



COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

Provincia di Bologna

Area Lavori Pubblici e Manutenzioni



IMMOBILE

PALAZZO COMUNALE

OGGETTO:

SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI
IN ATTUAZIONE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI
EDIFICI PUBBLICI E DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA (PRIORITA' DI
INVESTIMENTO "4C" - OBIETTIVO SPECIFICO "4.1" - AZIONI 4.1.1 E 4.1.2) BANDO
2019 REGIONE EMILIA ROMAGNA - POR FESR 2014-2020

LIVELLO PROGETTUALE: **ESECUTIVO**

OGGETTO ELABORATO

DIAGNOSI ENERGETICA

ELABORATO

DE.01

SCALA

ARCHSTUDIO

Architettura, Urbanistica e Servizi per l'Edilizia

Via IV Novembre 4, 40013 Castel Maggiore (BO)

tel: 051 714385 Fax: 051 715689

e-mail info@archstudio.bo.it - www.archstudio.bo.it

IL TECNICO INCARICATO:

arch. CLAUDIA ORLANDI

Iscritto all'ordine degli architetti di Bologna al n. 2903

IL TECNICO ABILITATO PER IL COORDINAMENTO PER LA
SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. STEFANO MONTAGUTI

c/o ARCHSTUDIO

Iscritto al collegio dei geometri di Bologna al n. 2222

IL TECNICO ABILITATO PER LA DIAGNOSI ENERGETICA:

p.i. FLAVIO CAPELLI

Iscritto all'ordine dei periti industriali di Bologna al n. 1522

REVISIONI

1	21/07/2021	PRIMA EMISSIONE
2	10/11/2021	AGGIORNAMENTO AL PREZZARIO EMILIA ROMAGNA 2021
3		
4		
5		

A) ANALISI DI CONTESTO

1) INFORMAZIONI GENERALI

EDIFICIO	<i>PALAZZO COMUNALE</i>
INDIRIZZO	<i>Corso Italia, 74, 40017 San Giovanni in Persiceto BO</i>
COMMITTENTE	<i>Comune di San Giovanni in Persiceto</i>
INDIRIZZO	<i>Corso Italia, 74, 40017 San Giovanni in Persiceto BO</i>
COMUNE	<i>San Giovanni in Persiceto</i>

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	<i>E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili.</i>
Edificio pubblico o ad uso pubblico	<i>Si</i>
Edificio situato in un centro storico	<i>Si</i>
Tipologia di calcolo	<i>Diagnosi energetica (valutazione A3)</i>

Caratteristiche geografiche

Località	<i>San Giovanni in Persiceto</i>		
Provincia	<i>Bologna</i>		
Altitudine s.l.m.			<i>21</i> m
Latitudine nord	<i>44° 38'</i>	Longitudine est	<i>11° 11'</i>
Gradi giorno DPR 412/93			<i>2187</i>
Zona climatica			<i>E</i>

Località di riferimento

per dati invernali	<i>Bologna</i>
per dati estivi	<i>Bologna</i>

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	<i>B</i>
Direzione prevalente	<i>Sud-Ovest</i>
Velocità media del vento	<i>2,0 m/s</i>
Velocità massima del vento	<i>4,0 m/s</i>

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	<i>-4,8 °C</i>
Stagione di riscaldamento convenzionale	<i>dal 15 ottobre al 15 aprile</i>

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	<i>33,0 °C</i>
Temperatura esterna bulbo umido	<i>22,9 °C</i>
Umidità relativa	<i>43,0 %</i>
Escursione termica giornaliera	<i>12 °C</i>

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	<i>1,4</i>	<i>5,5</i>	<i>9,7</i>	<i>13,7</i>	<i>17,8</i>	<i>22,3</i>	<i>24,9</i>	<i>21,7</i>	<i>19,4</i>	<i>15,7</i>	<i>9,4</i>	<i>3,9</i>

