluminio con vetro singolo, sono poco isolanti.
- Tetto maltenuto e sporco data la mancata pulizia (al personale addetto alla pulizia non è richiesto l'intervento in copertura).
- In inverno i riscaldamenti risultano essere inefficienti ed inefficaci ad avere un buon livello di comfort (probabilmente, in tale maniera, si giustificano bassi consumi di GAS).

### 11.8 Criticità di indagine

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, di sopralluogo e di compilazione della scheda, sono rilevate numerose criticità, di seguito l'elenco.

- I dati di consumo di interesse elettrici, termici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).
- Assenza di consumi idrici.
- Non è possibile completare la scheda di indagine per mancanza di dati. I settori dove si riscontra maggiormente una carenza di dati sono: l'impianto termico, l'impianto elettrico, i consumi idrici, le metrature e i volumi climatizzati.
- La scuola non è dotata di un responsabile tecnico, per conoscere alcune informazioni è necessario mettere in gioco troppe figure tra cui, portieri, segretari, manutentori, professori, custodi, assistenti, ed altri.
- Le scuole non sono in possesso dei dati di consumo (Energia elettrica, GAS e acqua), essi sono reperibili solamente tramite l'ufficio competente di Città Metropolitana Roma Capitale.
- Non è possibile accedere alla centrale termica, ai contatori e ai quadri elettrici.

### 11.9 Interventi consigliati

In seguito al sopralluogo approfondito, volto a compilare la scheda di indagine in ogni sua parte, è possibile rilevare una serie di piccoli interventi consigliabili all'amministrazione per inseguire un migliore risparmio energetico. Gli interventi ritenuti di immediata applicabilità sono di seguito elencati.

- Installare delle pellicole filtranti ad infrarosso nelle aule più calde esposte ad est.
- Pulire accuratamente e periodicamente il tetto, eventualmente verniciarlo di bianco.
- Sostituire le finestre, installando quelle con infissi a taglio termico doppio vetro.
- Installare le valvole termostate sui radiatori.
- Revisionare l'impianto fotovoltaico esistente, incluso il sistema di acquisizione dati.
- Installare un impianto fotovoltaico di maggiore potenza per avvicinarsi quanto più possibile a diventare auto produttori e proteggere il tetto dall'insolazione.

### 11.10 Conclusioni

L'edificio preso in considerazione, risulta avere dei problemi a livello termico sia d'estate che di inverno. Occorre quindi sanare i vari problemi strutturali ed impiantistici, in quanto l'edificio sembra denotare uno scarso confort ad alunni ed al personale scolastico.

L'ambientazione consente inoltre di aumentare e curare il verde circostante per una migliore regolazione della radiazione solare.

## 12 LICEO ORAZIO (VIA SPEGAZZINI)

### 12.1 Descrizione

La succursale di via Spegazzini del liceo Ginnasio Orazio è un edificio ad uso scolastico poco lontano dalla sede centrale. Essendo anch'esso di Roma è classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Esso è composto da una palazzina degli anni settanta, caratterizzata da una struttura tipica di quegli anni in cemento armato. L'edificio in oggetto presenta una superficie coperta di 1683 mq, quindi esso può essere catalogato come un complesso di piccole dimensioni. Il problema è che non è possibile accedervi a corsi terminati ed analizzarlo, di conseguenza viene analizzato con i soli dati forniti da Città Metropolitana, dalla Presidenza della sede centrale e da quanto rilevabile dall'esterno.



Fig.12.1.1 – Ingresso principale, liceo Orazio sede in via Spegazzini

### 12.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto in parte da due piani e ed in parte da un piano singolo. E' possibile venire a conoscenza dei dati catastali dell'edificio tramite Città Metropolitana: la superficie coperta complessiva è di 1683 mq, quella del tetto è di 1196 mq, mentre il volume è di 6204 mc.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici della sede centrale, vengono comunicati il numero complessivo di alunni che è pari a 237 e di aule che sono 12. All'interno dell'edificio sono presenti 3 laboratori divisi su diverse tematiche.

La struttura dell'edificio è in cemento armato e tamponatura. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, ne interno ne esterno.

Non sono note il tipo di aule e di finestrate, è possibile solamente osservare che le schermature delle finestre sono avvolgibili il PVC. Non sono chiare neanche le attività interne alla scuola ed i relativi tempi, questo dati che nel periodo di indagine la scuola è chiusa e non c'è personale impiegato. Tramite immagini satellitari è possibile comprendere la tipologia di tetto, lastricato calpestabile coperto da guaina di colore scuro (Fig.12.2.1).

La classe energetica comunicata dall'ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitana è G.

