



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

Progetto: Riqualficazione energetica scuola Fermi-Aleramo via G. Corsani n. 15

Titolo: **Diagnosi Energetica**

Fase: **PROGETTO ESECUTIVO**

Assessore all'ambiente e alla mobilità Filippo Alessi

Servizio PF Governo del territorio

Dirigente del Servizio Arch. Riccardo Pecorario

Responsabile Unico del Procedimento Ing. Giovanni Nerini

## Progettisti

Progetti Opere di Riqualficazione Energetica

Ing. Iuri Baldi

Ing. Paolo Lo Iacono



Redazione Elaborati Grafici

Geom. Alessio Cheli

Geom. Giacomo Giovanchelli



Elab. G - Diagnosi Energetica

Scala: -

Spazio riservato agli uffici:

# DIAGNOSI ENERGETICA

Redatta in modo conforme alle serie delle UNI/TS 11300 in applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per Riscaldamento e ACS, con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso reali.

<b>Progettista:</b>	<u>ing. Iuri Baldi</u>
<b>Committente</b>	<u>Comune di Prato</u>
<b>Edificio:</b>	<u>Scuola media e palestra Fermi (succursale)</u>
<b>Comune:</b>	<u>Prato - PO</u>
<b>Indirizzo:</b>	<u>via Corsani n. 17</u>
<b>Intervento:</b>	<u>Ristrutturazione importante di 2° livello</u>

## 0. PREMESSA

La seguente Diagnosi è stata redatta in conformità alle norme tecniche UNI EN CEI 16247 (in particolare parte 2 Edifici) e eseguendo i calcoli in base alle serie delle UNI/TS 11300 in applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per Riscaldamento e ACS, con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso reali.

La diagnosi si basa sulla preventiva rappresentazione dell'edificio nello stato di fatto al fine della determinazione della sua prestazione energetica ex ante, validata nelle sue condizioni reali d'uso, in riferimento alle serie storiche di consumo energetico.

Si ipotizzano successivamente interventi su edificio ed impianti stimandone gli effetti sul miglioramento delle prestazioni rapportando i benefici agli oneri di investimento.

La diagnosi energetica è stata redatta in modo da tener conto di tutte le preesistenze (come gli impianti fotovoltaici in copertura).

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

La procedura implementata segue la struttura fornita dalla serie delle specifiche UNI/TS 11300 discostandosi nei punti in cui esse non sono sufficientemente dettagliate.

Il documento, in conformità del D.Lgs. 115/08 e del D.Lgs. 192/05 e s.m.i. per gli edifici ad uso residenziale e terziario, mirata al contenimento degli usi finali di energia elettrica e termica, è basata su:

- il rilievo dei parametri significativi del sistema fabbricato-impianto;
- i dati storici di fatturazione energetica;
- i fabbisogni calcolati e gli utilizzi di energia primaria per gli ausiliari elettrici, il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria;
- l'energia prodotta da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, biomasse);

in modo da poter individuare i sottosistemi in cui le energie disperse sono maggiori e individuare le migliori modalità di conduzione e gestione dell'edificio in modo da poter valutare, da un punto di vista tecnico-economico, gli interventi di retrofit energetico.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

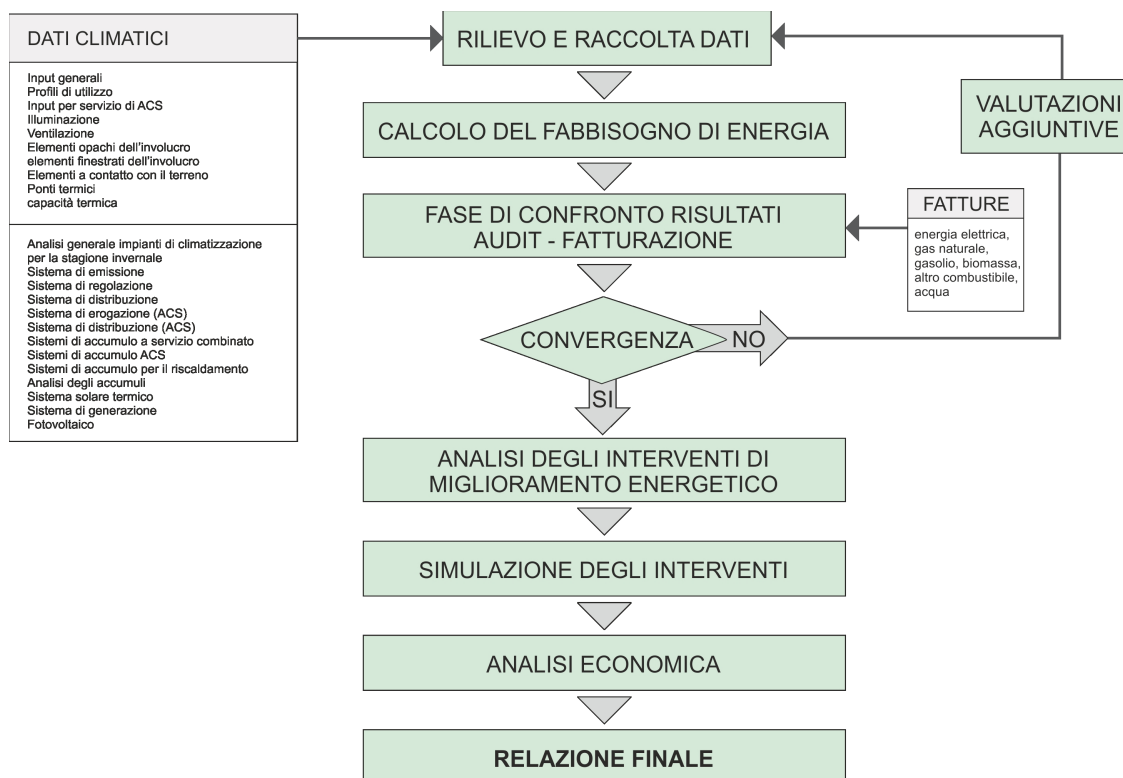
- D.Lgs. 102/2014 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE".
- Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";
- D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";
- D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";
- D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";
- D.I. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici ;
- D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";
- UNI TS 11300-Parte 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI TS 11300-Parte 2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI TS 11300-Parte 3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI TS 11300-Parte 4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)
- UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici
-

### 3. OBIETTIVI

La presente relazione viene redatta al fine del raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. Definizione del fabbisogno energetico standard dell'immobile (asset rating)
2. Definizione di indicatori di prestazione energetica per il fabbricato e gli impianti allo scopo di commisurare il fabbisogno energetico reale e quello calcolato (tailored rating)
3. Ricerca, analisi ed identificazione delle situazioni di degrado dell'edificio e/o di inefficienze degli impianti tecnici
4. Definizione degli interventi di riqualificazione tecnologica del fabbricato e degli impianti tecnici
5. Valutazione della fattibilità tecnica ed economica degli interventi di riqualificazione
6. Miglioramento del confort
7. Riduzione dei carichi ambientali e dei costi di gestione dell'immobile (risparmio)
8. Valutazione della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>

Al fine di ottenere questo risultato viene attuata la seguente modalità operativa:



#### Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio/impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

1. la realizzazione di isolamento di parete esterna tramite sistema a cappotto (140 mm in EPS) .
2. la sostituzione di infissi esistenti con infissi ad alte prestazioni (in alluminio con vetrocamera basso – emissivi, talora controllo solare per la limitazione del sovra riscaldamento dei locali).
3. l'installazione di pompa di calore aerotermica per il servizio acqua calda sanitaria degli spogliatoi della palestra.
4. l'installazione di valvole termostatiche.