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: *273 W/m²*

2) FOTOGRAFIE IMMOBILE

Vista frontale del Palazzo Comunale da Piazza del Popolo



Vista del Palazzo Comunale da Piazza Cavour



3) NORME TECNICHE E DI CALCOLO

Regime normativo	<i>D.G.R. 24 OTTOBRE 2016, N. 1715</i>
Ponti termici	<i>UNI EN ISO 10211 e UNI EN ISO 13788</i>
Resistenze liminari	<i>Appendice A UNI EN ISO 6946</i>
Radiazione solare	<i>Calcolo con esposizioni predefinite</i>
Norma tecnica	<i>UNI/TS 11300-4:2012 e R CTI 14:2013</i>
Rendimento globale medio stagionale	<i>FAQ ministeriali (agosto 2016)</i>
Verifica di condensa interstiziale	<i>UNI EN ISO 13788</i>
Dati climatici	<i>UNI 10349</i>
Metodo di calcolo del carico termico	<i>UNI EN 12831</i>
Prestazione termica finestre	<i>UNI EN ISO 10077-1</i>
Trasferimento di calore attraverso il terreno	<i>UNI EN ISO 13370</i>
Caratteristiche termiche dinamiche dei componenti	<i>UNI EN ISO 13786</i>
Prestazione igrotermica dei componenti	<i>UNI EN ISO 13788</i>
Fabbisogno di energia per riscaldamento	<i>UNI EN ISO 13790</i>

B) ANALISI ENERGETICA

1) OBIETTIVI E FINALITA'

La diagnosi energetica in oggetto ha l'obiettivo di verificare la fattibilità economica e l'opportunità di adottare interventi che vanno ad incidere sulle prestazioni energetiche del sistema edificio impianto.

Dati i vincoli storico-architettonici dell'edificio in realtà si limiterà ad affrontare solo le ipotesi non invasive da questo punto di vista; non andrà ad agire sull'impiantistica in quanto la centrale termica è stata ristrutturata recentemente, mentre la sostituzione dei corpi illuminanti a neon con altri a led è già iniziata e segue un altro percorso.

Il livello di dettaglio utilizzato è molto elevato, in quanto si fa un calcolo integrale del fabbisogno di energia utile dell'edificio e dell'energia primaria necessaria per produrla; gli elementi oggetto di intervento vengono modellati in termini realistici, con la modellazione delle singole finestre, evitando l'inserimento di valori medi o parametrici.

Tra gli elementi utilizzati per la simulazione vi è l'orario di attivazione settimanale del riscaldamento.

In definitiva con questa diagnosi si vuole verificare l'ipotesi di sostituzione degli infissi.

2) RACCOLTA DATI

I dati di partenza sono stati:

- Piante e sezioni messe a disposizione del Comune
- Rilievo sul campo delle singole finestre, dei volumi riscaldati e non, di alcune strutture disperdenti, degli impianti produzione energia termica, degli impianti di illuminazione
- Ricezione dal Comune dei dati relativi ai consumi di energia elettrica e di gas metano, oltre che delle modalità di funzionamento

3) PERIODO DI RIFERIMENTO

Si sono tenuti i consumi relativi alla stagione invernale 2018-2019

Parimenti si sono tenuti i gradi giorno relativi alla stessa stagione; sono riferiti al Comune di Bologna, ma li si è poi riparametrati con i gradi giorno di San Giovanni in Persiceto.

4) UNITA' DI MISURA E ALTRI PARAMETRI

Consumo energia:	kWh/anno
Consumo metano:	mc/anno
Rendimenti vari:	%
Volume:	m ³
Superficie:	m ²
CO ₂ :	Kg/anno
Costi:	€

Il programma di calcolo esterna i vari parametri già con queste grandezze, e non è necessario adottare altre conversioni.

5) PUNTI DI FORNITURA VETTORI ENERGETICI

Energia elettrica POD: IT001E49770301

Gas metano PDR: 3081000470779

6) DESCRIZIONE SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

L'edificio è realizzato con murature di mattoni pieni a più teste, e solai in latero-cemento, con copertura in travetti e assiti di legno oppure, in una parte recentemente ristrutturata, con capriate metalliche e assiti in legno.

L'edificio è la sede storica del Municipio e vede al suo interno anche il Teatro.

Il volume complessivo lordo è di 25466,82 m³, suddivisi in 15649,22 m³ per la zona destinata al Municipio e in 9817,60 m³ per la zona destinata al Teatro.