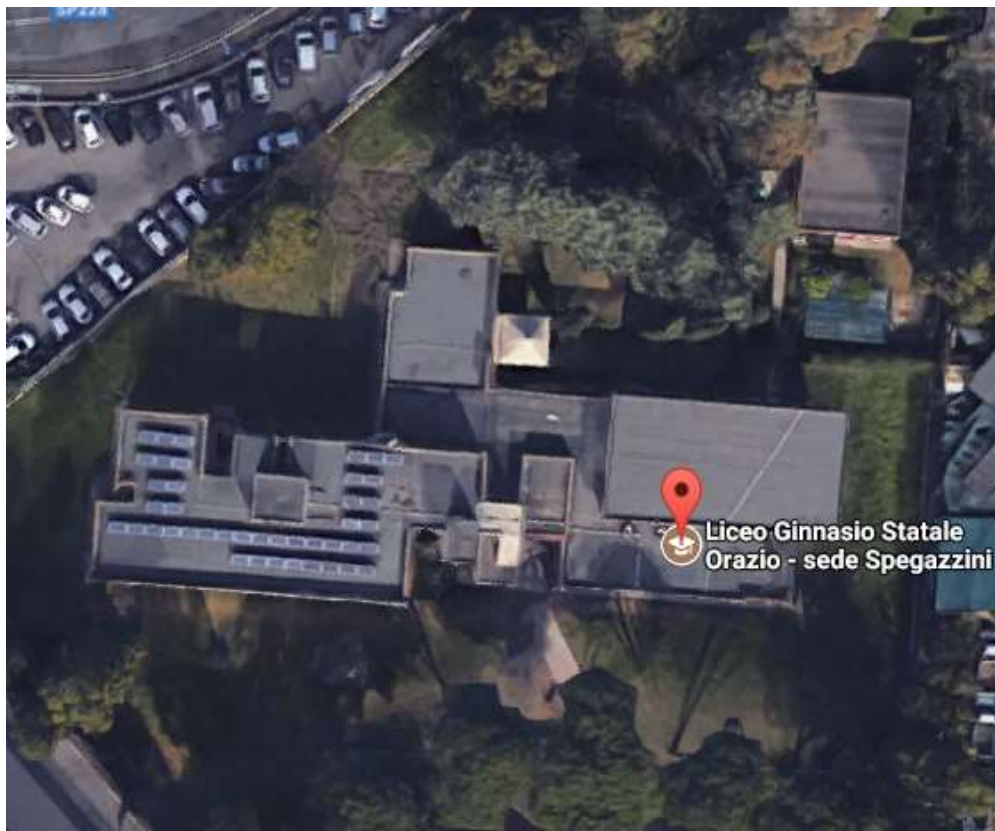


Fig.12.2.1 – Immagine satellitare del tetto

### 12.3 Impianti

Non risulta possibile accedere neanche all'interno del cortile della scuola in quanto già chiusa per ferie al momento del sopralluogo. Pertanto non è possibile analizzare l'impianto termico (contatori, caldaie ed eventuali altri impianti di climatizzazione), l'impianto elettrico (contatore e quadri elettrici) e neanche l'impianto idrico.

L'unica informazione sull'impianto elettrico che è possibile avere è la presenza dell'impianto fotovoltaico posto sul tetto, infatti tramite immagini satellitari è possibile rilevare la presenza di 37 pannelli (Fig.12.3.1). Di fatto si suppone un potenza di picco pari a circa 8 kW.

Dai dati forniti da Città Metropolitana risultano 9315 kWh annui di produzione. Tale quantità risulta essere compatibile con le aspettative di dimensionamento di progetto ed è pertanto supponibile un buon funzionamento dell'impianto.

Viene inoltre comunicata la quota parte di energia prodotta ed auto consumata, pari a 7850 kWh.

Per ottenere il totale energia consumata viene sommata la quota auto consumata a quella assorbita dalla rete ACEA (49765 kWh), con un totale di 57615 kWh.



*Fig.12.3.1 – Immagine satellitare dell'impianto fotovoltaico*

#### **12.4 Scheda di indagine edifici scolastici**

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.

## SCHEDA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LIVIO DRAZIO (VIA SPEGAZZINI)

DATA 21/07/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI							
Nominativo scuola				Codice istituto			
Di proprietà'		In locazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Vincolato storico		Vincolato paesagist.	
Regione	LAZIO						
Comune	ROMA						
Provincia	ROMA						
Indirizzo	VIA SPEGAZZINI, 50						
CAP	00156						
Coordinate GIS	41.937052, 12.542713						
Dati catastali	1683 [m <sup>2</sup> ]						
Classe energetica	G						
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto	L G
	Asilo	SI		NO			
	Elementari	SI		NO			
	Medie	SI		NO			
	Superiori	SI		NO			
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D						
Gradi/Giorno	14,15						
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SETTANTA						
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)							
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	3 LABORATORI						
Numero tot alunni	237						
Numero aule	12						
Attività extrascolastiche o serali							

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	SI		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro	C.A - TAMPONATURA			
Numero piani complessivi	2 / 1		Numero di piani fuori terra	1 / 0	
Superficie complessiva [mq]	1683 [mq]	Superficie riscaldata [mq]			
Volume complessivo [mc]	6204 [mc]	Volume climatizzato [mc]			
Tipologia copertura	Lastricato solare	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti	SI		<del>NO</del>		
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)					
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)					
Tipo schermatura	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..
---

**SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE**

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitatia (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc..)		Consumi [.....]		
	Gas metano	COP:	Pot elet:	[kWe]	
Pompa di calore		EER:	Pot term:	[kWt]	
	Elettrica	COP:	Pot elet:	[kWe]	
		EER:	Pot term:	[kWt]	
	geotermica	COP:	Pot elet:	[kWe]	
		EER:	Pot term:	[kWt]	
	Sistemi regolazione	SI	NO		
Contatore di calore	SI	NO			
Interventi manutenz.	SI	NO	Anno ult. intervento:		
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					



ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano,GPL ecc...)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod			40450 kWh	ANNU
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce, fm, cdz, ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc.)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
<b>Spazi interni</b>				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
<b>Spazi esterni</b>				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		

Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: $\approx 8 \text{ kW}$ Produzione [kWh/anno]: 9315 [kWh]	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico

Regolatori di flusso	SI		NO	
Recupero acque piovane	SI		NO	
Recupero acque grigie	SI		NO	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

CRITICITA' DI INDAGINE

- NON E' POSSIBILE ACCELERARE ALLA STRUTTURA FUORI DALL'EROGAZIONE DEI CORSI
- ASSENZA DEI CONSUMI IDRICI
- I DATI DI CONSUMO DI INTERESSE SONO ARCHIVIATI SECONDO PERIODI DIVERSI



### 12.5 Indicatori energetici

In seguito al completamento della scheda vengono calcolati tutti gli indicatori energetici.

Nella tabella Tab.12.5.1 sono stati riportati i principali indicatori di consumo, che forniscono importanti indicazioni relative ai consumi di elettricità e gas complessivi della palazzina.

Tali indicatori vengono espressi in funzione di diverse variabili tipiche dell'edificio scolastico; questo per mettere in relazione le necessità con i consumi. I dati sono quindi espressi in funzione di: superficie dell'edificio, volume dell'edificio, numero di alunni, numero di classi.