5. l'installazione di un sistema di building automation.

In relazione ai sistemi di cui al punto 5, si precisa che verranno installati attuatori termostatici elettronici sui terminali di emissione, in collegamento wireless con un sistema centralizzato di chiamate del servizio, tale da conseguire la classe B partendo dalla classe attuale C, secondo UNI EN 15232.

In base a tale normativa e alla destinazione d'uso dell'edificio il fattore di efficienza BACS corrispondente consentirà, in aggiunta ai benefici riportati dagli altri interventi, un ulteriore risparmio energetico percentuale di circa il 12 %.

Scenari	Elenco interventi previsti
Nuovo scenario di insieme	<p><b>1) Cappotto su pareti esterne</b>            [Muratura in mattoni laterizio forato] → [Muratura in laterizio forato + EPS]</p> <p><b>2) Sostituzione infissi esistenti con infissi ad alte prestazioni</b>            [F.02 194x140] → [F.02 194x140 (U=1,67)]            [F.03 160x140] → [F.03 160x140 (U=1,67)]            [F.03.b 152x140] → [F.03.b 152x140 (U=1,67)]            [F.04 190x232] → [F.04 190x232 (U=1,67)]            [F.04.b 190x232] → [F.04.b 190x232 (U=1,67)]            [F.05 125x232] → [F.05 125x232 (U=1,67)]            [F.06 93x98 piano terra cassonetto] → [F.06 93x98 piano terra cassonetto (U=1,67)]            [F.06.b 93x98 pianoprimo e secondo NO R] → [F.06.b 93x98 pianoprimo e secondo NO R (U=1,67)]            [F.07 93x252 interpiano scale NO R] → [F.07 93x252 interpiano scale NO R (U=1,67)]            [F.08 86x84 interpiano scale NO R] → [F.08 86x84 interpiano scale NO R (U=1,67)]            [F.10 93x115 interpiano scale NO R] → [F.10 93x115 interpiano scale NO R (U=1,67)]            [Fp.01.b 267x157] → [Fp.01.b 267x157 (U=1,67)]            [Fp.01.c 248x157] → [Fp.01.c 248x157 (U=1,67)]            [Fp.02 262x257] → [Fp.02 262x257 (U=1,67)]            [Fp.03 95x100] → [Fp.03 95x100 (U=1,67)]            [Fp.04 154x232] → [Fp.04 154x232 (U=1,67)]            [Fp.01 262x157] → [Fp.01 262x157 (U=1,67)]            [Fp.06 470x100] → [Fp.06 470x100 (U=1,67)]</p> <p><b>3) Installazione pompa di calore</b>            Installazione pompa di calore aerotermica - spogliatoi</p> <p><b>4) Installazione valvole termostatiche</b>  <b>5) Sistema Building Automation (BACS)</b>            Installazione sistema di Building Automation</p>

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

**Procedura dello studio di fattibilità**

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;

- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

La presente diagnosi energetica è redatta con riferimento a: D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993, D.P.R. n°551 del dicembre 1999, Decreto Legislativo n° 192 del 19 agosto 2005, Decreto Legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006, Legge 90 del 3 agosto 2013, DM Requisiti Minimi, UNI TS 11300 parti 1, 2, 3 e 4.

#### 4. INFORMAZIONI GENERALI

Diagnosi energetica di Scuola media e palestra Fermi-Aleramo nel comune di Prato (PO) sito in via Corsani 17

Dati catastali	
FERMI ALERAMO	Foglio: 24 Particella: 959 Subalterno: Sezione urbana:

Tipologia di intervento: Ristrutturazione importante di secondo livello

Tipologia costruttiva:

Configurazione dell'edificio: Singola unità centralizzata

Numero delle unità presenti: 1



Classificazione dell'edificio o del complesso di edifici (Art. 3 del DPR 412/93): E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Gli interventi in oggetto sono riferiti alla concessione edilizia n. 11558 del 03/02/1972 a seguito di denuncia di inizio attività o permesso di costruire n. , presentata in data 03/02/1972

Proprietario 1: Comune di Prato

Direttore dei lavori per l'isolamento dell'edificio: Ing. Iuri Baldi - Ing. Giovanni Nerini



- [X] L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'articolo 2, comma 1 della Legge 90 del 3 agosto 2013.

## 5. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente diagnosi energetica, sono i seguenti:

- [0] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- [0] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare
- [0] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

## 6. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ (STD RATING)

Comune: Prato (PO) Gradi giorno determinati in base al DPR 412/93: 1668

Zona climatica: D Altitudine: 61 m

Latitudine: 43°52' Longitudine: 11°5'

Temperatura invernale minima di progetto dell'aria esterna: 0,0 °C

*La temperatura minima dell'aria esterna è determinata in base alla UNI 5364:1976.*

Temperatura massima estiva di progetto: 39,1 °C

Escursione termica nel giorno più caldo dell'anno: 17,7 °C

Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: 283,56 W/m<sup>2</sup>

## 7. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

	S m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	S/V m <sup>-1</sup>	Su m <sup>2</sup>
FERMI ALERAMO	4.791,30	10.590,52	0,452	2.460,11

S superficie esterna che delimita il volume a temperatura controllata o climatizzato

V volume delle parti di edificio a temperatura controllata o climatizzate al lordo delle strutture che lo delimitano

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile dell'edificio

	Zona	T <sub>inv</sub> °C	φ <sub>inv</sub> %	Test °C	φ <sub>est</sub> %
FERMI ALERAMO	SCUOLA	20,0	50		
FERMI ALERAMO	PALESTRA	18,0	50		
FERMI ALERAMO	SPOGLIATOI E CORRIDOIO PALESTRA	20,0	50		

T<sub>inv</sub> valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione invernale o il riscaldamento

φ<sub>inv</sub> valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Test valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione estiva o il raffrescamento

φ<sub>est</sub> valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione estiva

Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva: 52,9 %

## 8. DATI CLIMATICI, CONSUMI ENERGETICI E CONDIZIONI D'USO (TAILORED RATING)

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche con dati di consumo reali dell'impianto.

E' stato possibile analizzare le bollette relative ai consumi reali.