La superficie netta riscaldata complessiva è di 3897,22 m², suddivisi in 2811,97 m² per la zona destinata al Municipio e in 1086,25 m² per la zona destinata al Teatro.

Il municipio segue la normale programmazione oraria degli uffici pubblici, con la chiusura domenicale ed un orario di attività settimanale stimato in 77 ore

Il Teatro, dal punto di vista termico, vede un'attività coincidente con quella del Comune.

Per il riscaldamento sono presenti radiatori per la maggior parte dei locali, con alcuni ventil-convettori; i radiatori non sono dotati di valvole termostatiche.

La maggior parte dei corpi illuminanti è del tipo a neon a soffitto mentre negli altri sono lampade a led; nella sala consigliare vi sono faretti.

La centrale termica è unica per l'intero edificio ed ha una potenza di 570 kW; è dotata di due caldaie gemelle a condensazione. Dalla centrale si diramano due distinte partenze, entrambe contabilizzate per la suddivisione dei consumi: vi è infatti il circuito diretto al teatro senza regolazione di temperatura, ed il circuito che alimenta il municipio che è composto da due circuiti miscelati (dotati di regolazione climatica) per alimentare i corpi scaldanti; le pompe sono del tipo elettronico sul primario caldaie e del tipo tradizionale sui circuiti secondari.

Non è presente la produzione di acqua calda centralizzata, in quanto sono presenti singoli boiler elettrici nei servizi dislocati nel plesso.

TRASMITTANZA TERMICA STRUTTURE DISPERDENTI OPACHE

Muri:

Cod	Tip o	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasame nto [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/ m ² K]
M1	D	MURO INTERNO 10	100,0	144	1,854	-3,764	63,095	0,90	0,60	-	2,606
M2	D	MURO INTERNO 16	160,0	252	1,175	-5,454	68,840	0,90	0,60	-	2,151
M3	D	MURO INTERNO 30	300,0	504	0,358	-9,950	67,666	0,90	0,60	-	1,551
M4	D	MURO INTERNO 44	440,0	756	0,110	-14,442	63,561	0,90	0,60	-	1,212
M5	D	MURO INTERNO 58	580,0	1008	0,034	-18,938	62,476	0,90	0,60	-	0,995
M6	D	MURO INTERNO 80	800,0	1404	0,003	-3,869	64,985	0,90	0,60	-	0,801
M7	N	MURO VS VICINI 10	100,0	144	1,854	-3,764	63,095	0,90	0,60	20,0	2,606
M8	N	MURO VS VICINI 15	150,0	86	1,306	-3,842	48,906	0,90	0,60	20,0	1,646
M9	N	MURO VS VICINI 20	220,0	153	0,655	-6,286	50,400	0,90	0,60	20,0	1,129
M10	N	MURO VS VICINI 30	300,0	504	0,358	-9,950	67,666	0,90	0,60	20,0	1,551
M11	N	MURO VS VICINI 60	600,0	1044	0,020	-21,002	64,747	0,90	0,60	20,0	0,999
M12	U	MURO VS VANO SCALA 10	100,0	144	1,854	-3,764	63,095	0,90	0,60	14,0	2,606
M13	U	MURO VS VANO SCALA 160	160,0	252	1,175	-5,454	68,840	0,90	0,60	14,0	2,151
M14	U	MURO VS VANO SCALA 30	300,0	504	0,358	-9,950	67,666	0,90	0,60	14,0	1,551
M15	U	MURO VS VANO SCALA 60	600,0	1044	0,020	-21,002	64,747	0,90	0,60	14,0	0,999
M16	U	MURO VS VANO ASCENSORI 16	160,0	192	1,181	-5,110	61,916	0,90	0,60	16,0	1,904
M17	U	MURO VS VANO ASCENSORI 60	600,0	1044	0,020	-21,002	64,747	0,90	0,60	16,0	0,999
M18	U	MURO VS LOCALE NON RISC 10	100,0	144	1,854	-3,764	63,095	0,90	0,60	10,0	2,606
M19	U	MURO VS LOCALE NON RISC 40	400,0	684	0,121	-14,134	66,040	0,90	0,60	10,0	1,326
M20	U	MURO VS LOCALE NON RISC 60	600,0	1044	0,020	-21,002	64,747	0,90	0,60	10,0	0,999
M21	T	MURO ESTERNO 16	160,0	114	1,254	-3,668	41,597	0,90	0,60	-4,8	1,531
M22	T	MURO ESTERNO 30	300,0	168	0,483	-7,658	50,429	0,90	0,60	-4,8	1,007
M23	T	MURO ESTERNO 35	350,0	594	0,273	-11,830	68,614	0,90	0,60	-4,8	1,606
M24	T	MURO ESTERNO 40	400,0	684	0,174	-13,546	66,776	0,90	0,60	-4,8	1,461
M25	T	MURO ESTERNO 45	440,0	756	0,155	-13,845	64,170	0,90	0,60	-4,8	1,324
M26	T	MURO ESTERNO 50	500,0	864	0,071	-16,980	64,938	0,90	0,60	-4,8	1,238
M27	T	MURO ESTERNO 55	550,0	954	0,045	-18,697	64,693	0,90	0,60	-4,8	1,150
M28	T	MURO ESTERNO 58	580,0	1008	0,048	-18,341	62,458	0,90	0,60	-4,8	1,069
M29	T	MURO ESTERNO 65	650,0	1134	0,018	-22,131	64,746	0,90	0,60	-4,8	1,007
M30	T	MURO ESTERNO 72	720,0	1260	0,015	-22,836	62,536	0,90	0,60	-4,8	0,897
M31	T	MURO ESTERNO 75	750,0	1314	0,007	-1,564	64,920	0,90	0,60	-4,8	0,896
M32	T	PORTA LEGNO	50,0	23	1,606	-1,246	15,561	0,90	0,60	-4,8	1,647
M33	T	PORTA BLINDATA	70,0	15	0,830	-0,981	12,981	0,90	0,60	-4,8	0,843
M34	U	MURO INTERNO 10 VS SOTTOTETTO	100,0	144	1,854	-3,764	63,095	0,90	0,60	16,7	2,606