NOTA: Per quanto riguarda gli indicatori sono utilizzati una superficie di 1683 mq, un volume di 6204 mc, un numero di alunni pari a 237 e di aule pari a 12. I consumi idrici non sono noti, quindi non è possibile calcolare i relativi indicatori energetici. L'energia elettrica annua assorbita dalla rete (40450 kWh) viene addizionata di quella autoprodotta dall'impianto fotovoltaico ed integralmente autoconsumata (7850 kWh), per un totale di 49765 kWh.

<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA – 57615 [kWh]</b>	
[kWh/mq]	34.23
[kWh/mc]	9.28
[kWh/n° alunni]	243
[kWh/n° aule]	4801
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI GAS – 7018 [mc-gas]</b>	
[mc/mq]	4.17
[mc/mc]	1.13
[mc/n° alunni]	29.61
[mc/n° aule]	585
<b>INDICATORI DI CONSUMO ANNUALE DI ACQUA – [mc]</b>	
[mc/mq]	
[mc/mc]	
[mc/n° alunni]	
[mc/n° aule]	

Tab.12.5.1-Indicatori energia elettrica e termica

### 12.6 Potenzialità energetiche dell'edificio

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie del tetto per un impianto fotovoltaico più grosso. La scuola è bassa ed immersa nel verde, sicuramente non ha disponibilità di vento.

### 12.7 Criticità strutturali ed impiantistiche

Dato il mancato accesso non è possibile analizzare delle criticità di questo edificio.

### 12.8 Criticità di indagine

- Non è possibile accedere alla struttura fuori dalla erogazione dei corsi, durante il periodo di indagine (Luglio).
- Assenza dei consumi idrici.
- I dati di consumo di interesse elettrici, termici sono archiviati secondo periodi diversi (anno solare – anno scolastico).

### *12.9 Interventi consigliati*

Dato il mancato accesso non è stato possibile consigliare degli interventi per questo edificio.

### *12.10 Conclusioni*

Dato il mancato accesso non è possibile scrivere delle conclusioni per mancanza di dati relativi a questa struttura.

## 13 LICEO ORAZIO (VIA ISOLA BELLA)

### 13.1 Descrizione

La succursale di via Isola Bella del liceo Ginnasio Orazio è un edificio ad uso scolastico poco lontano dalla sede centrale, sempre nel quartiere Talenti, come l'altra succursale. Essendo anch'esso di Roma è classificato come fascia climatica in zona D in quanto ha un valore di Gradi Giorno pari a 1415 [GG]. Esso è formato da una palazzina degli anni settanta, caratterizzato da una struttura tipica di quegli anni. L'edificio presenta una superficie coperta di 2047 mq, quindi può essere catalogato come un complesso di piccole dimensioni.

Il problema è l'accesso fuori erogazione delle lezioni è permesso solamente in parte a causa della mancanza del personale. Di conseguenza è possibile analizzarlo con meno informazioni ed i dati forniti da Città Metropolitana e dalla Presidenza della sede centrale. A differenza della succursale di via Spegazzini questo edificio risulta in condivisione con un centro anziani. Tale condivisione permette per lo meno di accedere ad alcuni spazi del fabbricato.



*Fig.13.1.1 - Ingresso principale, liceo Orazio sede in via Isola Bella*

### 13.2 Edificio

Il complesso scolastico è composto da tre piani. La superficie coperta complessiva è di 2047 mq, quella del tetto è di 775 mq, mentre il volume non è noto.

Grazie all'ausilio dei collaboratori scolastici della sede centrale, sono rilevati il numero complessivo di alunni che è pari a 205 e di aule che sono 10. All'interno dell'edificio sono presenti 3 laboratori divisi su diverse tematiche.

La struttura dell'edificio qui presente è tutta in cemento armato. Non vi sono coibentazioni aggiuntive a quelle di originaria costruzione, quindi nessun cappotto isolante, ne interno ne esterno.

E' possibile analizzare dall'esterno le aule ed è possibile notare che sono spaziose e particolarmente luminose, in quanto dotate di grandi finestre (Fig.13.2.1).

Dal punto di vista energetico non si trova una buona situazione in quanto gli infissi sono in ferro, con vetro singolo (Fig.13.2.2).

La schermatura dell'edificio dalla radiazione solare è gestita mediante tende (Fig.13.2.3).

Non sono ben note le attività interne alla scuola. Si rileva che la struttura è in condivisione con un circolo sociale. Grandi spazi come la palestra/sala da ballo ed il teatro sono in condivisione (Fig.13.2.4). Tramite immagini satellitari è possibile visionare la tipologia di tetto, lastricato calpestabile trattato con guaina di colore scuro (Fig.13.2.5). La classe energetica comunicata dall'ufficio Edilizia Scolastica di Città Metropolitana è G.



*Fig.13.2.1 – Aula tipo*



*Fig.13.2.2 – Infissi in ferro con vetro singolo*



*Fig.13.2.3 – Schermature delle finestre*



*Fig.13.2.4 – Palestra, al momento del sopralluogo era in utilizza del centro anziani*