Si è poi proceduto alla conversione delle quantità fisiche di metano (mc) consumate in energia termica (kWh), in modo da poter confrontare i consumi reali e quelli teorici;

### 8.1 CONSUMI

I dati desunti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

I dati desunti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

Vettore: Metano

Potere calorifico: 9,45 kWh/m<sup>3</sup>

Data inizio	Data Fine	Costo [€]	Consumo [m <sup>3</sup> ]	Unitario [€/m <sup>3</sup> ]	% Riscaldamento	% ACS
01/01/2016	31/01/2016	2.198,40	2.748,00	0,80	100,00	0,00
01/02/2016	28/02/2016	1.877,60	2.347,00	0,80	100,00	0,00
01/03/2016	30/03/2016	1.548,80	1.936,00	0,80	100,00	0,00
01/04/2016	31/04/2016	39,20	49,00	0,80	100,00	0,00
01/05/2016	31/05/2016	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/06/2015	30/06/2015	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/07/2015	31/07/2015	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/08/2015	31/08/2015	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/09/2015	30/09/2015	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/10/2015	31/10/2015	1,60	2,00	0,80	100,00	0,00
01/11/2015	30/11/2015	1.319,20	1.649,00	0,80	100,00	0,00
01/12/2015	31/12/2015	2.442,40	3.053,00	0,80	100,00	0,00

Vettore: Energia elettrica

Data inizio	Data Fine	Consumo [kWh]
01/01/2016	31/01/2016	4.014,00
01/02/2016	28/02/2016	4.672,00
01/03/2016	30/03/2016	4.452,00
01/04/2016	31/04/2016	4.307,00
01/05/2016	31/05/2016	4.079,00
01/06/2015	30/06/2015	766,00
01/07/2015	31/07/2015	443,00
01/08/2015	31/08/2015	371,00
01/09/2015	30/09/2015	2.108,00
01/10/2015	31/10/2015	3.998,00
01/11/2015	30/11/2015	3.965,00
01/12/2015	31/12/2015	3.741,00
		<b>Tot 36.916,00</b>

Il metodo di calcolo utilizzato per il calcolo dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica UNI/TS 11300, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, insolazione) di riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza del sito analizzato.

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello utilizzato il condominio esaminato.

Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato il software TERMOLOG EPIX 9 su base nazionale.

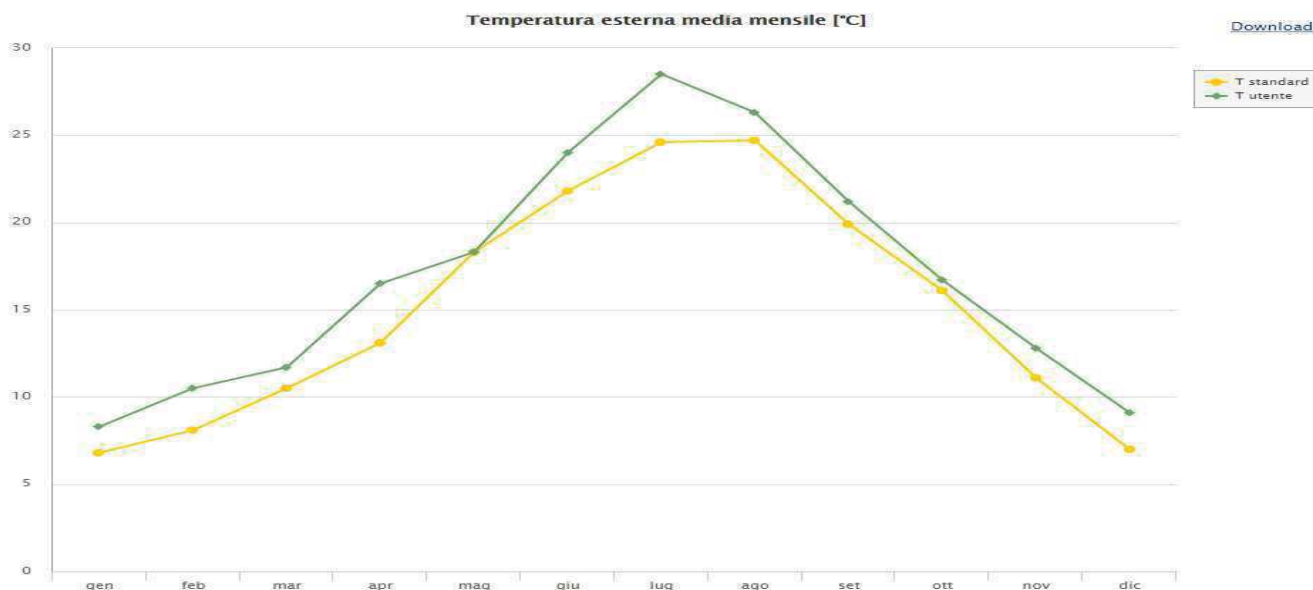
### 8.2 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle



centraline climatiche locali.

Mese	T standard °C	T calcolo °C
gennaio	8,3	8,3
febbraio	10,5	10,5
marzo	11,7	11,7
aprile	16,5	16,5
maggio	18,3	18,3
giugno	24,0	24,0
luglio	28,5	28,5
agosto	26,3	26,3
settembre	21,2	21,2
ottobre	16,7	16,7
novembre	12,8	12,8
dicembre	9,1	9,1



*Andamento della temperatura media mensile standard e utente*

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Qhve) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo per i profili d'uso reale viene implementato calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

Tali considerazioni si estendono anche ai consumi di **energia elettrica** dovuta ad **usi non termici**, ovvero dovuti a:

- Impianto di illuminazione;
- Apparecchiature da ufficio (pc, stampanti, ecc.);
- Impianto ascensore;

Anche per quanto riguarda gli impianti elettrici, per ogni zona di caratteristiche omogenee in termini di tecnologia (illuminazione, macchine per ufficio ecc.), la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza.

In merito al contributo degli impianti fotovoltaici, che nella procedura standard (APE) vengono notoriamente sovrastimati ammettendoli a integrale autoconsumo, si precisa che il modello della DE deve tener conto dell'importante quota di esportazione, dovuta - nelle scuole - al fermo estivo degli autoconsumi.

Dalle rilevazioni storiche è emerso che nel 2016 l'impianto fotovoltaico delle Fermi ha prodotto 18.990 kWh (in linea con le previsioni), di cui 11.948 autoconsumati e 7.042 immessi in rete.:

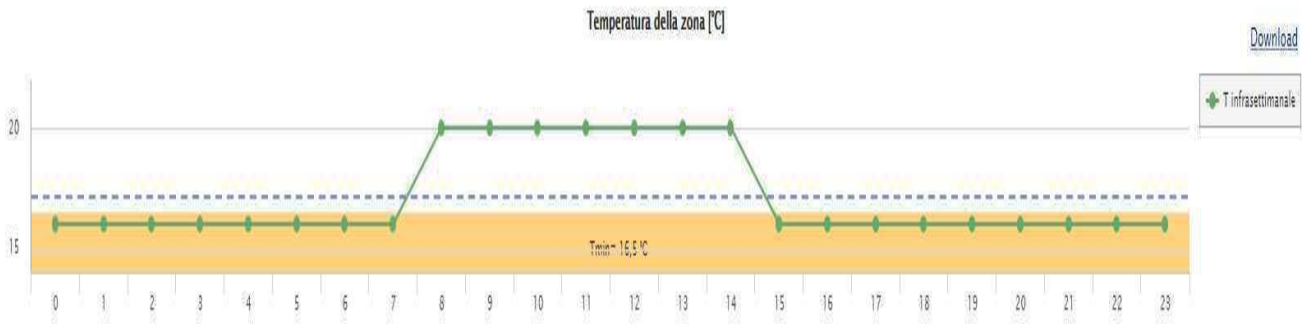
## Zona riscaldata: SCUOLA

### Temperatura interna

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Temperatura media pesata: 17,2 °C