Pavimenti:

Cod	Tip o	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasame nto [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/ m ² K]
P1	G	PAVIMENTO TERRENO SU	415,0	775	0,314	-11,238	66,041	0,90	0,60	-4,8	0,224
P2	N	PAVIMENTO VICINI VS	340,0	275	0,223	-9,607	35,411	0,90	0,60	20,0	0,826

P3	D	PAVIMENTO INTERNO	340,0	275	0,223	-9,607	35,411	0,90	0,60	-	0,826
P4	U	PAVIMENTO VS VANO SCALA	340,0	435	0,286	-9,838	62,390	0,90	0,60	20,0	1,288
P5	T	PAVIMENTO VS ESTERNO	340,0	435	0,429	-8,989	63,922	0,90	0,60	-4,8	1,499
P6	U	PAVIMENTO VS NON RICS	340,0	435	0,286	-9,838	62,390	0,90	0,60	20,0	1,288

Soffitti:

Cod	Tip o	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasame nto [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
S1	N	SOFFITTO VS VICINI	340,0	275	0,332	-8,693	69,467	0,90	0,60	20,0	0,934
S2	U	SOFFITTO VS VANO SCALA	340,0	435	0,510	-8,935	67,691	0,90	0,60	20,0	1,571
S3	D	SOFFITTO INTERNO	340,0	275	0,332	-8,693	69,467	0,90	0,60	-	0,934
S4	T	COPERTURA TETTO SUGHERO	110,0	71	0,576	-2,844	23,345	0,90	0,60	-4,8	0,625
S5	T	COPERTURA TETTO	60,0	64	1,981	-1,430	18,115	0,90	0,60	-4,8	2,044
S6	U	SOFFITTO VS SOTTOTETTO	100,0	45	0,790	-3,734	29,992	0,90	0,60	20,0	0,968
S7	E	COPERTURA TETTO NON RISC	60,0	64	1,981	-1,430	18,115	0,90	0,60	-4,8	2,044
S8	E	COPERTURA TETTO SUGHERO NON RISC	110,0	71	0,576	-2,844	23,345	0,90	0,60	-4,8	0,625
S9	U	CONTROSOFFITTO	25,0	21	3,153	-0,704	16,817	0,90	0,60	16,7	3,188
S10	U	ARELLE VS SUGHERO SUD	25,0	1	2,456	-0,591	18,319	0,90	0,60	14,7	2,480
S11	U	ARELLE VS SUGHERO NORD	25,0	1	2,456	-0,591	18,319	0,90	0,60	14,7	2,480
S12	U	ARELLE VS TETTO SUD	25,0	1	2,456	-0,591	18,319	0,90	0,60	8,3	2,480
S13	U	ARELLE VS TETTO NORD	25,0	1	2,456	-0,591	18,319	0,90	0,60	8,3	2,480
S14	U	ARELLE VS TETTO CORRIDOIO	25,0	1	2,456	-0,591	18,319	0,90	0,60	8,3	2,480
S15	T	SOFFITTO VS ESTERNO	340,0	275	0,359	-8,393	69,706	0,90	0,60	-4,8	0,970