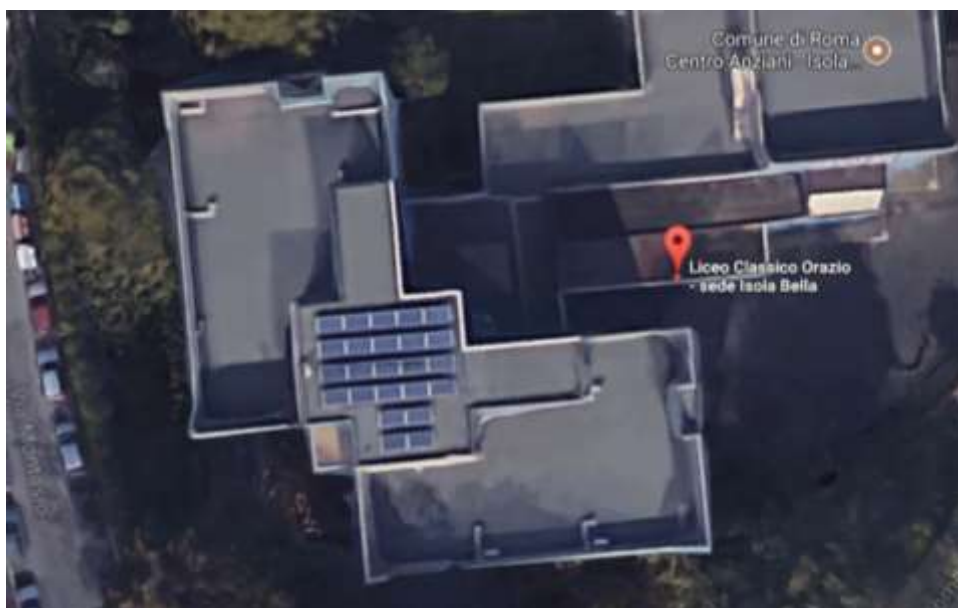


Fig.13.2.5 – Immagine satellitare del tetto

### 13.3 Impianti

Non potendo accedere neanche all'interno del cortile della scuola, ne tantomeno alla centrale termica chiusa a chiave, non è possibile analizzare l'impianto termico (contatori, caldaie ed eventuali altri impianti di climatizzazione), i quadri elettrici e l'impianto idrico.

E' possibile accedere ai contatori in quanto, nel cortile accessibile a tutti, presentano lo sportello rotto (Fig.13.3.1).

E' possibile ricavare la presenza dell'impianto fotovoltaico posto sul tetto da immagine satellitare, sono presenti 24 pannelli (Fig.13.3.2).

L'impianto solare produce, come da dati forniti da Città Metropolitana, 7540 kWh anno. La producibilità annua appare in accordo con la potenza di picco installata e pertanto si conferma una buona funzionalità del sistema di produzione.



*Fig.13.3.1 – Contatore energia elettrica*



*Fig.13.3.2 – Immagine satellitare dell'impianto fotovoltaico*

#### *13.4 Scheda di indagine edifici scolastici*

In questa sezione viene riportata la scansione della scheda compilata a mano in fase di sopralluogo.



## SCHEMA DI INDAGINE EDIFICI SCOLASTICI

Ver\_2.0

ISTITUTO LICEO ORAZIO (VIA ISOLA BELLA)

DATA 24/07/2017

FIRMA \_\_\_\_\_

1

DATI GENERALI- IDENTIFICATIVI						
Nominativo scuola			Codice istituto			
Di proprietà		In locazione <input checked="" type="checkbox"/>		Vincolato storico		Vincolato paesagist.
Regione	LAZIO					
Comune	ROMA					
Provincia	ROMA					
Indirizzo	VIA ISOLA BELLA, 5					
CAP	00141					
Coordinate GIS	41.936206, 12.5386468					
Dati catastali	2049 [m <sup>2</sup> ]					
Classe energetica	G					
Istruzione scolastica:	Materna	SI		NO		Specificare la tipologia di scuola o istituto <b>LG</b>
	Asilo	SI		NO		
	Elementari	SI		NO		
	Medie	SI		NO		
	Superiori	<input checked="" type="checkbox"/>		NO		
Zona climatica (A;B,C,ecc..)	D					
Gradi Giorno	1415					
Anno di costruzione: Se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile	ANNI SETTANTA					
Stato di conservazione complessivo dell'edificio (buona, discreta, ottima.ecc..)						
Destinazione d'uso presenti (mense, laboratori ecc..)	3 LABORATORI					
Numero tot alunni	205					
Numero aule	10					
Attività extrascolastiche o serali	CENTRO ANSIANI					

DATI TECNICI					
Struttura edificio	Muratura portante	SI		NO	
	Misto c.a. - muratura	<del>SI</del>		NO	
	Struttura in c.a. e pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Struttura in c.a - vetro	SI		NO	
	Acciaio e vetro	SI		NO	
	Acciaio e muratura	SI		NO	
	Acciaio pannelli prefabbricati	SI		NO	
	Facciata continua	SI		NO	
	Altro				
Numero piani complessivi	3		Numero di piani fuori terra	2	
Superficie complessiva [mq]	2047		Superficie riscaldata [mq]		
Volume complessivo [mc]			Volume climatizzato [mc]		
Tipologia copertura	Lastricato solare	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	
	A falda (spiovente) singola	SI		NO	
	A doppia falda (spiovente)	SI		NO	
Coibentazione pareti	SI		<input checked="" type="checkbox"/>		
Spazi accessori (bar, ristorante, garage ecc..)					
Infissi (legno, alluminio, plastica ecc..)	FERRO				
Tipo di vetratura (semplice, doppia, tripla)	SINGOLO				
Tipo schermatura  TENDE	Persiane	SI		NO	
	Sportellone	SI		NO	
	Venezia	SI		NO	
	Avvolgibili	SI		NO	
	Legno	SI		NO	
	Alluminio	SI		NO	
	PVC	SI		NO	
	PVC coibentati	SI		NO	

Note aggiuntive sulla tecnologia costruttiva, tipo di materiali, alberazione, esposizione al sole ecc..

. INTENSA VEGETAZIONE

SETTORE TERMICO CLIMATIZZAZIONE

Compilare solo la seguente tabella se l'acqua calda sanitaria (ACS) è integrata con il riscaldamento dell'edificio altrimenti compilare questa per il riscaldamento edificio e quella successiva per quanti riguarda l'ACS.

Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc..)	GAS		Consumi [MJ, G...]	12635
Pompa di calore	Gas metano	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	Elettrica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
	geotermica	COP:		Pot elet:	[kWe]
		EER:		Pot term:	[kWt]
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

ACS					
Caldaia	Ha più di 15 anni di esercizio	SI		NO	
	Due stelle **	SI		NO	
	Tre stelle ***	SI		NO	
	Quattro stelle****	SI		NO	
	Condensazione	SI		NO	
Potenza termica [kWt]					
Pot. elet. Servizi ausiliari [kWe]					
Rendimento combustione					
Combustibile	Tipo: (Gas metano, GPL ecc...)			Consumi [.....]	
Boiler Elettrico	Potenza [kW]		Accumulo [.....]		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Sistemi regolazione	SI		NO		
Contatore di calore	SI		NO		
Interventi manutenz.	SI		NO	Anno ult. intervento:	
Medio degli ultimi 3 anni [kWh]					
Spesa media annuale ultimi 3 anni [euro]					

Altri Impianti di climatizzazione			
Tipologia	Caratteristiche	COP	EER
Cogenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Trigenerativo	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Solare termico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Biomasse	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		
Geotermico	Potenza elettrica [kWe].....		
	Potenza termica [kWt].....		