Grafico della temperatura interna



### Altri parametri

Ricambi d'aria	Valore utente	0,05 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	13.857 W
QH,W acqua calda sanitaria	-	-

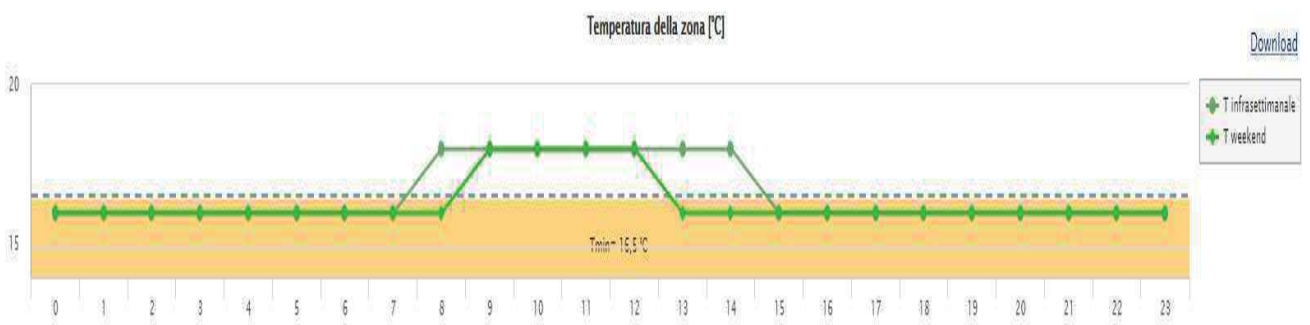
## Zona riscaldata: PALESTRA

### Temperatura interna

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Temperatura media pesata: 16,5 °C

Grafico della temperatura interna



### Altri parametri

Ricambi d'aria	Valore utente	0,05 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	4.200 W

QH,W acqua calda sanitaria -

-

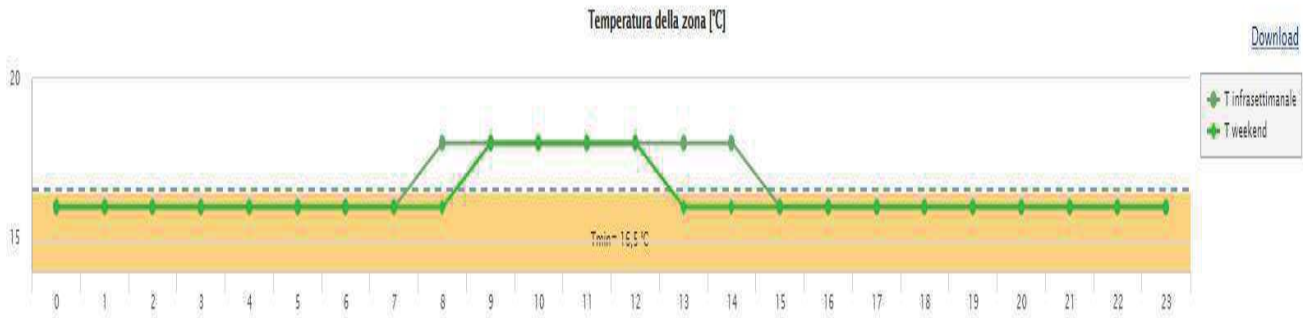
## Zona riscaldata: SPOGLIATOI E CORRIDOIO PALESTRA

### Temperatura interna

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Temperatura media pesata: 16,5 °C

Grafico della temperatura interna



### Altri parametri

Ricambi d'aria                      Valore utente                      0,50 1/h

Apporti interni                      Valore Fi,int                      7.395 W

QH,W acqua calda sanitaria -                      -

## 9. RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

		STATO DI FATTO			NUOVO SCENARIO DI INSIEME	
		E*			D*	
		Condizioni STANDARD	DIAGNOSI Condizioni TAILORED			DIAGNOSI Condizioni TAILORED
<b>Fabbisogni di energia termica per riscaldamento</b>						
Durata	giorni	166,00	138,00	166,00		137,00
QH,tr	kWh	345.284,02	182.730,30	238.966,12		101.850,33
QH,ve	kWh	144.589,53	1.261,63	144.589,53		995,91
Qsol,e	kWh	12.529,06	8.453,39	9.015,54		4.628,21
Qsol,i	kWh	72.002,62	51.937,00	72.002,62		33.718,23
Qi	kWh	41.195,56	69.965,93	41.195,56		44.073,29
QH,nd	kWh	387.391,20	95.424,11	282.066,43		44.645,66
<b>Fabbisogni di energia termica per raffrescamento</b>						
Durata	giorni	105,00	227,00	119,00		228,00
QC,tr	kWh	21.436,83	49.823,20	22.233,77		88.592,20
QC,ve	kWh	12.123,87	276,89	17.835,40		867,00
Qsol,e	kWh	15.765,39	23.571,71	13.170,86		20.024,90
Qsol,i	kWh	70.612,82	112.732,84	81.128,59		140.022,04
Qi	kWh	21.457,66	110.933,71	24.935,08		141.838,06
QC,nd	kWh	60.448,24	180.943,71	68.089,35		200.722,60
<b>Fabbisogni di energia termica per ACS</b>						
Qh,W	kWh	758,34	702,61	758,34		702,61
<b>RISCALDAMENTO: fabbisogni di energia primaria ed efficienza</b>						
QpH,ren	kWh	2.809,64	1.983,30	2.626,36		1.567,02
QpH,nren	kWh	560.709,32	156.727,55	384.188,55		60.254,11
QpH,tot	kWh	563.518,96	158.710,85	386.814,92		61.821,14
EpH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,14	0,81	1,07		0,64
EpH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	227,92	63,71	156,17		24,49
EpH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	229,06	64,51	157,23		25,13
ηH	-	0,69	0,61	0,73		0,74
QR,H	%	0,50	1,25	0,68		2,53
<b>ACS: fabbisogni di energia primaria ed efficienza</b>						
QpW,ren	kWh	399,13	369,80	644,59		596,89
QpW,nren	kWh	1.655,96	1.534,26	492,92		456,44
QpW,tot	kWh	2.055,09	1.904,06	1.137,51		1.053,33
EpW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,16	0,15	0,26		0,24
EpW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	0,67	0,62	0,20		0,19
EpW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	0,84	0,77	0,46		0,43
ηW	-	0,46	0,46	0,67		0,67
QR,W	%	19,42	19,42	56,69		56,69
<b>ILLUMINAZIONE: fabbisogni di energia primaria ed efficienza</b>						
QpL,ren	kWh	47.534,63	19.101,65	47.563,94		19.101,65
QpL,nren	kWh	112.192,03	28.614,61	112.084,16		28.614,61
QpL,tot	kWh	159.726,66	47.716,26	159.648,10		47.716,26
EpL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	19,32	7,76	19,33		7,76
EpL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	45,60	11,63	45,56		11,63
EpL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	64,93	19,40	64,89		19,40