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y _{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C _T	Capacità termica areica
ε	Emissività
α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Ue	Trasmittanza di energia della struttura

Componenti finestrati:

(si precisa che questa numerazione è solo funzionale ai calcoli delle prestazioni energetica e non ha nulla a che vedere con la nomenclatura dell'abaco degli infissi)

Cod	T i p o	Descrizione	vetro	ϵ	ggl,n	fc inv	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m ² K]	Uw [W/m ² K]	θ [°C]	Agf [m ²]	Lgf [m]
W1	T	NCF1 60X40	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	40,0	60,0	1,000	1,541	-4,8	0,120	1,440
W2	T	NCF2 35X50	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	50,0	35,0	1,000	1,601	-4,8	0,076	1,140
W3	T	NCF3 106X193	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	196,0	106,0	1,000	1,350	-4,8	1,456	8,880
W4	T	NCF4 90X92	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	92,0	90,0	1,000	1,319	-4,8	0,593	3,080
W5	T	CF5 80X89	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	89,0	80,0	2,838	2,533	-4,8	0,405	4,080
W6	T	CF6 55X80	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	80,0	55,0	1,000	1,425	-4,8	0,271	2,140
W7	T	NCF7 72X108	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	108,0	72,0	1,000	1,335	-4,8	0,545	3,040
W8	T	NCF8 70X107	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	107,0	70,0	1,000	1,342	-4,8	0,521	2,980
W9	T	NCF9 99X114	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	114,0	99,0	1,000	1,401	-4,8	0,740	5,480
W10	T	NCF10 88X163	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	163,0	88,0	1,000	1,408	-4,8	0,939	7,220
W11	T	NCF11 118X212	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	212,0	118,0	1,000	1,314	-4,8	1,841	9,780
W12	T	NCF12 120X120	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	120,0	120,0	1,000	1,351	-4,8	1,007	6,140
W13	T	NCF13 78X125	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	125,0	78,0	1,000	1,463	-4,8	0,588	5,500
W14	T	NCF14 110X115	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	115,0	110,0	1,000	1,264	-4,8	0,970	3,940
W15	T	NCF15 75X126	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	126,0	75,0	1,000	1,312	-4,8	0,683	3,460
W16	T	NCF16 75X131	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	131,0	75,0	1,000	1,309	-4,8	0,714	3,560
W17	T	NCF17 78X128	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	128,0	78,0	1,000	1,304	-4,8	0,730	3,560
W18	T	NCF18 77X125	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	125,0	77,0	1,000	1,308	-4,8	0,699	3,480
W19	T	CF19 76X130	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	130,0	76,0	2,838	2,555	-4,8	0,580	5,640
W20	T	NCF20 96X190	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	190,0	96,0	1,000	1,248	-4,8	1,250	8,460
W21	T	NCF21 76X131	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	131,0	76,0	1,000	1,306	-4,8	0,725	3,580
W22	T	NCF22 80X124	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	124,0	80,0	1,000	1,303	-4,8	0,726	3,520
W23	T	NCF23 77X124	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	124,0	77,0	1,000	1,309	-4,8	0,693	3,460
W24	T	CF24 80X135	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	135,0	80,0	2,838	2,568	-4,8	0,653	5,920
W25	T	NCF25 59X134	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	134,0	59,0	1,000	1,357	-4,8	0,540	3,300
W26	T	NCF26 130X152	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	152,0	130,0	1,000	1,428	-4,8	1,323	11,34
W27	T	NCF27 88x158	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	158,0	88,0	1,000	1,410	-4,8	0,907	7,020
W28	T	NCF28 82X163	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	163,0	82,0	1,000	1,431	-4,8	0,849	7,100
W29	T	NCF29 89X162	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	162,0	89,0	1,000	1,411	-4,8	0,932	7,180
W30	T	NAF30 160X170	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	170,0	160,0	1,000	1,267	-4,8	2,106	8,940
W31	T	NCF31 100X180	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	180,0	100,0	1,000	1,366	-4,8	1,245	8,140
W32	T	NCF32 108X192	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	192,0	108,0	1,000	1,342	-4,8	1,477	8,780
W33	T	NCF33 106X197	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	197,0	106,0	1,000	1,345	-4,8	1,482	8,940
W34	T	CF34 100X187	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	187,0	100,0	1,000	1,364	-4,8	1,298	8,420
W35	T	NCP35 70X200	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	200,0	70,0	1,000	1,292	-4,8	1,042	4,840
W36	T	NCP36 100X200	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	200,0	100,0	1,000	1,360	-4,8	1,395	8,940
W37	T	NCP37 115X202	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	202,0	115,0	1,000	1,323	-4,8	1,692	9,320
W38	T	NAP38 105X200	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	200,0	105,0	1,000	1,347	-4,8	1,488	9,040
W39	T	NCP39 110X200	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	200,0	110,0	1,000	1,335	-4,8	1,581	9,140
W40	T	NCP40 108X200	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	200,0	108,0	1,000	1,339	-4,8	1,544	9,100
W41	T	NCF41 69X135	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	135,0	69,0	1,000	1,322	-4,8	0,665	3,520
W42	T	NCP42 95X214	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	214,0	95,0	1,000	1,371	-4,8	1,400	9,400
W43	T	NCP43 95X221	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	221,0	95,0	1,000	1,370	-4,8	1,449	9,680
W44	T	NCP44 95X220	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	220,0	95,0	1,000	1,376	-4,8	1,421	9,620
W45	T	NAP45 116X327	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	327,0	116,0	1,000	1,340	-4,8	2,673	15,48
W46	T	NCP46 113X228	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	228,0	113,0	1,000	1,321	-4,8	1,883	10,32