Settore elettrico

Utilizzazione energia elettrica				
Utilizzazione generale	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)
Cons.pod			28209 kWh	
Suddivisioni Utilizzatori Su diversi Circuiti (luce,fm,cdz,ecc..)	Pot Dim [kW]	Misuratore SI/NO	Dati consumo disponibili (kW,euro,ecc..)	Periodo assunzione dati (annui,bimestrali,ecc)

Illuminazione				
Tipologia lampade	Potenza complessiva in [kW]	Quantità Numero	Tipo di Apparecchi	SI/NO
<b>Spazi interni</b>				
Incandescenza			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Compatte fluorescenti			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Alogene			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Neon			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Led			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Altro			Puntuale	
			Flaioniera	
			A parete	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				
<b>Spazi esterni</b>				
Ioduri Metallici			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Vapori Sodio			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Led			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Altro			Su pali	
			a livello terreno	
			altro	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale-ultimi 3 anni				

Altri impianti		
Tipologia	Destinazione	Note
Ascensori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Motori elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Forni elettrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Frigoriferi	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavatrici	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Congelatori	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo	
Lavastoviglie	Tipologia: Numero: Potenza (kW) media cadauno: Classe energetica (se conosciuta): Anno di produzione/acquisto: Numero di ore/giorno di utilizzo:	
Consumi elettrici medio annuale Ultimi 3 anni		
Spesa media annuale-ultimi 3 anni		



Sistemi di gestione intelligenti			
Tipologia	Descrizione	SI/NO	Note
Intelligenza distribuita			
PLC			
Misto			
Controlli	Zona		
	Stanza		
	Edificio		
Sensoristica	Temperatura		Altro:
	Umid Relat		
	Illuminaz.		
	Presenza		
Mezzo trasmissione	BUS		Altro:
	WIFI		
	Onde convogliate		
	Misto		

Note aggiuntive settore elettrico

Fonti rinnovabili		
Tipologia	Dati	Uso parziale o totale utenze edificio:
Fotovoltaico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Eolico	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	
Altro	Potenza [kWp]: ..... Produzione [kWh/anno]: .....	

Tecnologie di produzione di energia elettrica, breve descrizione impianti produzione

Altri servizi

Settore idrico

Regolatori di flusso	SI		NO	
Recupero acque piovane	SI		NO	
Recupero acque grigie	SI		NO	
Consumo medio annuale Ultimi 3 anni				
Spesa media annuale- ultimi 3 anni				

Potenzialità energetiche

Edificio	Risparmio energetico	Fonti rinnovabili	Utilizzazione	
		FOTOVOLTAICO		

Criticità della fase di indagine su dati generali, edificio, impianti ed altro.

### CRITICITA' STRUTTURALI ED IMPIANTISTICHE

- CONDIVISIONE DEI CONTATORI E DELLA CENTRALE TERMICA CON UN CENTRO ANSIAI
- CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA MALFUNZIONANTE
- INFESSI IN FERRO CON VETRO SINGOLO

### CRITICITA' DI INDAGINE

- È STATO IMPOSSIBILE ACCEDERE ALLA STRUTTURA
- ASSENZA DEI CONSUMI IDRICI
- STRUTTURA E CONSUMI CONDIVISI CON UN CENTRO SOCIALE PARTICOLARMENTE ATTIVO

### *13.5 Indicatori energetici*

Non è possibile creare una tabella di indicatori energetici in quanto i consumi della succursale del liceo Orazio sono in condivisione con il centro anziani. Tali luoghi infatti includono attività serali, musicali e teatrali che deviano sensibilmente le modalità e le quantità di consumo dalla tipologia scolastica.

### *13.6 Potenzialità energetiche dell'edificio*

La principale potenzialità energetica dell'edificio in oggetto è quella di sfruttare tutta la superficie del tetto per un impianto fotovoltaico più grosso.

### *13.7 Criticità strutturali ed impiantistiche*

- Condivisione dei contatori e della centrale termica con un centro anziani.
- Infissi in ferro con vetro singolo.

### *13.8 Criticità di indagine*

- Non è possibile accedere alla struttura nel caso di indagine obbligata nel mese di Luglio.
- Assenza dei consumi idrici.
- Struttura e consumi condivisi con un centro sociale particolarmente attivo.
- Assenza dei dati di producibilità del fotovoltaico.

### *13.9 Interventi consigliati*

Dato il mancato accesso non è possibile consigliare degli interventi per questo edificio.

### *13.10 Conclusioni*

Dato il mancato accesso non è possibile descrivere le conclusioni per mancanza di dati ed informazioni relativi a questa struttura.

## 14 INDICATORI DI CONSUMO

### 14.1 Introduzione

E' possibile, a questo punto, calcolare degli indicatori energetici tramite i dati forniti da Città Metropolitana, dalle scuole stesse e dalle misure effettuate sul campo. Essenziali si dimostrano i dati ricavati dai sopralluoghi tecnici effettuati in loco.

Gli indicatori vengono calcolati in rispetto alle diverse tipologie di consumi (Energia elettrica, GAS e idrici) in funzione dei dati catastali, dei numeri di aule ed alunni.

La loro importanza sta nel fatto che, per ogni edificio, si possa statisticamente comprendere se il comportamento energetico sia valido o se necessita di ulteriori studi o interventi.

Purtroppo non tutti gli indici possono essere calcolati. Questo è dovuto sia dalla mancanza di dati che dalla condivisione casuale delle strutture e degli impianti tra diversi enti e scuole.

In alcuni casi si trovano a convivere scuole dipendenti dalla Città Metropolitana con scuole dipendenti dal Comune di Roma, o altri, rendendo quindi complicatissimo incrociare tutti i dati necessari al fine di completare l'indagine energetica.