TRASPORTO: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpT,ren	kWh	641,80	643,89	642,19	644,88
QpT,nren	kWh	1.510,61	1.502,90	1.509,17	1.499,28
QpT,tot	kWh	2.152,41	2.146,80	2.151,36	2.144,16
EpT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,26	0,26	0,26	0,26
EpT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	0,61	0,61	0,61	0,61
EpT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	0,87	0,87	0,87	0,87
Energia primaria globale ed efficienza dell'intero edificio					
Qpgl,ren	kWh	51.385,20	19.652,30	51.231,63	19.652,30
Qpgl,nren	kWh	676.067,91	188.379,32	499.437,84	90.824,44
Qpgl,tot	kWh	727.453,11	208.031,62	550.669,47	110.476,74
Epgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	20,89	7,99	20,82	7,99
Epgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	274,81	76,58	203,01	36,92
Epgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	295,70	84,57	223,84	44,91
QR,HWC	%	0,57	0,09	0,78	0,18
Emissioni di CO2	kg/m <sup>2</sup>	67,12	18,70	52,74	9,59
Metano					
Consumo teorico	m <sup>3</sup>	55.729,88	15.237,88	37.993,13	4.954,63
Consumo effettivo	m <sup>3</sup>	-	12.482,00	-	4.058,55
Costo teorico	€	49.599,59	12.190,30	33.813,88	3.963,70
Costo effettivo	€	-	9.985,60	-	3.246,84
k	%	-	18,09	-	18,09
Energia elettrica					
Consumo teorico	kWh	63.122,17	39.712,91	62.795,43	38.553,40
Consumo effettivo	kWh	-	36.916,00	-	35.838,18
Costo teorico	€	12.624,43	7.942,58	12.559,08	7.710,68
Costo effettivo	€	-	7.383,20	-	7.167,64
k	%	-	7,04	-	7,04
* La classificazione energetica è riferita all'indice di prestazione calcolato in condizioni effettive di utilizzo (tailored rating).					
Legenda					
Durata: Durata della stagione di riscaldamento o raffrescamento in giorni					
Q,tr: Energia termica scambiata per trasmissione					
Q,ve: Energia termica scambiata per ventilazione					
Qsol,e: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture opache					
Qsol,i: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture trasparenti					
Qi: Energia dovuta agli apporti interni					
Q,nd: Fabbisogno ideale di energia termica utile					
Qp,ren: Energia primaria rinnovabile					
Qp,nren: Energia primaria non rinnovabile					
Qp,tot: Energia primaria totale					
Ep,ren: Indice di prestazione rinnovabile					
Ep,nren: Indice di prestazione non rinnovabile					
Ep,tot: Indice di prestazione totale					
η: rendimento medio globale stagionale					
QR: Quota di energia rinnovabile					

**10. STATO DI FATTO**

## INDICI

<i>Descrizione</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Stato attuale</i>
Indice di prestazione energetica globale	kWh/m <sup>2</sup>	110,32
costo riscaldamento	€	25.888,81
consumo energetico	kWh/anno	205.633,40
classe energetica		E

<i>Descrizione</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Stato attuale</i>
Consumo teorico di metano	Mc	15.237,88
Consumo effettivo di metano	Mc	12.482,00
Costo teorico di metano	€	13.561,72
Costo effettivo di metano	€	9.985,60

<i>Descrizione</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Stato attuale</i>
Consumo teorico di energia elettrica	kWh	39.712,91
Consumo effettivo di energia elettrica	kWh	36.916,00
Costo teorico di energia elettrica	€	12.327,09
Costo effettivo di energia elettrica	€	7.383,20

Costo dell' energia elettrica : 0,20 €/kWh

## 11. INTERVENTO MIGLIORATIVO PROPOSTO

### SINTESI

#### Interventi proposti:

##### 1) Cappotto su pareti esterne

[Muratura in laterizio forato] → [Muratura in laterizio forato + EPS]

##### 2) Sostituzione infissi esistenti con infissi ad alte prestazioni

[F.01 ] → [F.01 U=1,67]

[F.02] → [F.02 U=1,67]

[F.03] → [F.03 U=1,67]

[F.03 b] → [F.03 b U=1,67]

[F.04] → [F.04 U=1,67]

[F.04 b] → [F.04 b U=1,67]

[F.05] → [F.05 U=1,67]

[F.05 b] → [F.05 b U=1,67]

[F.06] → [F.06 U=1,67]

[F.06 b] → [F.06 b U=1,67]

[F.07] → [F.07 U=1,67]

[F.08] → [F.08 U=1,67]

[F.09] → [F.09 U=1,67]

[F.10] → [F.10 U=1,67]

[F.11] → [F.11 U=1,67]

[Fp.01] → [Fp.01 U=1,67]

[Fp.01 b] → [Fp.01 b U=1,67]

[Fp.01 c] → [Fp.01 c U=1,67]

[Fp.02] → [Fp.02 U=1,67]

[Fp.03] → [Fp.03 U=1,67]

[Fp.04] → [Fp.04 U=1,67]

[Fp.05] → [Fp.05 U=1,67]

[Fp.06] → [Fp.06 U=1,67 ]

Cassonetto non isolato → Cassonetto isolato

##### 3) Installazione pompa di calore

Installazione pompa di calore aerotermica - spogliatoi

##### 4) Installazione valvole termostatiche

##### 5) Sistema Building Automation (BACS)

Il sistema di Building Automation produce una riduzione di consumi che sono stimati in base agli standard BACS.



## INDICI E CONSUMI

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale	Post Intervento
Indice di prestazione energetica globale	kWh/m <sup>2</sup>	84,56	44,91
consumo energetico	kWh/anno	208.031,62	110.476,74
risparmio energetico	kWh/anno		97.554,88

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale	Post Intervento
Consumo teorico di metano	mc	15.237,88	4.954,63
Consumo effettivo di metano	mc	12.482,00	4.058,55
Risparmio effettivo di metano	mc		8.423,45
Costo teorico di metano	€	12.190,30	3.963,70
Costo effettivo di metano	€	9.985,60	3.246,84
Risparmio effettivo	€		6.738,76

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale	Post Intervento
Consumo teorico di energia elettrica	kWh	39.712,91	38.553,40
Consumo effettivo di energia elettrica	kWh	36.916,00	35.838,18
Risparmio effettivo di energia elettrica	kWh		1077,82
Costo teorico di energia elettrica	€	7.942,58	7.710,68
Costo effettivo di energia elettrica	€	7.383,20	7.167,64
Risparmio effettivo	€		215,64

## 12. CONCLUSIONI

### ANALISI DEI RISULTATI DELLA DIAGNOSI

La diagnosi sullo stato di fatto e modificato con le ipotesi di intervento illustrate mostra quanto segue.