### 14.2 Indicatori di Consumo Energetico

Di seguito sono riportate le tabelle contenenti gli indicatori energetici, in funzione dei vari parametri essenziali.

In tale maniera si vuole dare un ausilio a chiunque debba analizzare sia gli andamenti delle singole scuole sia la situazione complessiva.

NOTA: Sono assenti gli indicatori energetici relativi alla succursale di via M. Massico del liceo Aristofane e la succursale di via Isola Bella del liceo Orazio, questo a causa dell'impossibilità tecnica di calcolare gli indici con adeguata precisione. Inoltre tutti i valori con il simbolo (\*) sono approssimati perché derivanti da una ripartizione di una quantità complessiva di edificio tra due diversi istituti ospitati, questo in funzione di un rapporto tra superfici e volumi totali e parziali.

Indicatori energetici in funzione delle superfici [mq]	Indicatori relativi ai consumi di energia elettrica [kWh/mq]	Indicatori relativi ai consumi di GAS [mc /mq]	Indicatori relativi ai consumi idrici [mc/mq]
LS Cavour	22.67	11.05	3.96
LCS Pascal	16.73	48	0.1
IIS E. Ferrari (Grottaferrata)	17.31	3.89	0.47
IIS E. Ferrari (Ferrini) (*)	12.7	2.43	1.73
LCL Aristofane (M. Resecone)	16.88	4.54	
LCL Aristofane (I. Curzolane) (*)	10.7	8.08	0.34
LS Keplero (Gherardi) (*)	9.45		1.1
LS Keplero (Vigne)	16.96	3.62	1.94
LG Orazio (A. Savinio)	24.6	2.08	
LG Orazio (Spegazzini)	34.23	4.14	
Valore medio degli indici di consumo in funzione della superficie	18.22	9.76	1.38

Tab.14.2.1 – Tabella degli indici di consumo in funzione delle superfici degli edifici

Indicatori energetici in funzione dei volumi [mc]	Indicatori relativi ai consumi di energia elettrica [kWh/mc]	Indicatori relativi ai consumi di GAS [mc /mc]	Indicatori relativi ai consumi idrici [mc/mc]
LS Cavour	1.34	0.67	0.23
LCS Pascal	4.2	0.8	0.03
IIS E. Ferrari (Grottaferrata)	5.31	1.19	0.14
IIS E. Ferrari (Ferrini) (*)	3.35	0.64	0.45
LCL Aristofane (M. Resecone)	16.88	4.54	
LCL Aristofane (I. Curzolane) (*)	3.24	2.45	0.1
LS Keplero (Gherardi) (*)	2.68		0.31
LS Keplero (Vigne)	3.86	0.82	0.44
LG Orazio (A. Savinio)	6.57	0.55	
LG Orazio (Spegazzini)	9.28	1.13	
Valore medio degli indici di consumo in funzione del volume	5.67	1.42	0.24

Tab.14.2.2 – Tabella degli indici di consumo in funzione dei volumi degli edifici



Indicatori energetici in funzione del numero di alunni [n° alunni]	Indicatori relativi ai consumi di energia elettrica [kWh/n° alunni]	Indicatori relativi ai consumi di GAS [mc / n° alunni ]	Indicatori relativi ai consumi idrici [mc/ n° alunni ]
LS Cavour	44.68	22.27	8
LCS Pascal	92.26	75.5	0.52
IIS E. Ferrari (Grottaferrata)	426.5	95.85	11.47
IIS E. Ferrari (Ferrini) (*)	201.1	38.6	27.3
LCL Aristofane (M. Resecone)	216.5	58.24	
LCL Aristofane (I. Curzolane) (*)	71.1	53.7	2.72
LS Keplero (Gherardi) (*)	64.3		7.68
LS Keplero (Vigne)	375.7	80.22	43
LG Orazio (A. Savinio)	236	20	
LG Orazio (Spegazzini)	243	29.61	
Valore medio degli indici di consumo in funzione del numero di alunni	197.1	52.66	14.41

Tab.14.2.3 – Tabella degli indici di consumo in funzione del numero di alunni

Indicatori energetici in funzione del numero di aule [n° aule]	Indicatori relativi ai consumi di energia elettrica [kWh/n° aule]	Indicatori relativi ai consumi di GAS [mc /n° aule]	Indicatori relativi ai consumi idrici [mc/n° aule]
LS Cavour	1068	520.5	186.74
LCS Pascal	2425	407.5	13.6
IIS E. Ferrari (Grottaferrata)	4531	1017	122
IIS E. Ferrari (Ferrini) (*)	4562	875	618.7
LCL Aristofane (M. Resecone)	4331	1165	
LCL Aristofane (I. Curzolane) (*)	1754	1324	56
LS Keplero (Gherardi) (*)	1335		153.54
LS Keplero (Vigne)	5560	1187	637
LG Orazio (A. Savinio)	4618	391	
LG Orazio (Spegazzini)	4801	58.5	
Valore medio degli indici di consumo in funzione del numero di aule	3498	771.7	255.4

Tab.14.2.4 – Tabella degli indici di consumo in funzione del numero di aule

### 14.3 Conclusioni

Grazie alle tabelle di indicatori energetici appena presentate si possono trarre interessanti conclusioni qualitative e quantitative dell'andamento dei consumi energetici delle scuole. Per quanto riguarda gli indici di consumo di energia elettrica il liceo Cavour è l'edificio con i valori sempre più bassi, mentre liceo Keplero (sede succursale) è quello che presenta gli indici mediamente più elevati. In ogni caso ci sono numerose scuole che, presentando indici fuori dalla media, denotano una necessità di approfondire lo studio sulla tipologia di utilizzo e di gestione dell'energia. Questo rilevando ancora una volta l'importanza degli indicatori di consumo.

Per gli indici di consumo di GAS, non ci sono degli edifici che spiccano di più rispetto ad altri. Infine per quanto riguarda i consumi idrici c'è il liceo Pascal che dei consumi di acqua notevolmente ridotti, rispetto agli altri edifici. Insomma, ogni edificio si dimostra differente dagli altri e merita uno studio particolareggiato.

## 15 CONCLUSIONI

Il lavoro di ricerca qui presentato propone gli spunti di seguito riportati al fine di migliorare non solo la fase di acquisizione dati ma anche le procedure di gestione ed ottimizzazione.

### 15.1 Risultati della ricerca

La ricerca qui riportata è volta principalmente a verificare l'utilità e la funzionalità delle Schede Tipo di Indagine Energetica per Edifici Scolastici fornite da ENEA. Per arrivare a tale risultato si effettua una verifica energetica su un campione di dodici edifici situati, in zona climatica D, nella Provincia di Roma. I risultati delle indagini vengono riportati in quanto descrittivi di una situazione impiantistica e di un sistema di gestione entrambi da correggere.

Andando brevemente per punti, i principali risultati del presente lavoro sono i seguenti.

- Verifica di funzionalità e miglioramento delle schede di indagine energetica preparate da ENEA.
- Individuazione dei tipici punti critici di impianto: carenze di misura, di manutenzione e di gestione.
- Valutazione delle difficoltà nel misurare, rilevare, archiviare e trattare i dati da parte una unica unità centrale.
- Identificazione dei principali errori di gestione energetica.
- Indagine energetica generale per dodici istituti con breve relazione sullo stato attuale e sugli interventi immediatamente attuabili.
- La definizione degli indicatori di consumo in funzione di quattro variabili diverse, per caratterizzare al meglio il comportamento: superfici, volumi, numero di aule, numero di allievi.
- La dimostrazione che, per la soluzione di tutti i problemi tecnici, gestionali ed energetici, in ogni edificio è strettamente necessaria una figura tecnica addetta alla giornaliera gestione dell'energia e degli impianti di base e tecnologici.

### 15.2 Criticità

Numerose sono le criticità riscontrabili nel portare avanti il lavoro in oggetto, queste sono suddivise tra quelle di impianto o gestione e quelle di rilevazione dei dati e di indagine.

Per quanto riguarda la scheda in prova, le criticità rilevate e sfruttate per migliorare il sistema sono le seguenti.

- Nella scheda è stato necessario aggiungere alcuni campi essenziali, necessari a caratterizzare al massimo l'edificio o l'impianto. Tra questi si hanno: la tipologia di scuola ospitata, il numero di aule presenti, tipologia dell'ambiente circostante con ombreggiature ed insolazione, tabella completa di utilizzazione dell'energia elettrica con tutti i dati particolareggiati inclusa la presenza di misuratori di energia, spazio dedicato ad elencare le potenzialità energetiche dell'edificio soprattutto in termini di produzione di energia da fonti rinnovabili, spazio dedicato ad annotare le criticità impiantistiche, edili e gestionali rilevate in fase di indagine.
- Le tabelle della scheda sono state ritoccate nella formattazione per lasciare più spazio ai dati di maggior interesse o di maggiore disponibilità.
- Dai campi della scheda è stato possibile eliminare alcuni campi rilevati di scarso interesse come: piano seminterrato climatizzato e piano seminterrato non climatizzato. Poche altre modifiche sono state fatte ma solo in termini di impaginazione o riduzione di alcuni spazi di non rilevante importanza.

In merito alle criticità rilevate in fase di acquisizione dati o di sopralluogo sono da elencare tutte le seguenti.

- Gli impianti risultano spesso manomessi, mancanti di documentazione, non identificabili da schemi o da sigle correttamente archiviati dall'amministrazione. Spesso anche i codici dei contatori non corrispondono a quelli indicati.

- Spesso, nella raccolta dei dati, enti diversi archiviano i valori di consumo in funzione dell'anno scolastico piuttosto che dell'anno solare. Nel caso di gestori non tecnici è frequente ricevere dati confusi o con unità di misura non chiare.
- Nella maggior parte mancano informazioni e dati certi sulla struttura e sugli impianti, in alternativa si è costretti a basarsi su ricordi e pareri di un vasto numero di impiegati, gestori ed utenti che, ovviamente, risultano spesso inattendibili.
- Numerosi impianti fotovoltaici non producono quanto dovrebbero denotando gravi carenze di controllo, gestione e manutenzione. Si rileva la necessità di un responsabile tecnico di edificio che viva giornalmente la struttura e assicuri il corretto funzionamento di tutti i sistemi in essa integrati.
- Mancano alcuni dati relativi alla produzione da fotovoltaico, nella disponibilità del sistema di gestione di Città Metropolitana.
- Numerosi impianti sono abbandonati aperti a causa delle serrature rotte oppure chiusi ed in assenza di chiavi che risultano in possesso esclusivo della impresa esterna delegata alla manutenzione. Pertanto i locali sono spesso non accessibili anche gli addetti alla gestione.
- Numerosi edifici scolastici sono in condivisione con più di un istituto con il quale, in maniera assolutamente casuale, condividono alcune delle utenze in maniera totale o parziale. Nel caso complesso in cui convivono una scuola dipendente dal Comune ed una dalla Provincia la gestione del sistema quanto quella dell'indagine si complica in maniera esponenziale.
- I dati letti dai contatori non sono utilizzabili in quanto non viene dichiarata, né scritta sulle targhette applicate negli appositi scomparti, la costante moltiplicativa che tiene conto del fattore di trasformazione dei TA di inserzione.
- Alcuni edifici si rendono ne analizzabili ne gestibili, al pari degli altri, in quanto ospitanti realtà completamente diverse da quelle scolastiche tipiche: circoli sociali di quartiere, teatri, sale da ballo, associazioni culturali, palestre, piscine, ed altro. Tutti con le utenze in condivisione totale, parziale o separate in maniera casuale. In alcuni casi i locali ospitano anche corsi pomeridiani e serali con orari variabili; cosa che rende ancora più complicato dare valore ad un indicatore di consumo se non si costruisce un preciso modello matematico di valutazione del sistema.
- Carenze nella manutenzione edile che pregiudicano anche il corretto utilizzo dell'energia: tetti sporchi o scuri, coibentazioni deteriorate, infiltrazioni ed umidità, ricambi d'aria incontrollati, ed altro.
- Assenza di sistemi di regolazione o di misura dell'energia, ad esempio le manopole termostate sui radiatori non vengono mai utilizzate. Solo alcune scuole hanno un misuratore generale di energia elettrica sul quadro generale, senza alcuna suddivisione dei consumi per diversi utilizzi.
- Assenza di una gestione tecnica oculata dell'energia, specialmente della parte fonti rinnovabili. In nessun caso viene trovato un addetto alla verifica della producibilità, dell'esercizio e della pulizia dell'impianto fotovoltaico, quando presente.
- Eccessiva differenza di gestione della climatizzazione all'interno dei diversi edifici, con consumi nettamente diversi, spesso con eccessi o carenze di comfort lamentate dagli utenti. Inoltre, in tale maniera le diverse scuole non risultano confrontabili nei consumi.
- La maggior parte dei campi indicati nella scheda non possono essere compilati, come si evince da quelle compilate in fase di sopralluogo, in quanto solo pochissimi dati essenziali risultano reperibili. Se si volesse approfondire la scheda sarebbero necessarie tali ricerche tecniche che, ancora una volta, andrebbero a giustificare la necessità della presenza di un tecnico all'interno di ogni edificio.