Il modello analitico a simulazione dell'edificio è stato considerato adeguato a valutare la tendenza positiva sugli effetti degli interventi migliorativi sull'involucro, pur presentando un significativo scostamento (dell'ordine del 20%) nelle previsioni dei consumi di gas metano.

Le ragioni di questi scostamenti possono essere molte, come l'effettivo orario di riscaldamento durante l'anno solare, o il verificarsi di alcuni periodi di fermo impianto per complessi interventi di riparazione.

Quanto al primo punto, nella simulazione si sono considerati i fermi per le festività, i ponti ecc., riducendo in proporzione l'orario giornaliero.

Tuttavia, l'esistenza di un contratto di servizio di tipo EPC fra il Comune di Prato e una ESCo incaricata spinge tale gestore a inseguire tutte le possibilità di spegnimento grazie al telecontrollo, fatti salvi gli orari di effettiva occupazione dei locali.

Le analisi confermano che la flessibilità sulle accensioni è molto elevata, difficilissima da simulare con le ordinarie impostazioni dei software sull'orario di servizio, immancabilmente articolate sulla ripetizione ininterrotta dei 5 giorni feriali (per la scuola) più il finesettimana (per le sole palestre).

Resta quindi un ampio margine di incertezza su questi elementi.

Quanto alle riparazioni, dal 2015 a oggi il complesso edilizio ha effettivamente patito numerosi disservizi a causa di perdite localizzate dell'impianto, di vecchia concezione, che hanno oltretutto comportato altri spegnimenti per le riparazioni. Solo nella primavera del 2018 si è giunti al termine di questa sequenza, con la progressiva sostituzione della distribuzione in buona metà dell'edificio.

Tutto ciò ha certamente influito sulla confrontabilità delle simulazioni (necessariamente riferite a ciò che è oggetto della previsione di esercizio, ovvero un edificio esercito senza pause) con la storia dei consumi.

E' però vero che i risparmi di combustibile (obiettivo della diagnosi) sono proporzionali ai risultati dell'analisi differenziale, determinata dagli scarti fra i consumi che avrà l'edificio riqualificato con quelli che avrebbe dovuto presentare negli esercizi futuri senza riqualificazione, ma in ogni caso senza disservizi.

Il termine di paragone è dunque correttamente riferito a una situazione ipotetica in cui non ci sarebbero state indebite pause di esercizio, e dunque con consumi che sarebbero stati più vicini alla simulazione che non allo storico.

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica ha presentato limitate differenze con le previsioni.

A parte l'installazione della pompa di calore per l'acs in luogo degli scaldabagni degli spogliatoi, si sono ipotizzati soltanto interventi sull'involucro dell'edificio, per cui gli effetti sui consumi ex-post, comunque profilati, sono di limitata entità (circa 1.000 kWh in meno).

A favore di sicurezza, nelle simulazioni economiche tale miglioramento (circa 200 €/anno) è stato tralasciato.

#### Tabella riassuntiva dell'intervento di efficientamento:

Di seguito si riporta la tabella dei risultati economico-finanziari degli interventi di efficientamento individuati sull'edificio oggetto della presente diagnosi.

In particolare si esplicita che le determinazioni sotto riportate sono state assunte con i seguenti parametri di calcolo:

- Finanziamento tramite bando Regione Toscana POR FESR 2014-2020 "Progetti di riqualificazione energetica degli immobili pubblici"
- Cofinanziamento tramite "accesso a prenotazione" agli incentivi del GSE previsti dal Conto Termico 2.0 (ipotizzando flussi di cassa in entrata pari ai 2/5 del beneficio derivabile all'inizio dei lavori ed i 3/5 del contributo economico al termine dei lavori previsto al 2° anno);
- Finanziamento con fondi propri del Comune di Prato (investimenti non ammissibili a finanziamento POR FESR e al Conto Termico 2.0 ed altri investimenti cofinanziati)
- Risparmio energetico di gas combustibile contabilizzato al costo di 0,80 €/mc (IVA compresa) ipotizzato costante durante il periodo di analisi economica.
- Interessi annui del 6 %

Sulla base di quanto sopra riportato il quadro economico dell'investimento per il Comune di Prato si traduce nel modo seguente:

#### **SPESE AMMISSIBILI A FINANZIAMENTO (IVA COMPRESA)**

Sostituzione infissi	279.400,00 €
Isolamento termico pareti	212.850,00 €
Pompa di calore acs	13.750,00 €
Domotica	28.039,72 €
Spese di progettazione	40.997,71 €
<b>Totale spese ammissibili a finanziamento/incentivo</b>	<b>575.037,43 €</b>

#### **SPESE NON AMMISSIBILI FINANZIAMENTO E/O FINANZIATE CON RISORSE PROPRIE DELL'ENTE (IVA COMPRESA)**

Altre spese	24.962,57 €
<b>Totale spese NON ammissibili a finanziamento/incentivo e/o finanziante con risorse dell'Ente</b>	<b>24.962,57 €</b>

#### **QUADRO ECONOMICO**

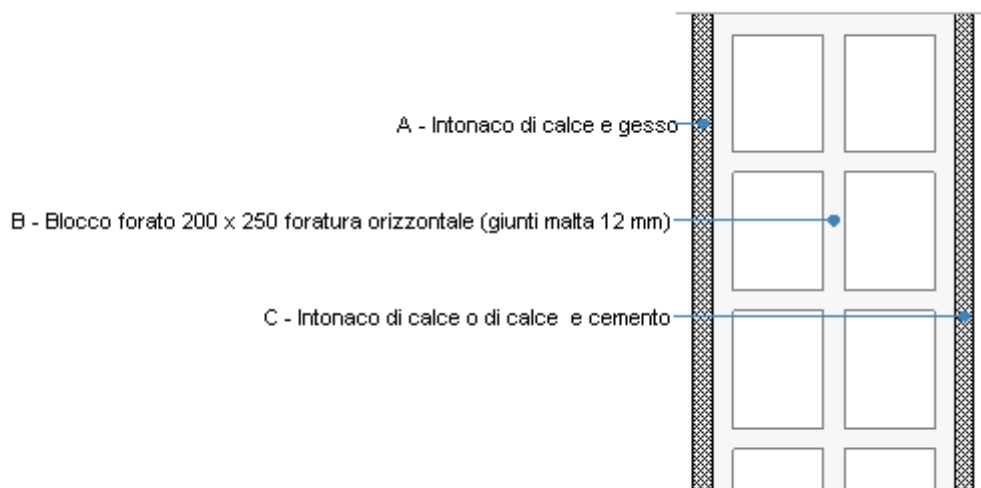
Finanziamento BANDO POR FESR	396.775,83 €
Beneficio incentivi CONTO TERMICO 2.0	178.261,60 €
Finanziamento risorse proprie dell'Ente	24.962,57 €
<b>Totale intervento</b>	<b>600.000,00 €</b>

#### **ANALISI DELL'INVESTIMENTO**

Investimento iniziale (I)	-131.919,54
Flusso di cassa (anno 1)	8.221,29
Flusso di cassa (anno 2)	115.178,26
Flusso di cassa (anni successivi al 2° anno)	8.221,29
Tempo di ritorno semplice (TR)	3,04 anni
Tasso interno di rendimento (TIR o ROI) (vita intervento 20 anni)	14,98 %
VAN (vita intervento 20 anni)	40.678,30 €
VAN/I	0,31
Risparmio energia (tep/anno)	9,06 tep/anno
Riduzione delle emissioni di CO2 (tCO2/anno)	21,21 tCO2/anno