### 15.3 Proposte e migliorie

In merito alla scheda non vi è nessuna proposta da fare, tutti i leggeri aggiustamenti del caso sono stati apportati alla versione finale qui utilizzata e presentata. Se si volesse pensare ad una compilazione autonoma da parte dei Dirigenti Scolastici bisognerebbe studiare una nuova versione semplificata della scheda.

Per quanto riguarda la parte operativa della gestione energetica, sia in fase di indagine sia in fase di esercizio, ci si rende conto con evidenza che il sistema alle condizioni attuali non è analizzabile né gestibile.

Il sistema edificio risulta talmente complesso per la quantità di enti che lo dividono e che lo gestiscono che si conferma come unica necessità essenziale la presenza di un dipendente tecnico di edificio che segua personalmente e giornalmente l'intero sistema, dalle manutenzioni alla gestione dell'energia.

La necessità di un tecnico presente, che conosca anche la storia dell'edificio e dell'impianto, risulta ancora più necessaria a causa della continua variabilità di utilizzo o di destinazione d'uso dei locali.

Gli sprechi rilevati risultano numerosi ed energivori in quantità tale da sospettare che, con il risparmio ottenibile da una presente ed accorta gestione, si possa facilmente rientrare del costo di una risorsa umana addetta alla gestione continuativa. Se solo si conteggiasse il danno derivante da mancata produzione fotovoltaica, a causa dell'assenza di supervisione del sistema, si potrebbero delineare cifre pesanti.

#### **15.4 Possibili sviluppi**

La scheda risulta chiara e comoda per un utilizzo immediato da parte di un tecnico; se si volesse creare una scheda facilitata che il Direttore Scolastico possa compilare in maniera autonoma è possibile fare uno studio di semplificazione.

Data la forte discrepanza rilevata tra gli indicatori di diverse realtà scolastiche si rende necessaria una ricerca più approfondita per comprendere il comportamento di un edificio. Studiare un modello matematico semplice, utilizzabile anche da un utente con scarse capacità tecniche o da un Dirigente Scolastico, potrebbe fornire una buona caratterizzazione dell'edificio.

In aggiunta sarebbe possibile creare un software *user-friendly* che possa essere utilizzato, a tutti i livelli, per identificare il comportamento di un edificio e correlarlo con gli indicatori di consumo statistici; cosa che oggi non è possibile a causa della disomogeneità di edifici, impianti e gestioni.

## **CV breve del responsabile scientifico del cobeneficiario, Prof. Ezio Santini**

Ingegnere elettrotecnico è Professore di ruolo di prima fascia presso la facoltà di Ingegneria Civile e Industriale di Sapienza - Università di Roma. Afferisce al Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Elettrica ed Energetica (DIAEE). È il coordinatore della Sezione Elettrica del DIAEE.

È il titolare dei corsi ufficiali della Facoltà di Ingegneria: “Macchine Elettriche”, “Macchine e Azionamenti Elettrici”, “Cad e tecnologie di apparati elettromeccanici”. I suoi temi di ricerca: Macchine elettriche – azionamenti elettrici - CAD elettromagnetico – costruzioni elettromeccaniche - produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile - energy management – normativa – analisi tecnico-economiche. Dal 2002 al 2005 e dal 2011 al 2014 è stato il presidente del Corso di laurea in Ingegneria Elettrotecnica di SAPIENZA – Università di Roma. Dal 2009 al 2014 è stato delegato del Rettore di SAPIENZA – Università di Roma per l'accoglienza degli Studenti e per i rapporti con il territorio. E' il proprietario del copyright per il software “Amadeus”, un package applicativo per la analisi agli elementi finiti di dispositivi elettrici e magnetici. Nel 2010 è stato lo Scientific Chairman dell'ICEM, conferenza tenutasi a Roma dal 5 al 9 Settembre, il più grande evento mondiale del settore. Ha coordinato ed ha partecipato a numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali.

È il presidente del comitato tecnico-scientifico dell'Assistal sezione di Roma, la associazione di Confindustria che rappresenta le aziende installatrici di impianti tecnologici. Ha coordinato ed ha partecipato ad attività di ricerca e di consulenza svolte in collaborazione con un grande numero di Aziende ed istituzioni italiane e straniere: Acea, Ansaldo, Atac/Roma, Booz-Hallen Hamilton, BTicino, Cofathec/Cofely, Electroconsult, ENEA, ENEL, Erg-Renew, International Power, Marina Militare Italiana, numerosi Ministeri e Dipartimenti, Technip, Telecom Italia, Terna, Trenitalia, Salini, Siram. Ha al suo attivo circa duecento pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali e su proceedings di congressi internazionali. E' titolare di quattro brevetti internazionali. Ha scritto quattro libri in lingua italiana su tematiche di natura tecnica.