**Di seguito si riportano le strutture d'involucro oggetto di intervento, in riferimento allo stato attuale e allo stato di progetto.**

## Muratura in laterizio forato



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Muratura in laterizio forato**

Note:

Tipologia:	<b>Parete</b>	Disposizione:	<b>Verticale</b>
Verso:	<b>Esterno</b>	Spessore:	<b>290,0 mm</b>
Trasmittanza U:	1,017 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	0,983 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	450 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1.400	0,84	11,1	11,1
B	Blocco forato 200 x 250 foratura orizzontale (giunti malta 12 mm)	250,0	0,328	0,762	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	290,0		0,983				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

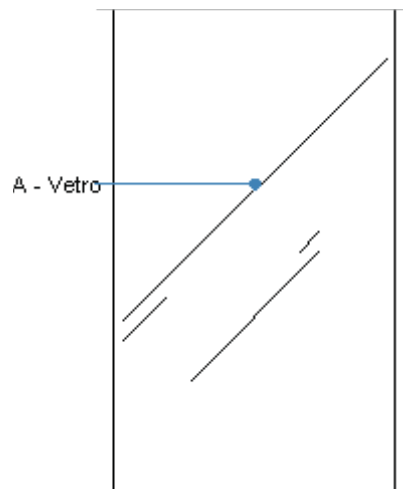
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Prato</b>	Zona climatica:	<b>D</b>
Trasmittanza della struttura U:	1,017 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,360 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

## Vetro singolo 5 mm



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

### DATI DEL VETRO

Nome: **Vetro singolo 5 mm**

Note:

Numero lastre:	Spessore vetro: <b>5,0 mm</b>
Trasmittanza U: 5,713 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R: 0,175 (m <sup>2</sup> K)/W

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>L</i> [W/(mK)]	Emissività normale interna <i>s<sub>ni</sub></i> [-]	Emissività normale esterna <i>s<sub>ne</sub></i> [-]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Viscosità dinamica <i>μ</i> [10 <sup>-5</sup> Kg/(ms)]	Capacità termica specifica <i>c</i> [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	5,0	1,000	0,00	0,00	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	5,0						

### RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività corretta interna <i>s<sub>i</sub></i> [-]	Emissività corretta esterna <i>s<sub>e</sub></i> [-]	Salto termico intercapedine AT [°C]	Conduttanza radiativa <i>h<sub>r</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza lastra <i>h<sub>g</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza intercapedine <i>h<sub>s</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Resistenza termica <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,005
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							0,18

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

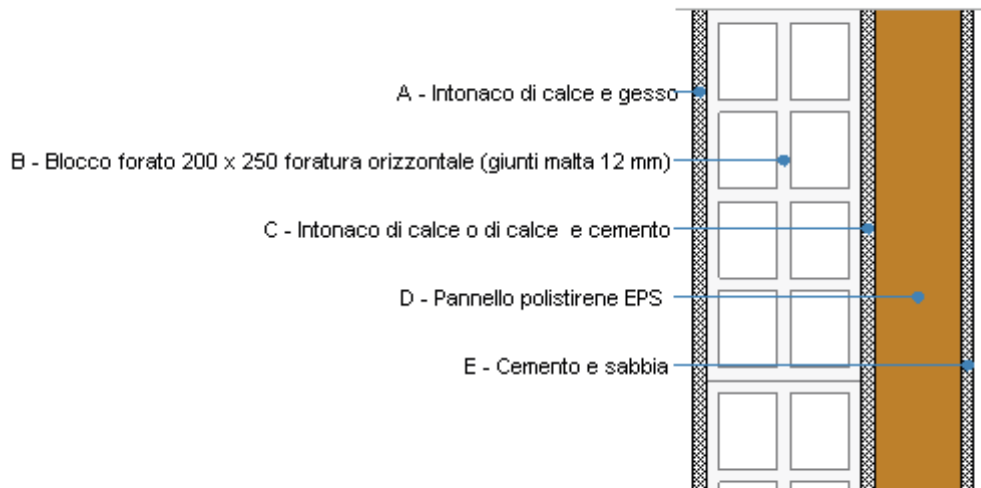
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune: <b>Prato</b>	Zona climatica: <b>D</b>
Trasmittanza della struttura U: 5,713 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> : 0,000 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

## Muratura in laterizio forato + EPS



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Muratura in laterizio forato + EPS**

Note:

Tipologia:	<b>Parete</b>	Disposizione:	<b>Verticale</b>
Verso:	<b>Esterno</b>	Spessore:	<b>450,0</b> mm
Trasmittanza U:	0,200 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	5,003 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	491 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1.400	0,84	11,1	11,1
B	Blocco forato 200 x 250 foratura orizzontale (giunti malta 12 mm)	250,0	0,328	0,762	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
D	Pannello polistirene EPS	140,0	0,035	4,000	35	1,45	50,0	50,0
E	Cemento e sabbia	20,0	1,000	0,020	1.800	1,00	10,0	6,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	450,0		5,003				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

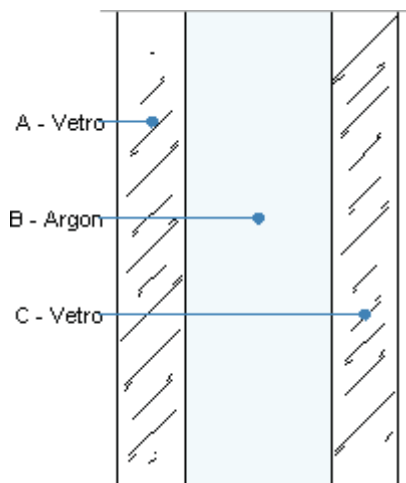
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Prato</b>	Zona climatica:	<b>D</b>
Trasmittanza della struttura U:	0,200 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,360 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

## Vetro doppio 7-15-7 (Argon)



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

### DATI DEL VETRO

Nome: **Vetro doppio 7-15-7 (Argon)**

Note:

Numero lastre:	Spessore vetro: <b>29,0 mm</b>
Trasmittanza U: 1,508 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R: 0,663 (m <sup>2</sup> K)/W

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività L [W/(mK)]	Emissività normale interna s <sub>ni</sub> [-]	Emissività normale esterna s <sub>ne</sub> [-]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Viscosità dinamica μ [10 <sup>-5</sup> Kg/(ms)]	Capacità termica specifica c [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	7,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
B	Argon	15,0	0,017	0,00	0,00	2	2,2	0,52
C	Vetro	7,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	29,0						

### RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività corretta interna s <sub>i</sub> [-]	Emissività corretta esterna s <sub>e</sub> [-]	Salto termico intercapedine AT [°C]	Conduttanza radiativa h <sub>r</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza lastra h <sub>g</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza intercapedine h <sub>s</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Resistenza termica R [(m <sup>2</sup> K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,007
B	Argon	0,837	0,837	15,00	3,702	1,149	4,851	0,479
C	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,007
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							0,66

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune: <b>Prato</b>	Zona climatica: <b>D</b>
Trasmittanza della struttura U: 1,508 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> : 0,000 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO



#### 14. PROFILO DELL' ENERGY AUDITOR

L'estensore dell'audit è un dipendente in forza all'Amministrazione Comunale (Internal Auditor) da 5 anni nella U.O.C. Politiche Energetiche, laureato in ingegneria civile con ventennali pregresse attività in ambito professionale nella stessa area.

Se ne riassume brevemente il profilo ed il percorso formativo, con riguardo alle sole competenze significative ai fini della qualificazione di Energy Auditor richiamate dalla norma UNI EN 16247-5, ovvero necessarie a:

- Analizzare e valutare energeticamente gli edifici e/o i sistemi produttivi
- Valutare le condizioni di comfort abitativo e/o lavorativo
- Proporre soluzioni di riqualificazione ed efficientamento energetico
- Quantificare tali soluzioni in termini di analisi costi-benefici
- Comunicare efficacemente anche con i "non addetti ai lavori"
- Disporre delle conoscenze e competenze per utilizzare strumentazioni e software specifici.

nome, cognome	<b>Iuri Baldi</b>
Dati anagrafici e reperibilità	Nato a Serravalle Pistoiese il 07 gennaio 1962 Reperibilità : Comune di Prato, Piazza Mercatale, 31, 59110 (PO) e-mail: <a href="mailto:i.baldi@comune.prato.it">i.baldi@comune.prato.it</a> - tel. 05741836611
Titolo di studio	Laurea in Ingegneria Civile (LM23) conseguita il 08/11/1988 presso l'Università degli Studi di Firenze
Posizione nell'Ente	Funzionario progettista - U.O.C. Politiche Energetiche ed Infrastrutture (da luglio 2013) - Responsabile U.O. Risparmio energetico e utenze comunali
Mansioni generali	- Effettuare studi, progetti, monitoraggi, controlli ed elaborare strategie nell'ambito dell'utilizzo e produzione dell'energia nel territorio comunale, incluso il patrimonio dell'Ente e gli ambiti indicati dal PAES - Controlli ed elaborazione dati sulle forniture energetiche
Incarichi speciali	- Direttore dell'Esecuzione del <b>contratto di "Servizio Energia con Riqualificazioni Energetiche degli edifici comunali" (2015-2022)</b> - Progetto e D.L. per la messa in sicurezza degli impianti nel complesso bibliotecario-museale ex-fabbrica Campolmi ed <b>efficientamento del ciclo delle acque da pozzo Geotermico</b> - Coordinatore per gli aspetti energetici nel gruppo di lavoro per la redazione del Progetto di Innovazione Urbana (PIU) volto alla realizzazione di un Eco-Quartiere nell'area del "Macrolotto Zero" - <b>Diagnosi Energetiche</b> , progetto e D.L. su n.3 edifici scolastici oggetto di riqualificazione profonda con Fondi Kyoto (terminati) - Assistenza alla predisposizione di richieste di finanziamento sul "Conto Termico 2.0" - Progetto e <b>Relazione energetica</b> per la <b>trasformazione in edificio di classe A2</b> della Biblioteca Nord di via Corridoni
Attività correlate	- <b>Validazione Energetica-Economica</b> (su analisi costi-benefici) <b>dei progetti di efficientamento</b> di 117 edifici nel Servizio Energia - Verifica di funzionalità in esercizio del <b>sistema di Telecontrollo e monitoraggio remoto</b> su altrettanti impianti di riscaldamento - Sorveglianza sulle <b>condizioni di comfort</b> per le utenze del Servizio Energia (80 scuole e palestre, 5 complessi sportivi, 32 edifici direzionali) - <b>verifiche strumentali</b> termografiche, termoigrometriche, anemometriche, istantanee e differite con sistemi dataloggers - consulenza preliminare interna all'Ente sul rispetto delle <b>condizioni microclimatiche ottimali negli ambienti di lavoro</b> - Implementazione e supervisione di reti di monitoraggio energetico e sistemi Scada - utilizzo di software professionale per analisi energetiche e

	progettazione (Termolog Epix, certificato UNI-CTI) e verifiche strumentali (termocamere Testo, Energy Brain Akse, ecc.)
Attività di informazione e comunicazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Illustrazione delle “buone pratiche”, in assemblea con il personale</b> docente e non-docente, per l'utilizzo delle nuove dotazioni per gli edifici scolastici riqualificati con i fondi-Kyoto</li> <li>- Presentazione “Il Fondo Kyoto: i progetti per la riqualificazione di cinque scuole pratesi” nel convegno “Efficienza Energetica: 2017 strumenti ed azioni nel territorio pratese”.</li> <li>- “Qualificazione degli interventi dal punto di vista energetico (Ecobonus)”, nel convegno “Incentivi e detrazioni fiscali per l'edilizia”, Montecatini Terme, 24 maggio 2017.</li> <li>- Pubblicazione “La Building Automation per il retrofit sostenibile degli edifici”, articolo su “Construction 21 Italia”. Analisi della situazione normativa in merito alla classificazione dei sistemi BACS e alle prospettive per la loro espansione.</li> </ul>
Esperienze precedenti (correlate)	<p>Progettazione e Direzione Lavori in vari settori dell'edilizia, con particolare attenzione alle problematiche di Efficienza Energetica, progettazione di edifici ed impianti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redazione delle relazioni tecniche ex L373/76 e L.10/1991</li> <li>- Redazione di AQE per ottenimento detrazioni fiscali (dal 2007), certificazioni energetiche ACE (2009) e APE (2013)</li> <li>- Redazione degli Audit preliminari su 26 edifici del patrimonio del comune di Pistoia, su incarico di Toscana Energia Green S.p.A., per la gara per la gestione degli impianti termici (2010)</li> </ul>
Formazione specialistica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy Manager – <b>Esperto in Gestione dell'Energia</b> (da <b>OdC accreditato ISO 17024</b> RICEC - ago 2015)</li> <li>- I Decreti attuativi del MISE 26 giugno 2015 della L. 90/2013 (set 2015)</li> <li>- Aggiornamento UNITS 11300/14 per certificatori energetici (lug 2016)</li> <li>- Le novità del Conto Termico 2.0. Le risorse destinate alla qualificazione degli edifici pubblici (lug 2016)</li> <li>- Efficienza energetica immobili pubblici: le opportunità per gli Enti (set 2017)</li> <li>- La Diagnosi Energetica con il calcolo dinamico orario UNI EN ISO 52016 (apr 2018)</li> </ul>

Data

17/10/2018

Firma

*Jan Beldi*



Firmato da:

**GIRALDI SIMONE**

codice fiscale GRLSMN69H25G999Q

num.serie: 10945885198385015484641347880586432508

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 21/03/2019 al 21/03/2022

**RISALITI MARCO**

codice fiscale RSLMRC77C06G999X

num.serie: 23106306366893582907787153853832011925

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 21/03/2019 al 21/03/2022