W47	T	NCP47 113X231	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	231,0	113,0	1,000	1,321	-4,8	1,910	10,44
W49	T	NCP49 130X230	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	230,0	130,0	1,000	1,404	-4,8	2,059	16,24
W50	T	NCP50 91X234	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	234,0	91,0	1,000	1,381	-4,8	1,452	10,12
W51	T	NCP51 109X223	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	223,0	109,0	1,000	1,332	-4,8	1,756	10,04
W52	T	NCP52 70X130	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	130,0	70,0	1,000	1,499	-4,8	0,522	5,540
W53	T	NCP53 77X129	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	129,0	77,0	1,000	1,305	-4,8	0,725	3,560
W54	T	NCP54 125X254	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	254,0	125,0	1,000	1,292	-4,8	2,400	11,60
W55	T	NCP55 120X304	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	304,0	120,0	1,000	1,444	-4,8	2,375	21,40
W56	T	NAP56 134X254	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	254,0	134,0	1,000	1,380	-4,8	2,420	17,60
W57	T	CP57 127X270	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	270,0	127,0	3,073	2,854	-4,8	2,586	12,26
W58	T	NCP58 170X280	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	280,0	170,0	1,000	1,313	-4,8	3,511	18,60
W59	T	CP59 110X290	Doppio	0,837	0,480	1,00	1,00	290,0	110,0	2,999	2,776	-4,8	2,318	12,72
W60	T	NAP60 120x228	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	228,0	120,0	1,000	1,307	-4,8	2,033	10,46
W61	T	NCP61 116x214	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	214,0	116,0	1,000	1,318	-4,8	1,820	9,820
W62	T	NCP62 115X294	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	294,0	115,0	1,000	1,346	-4,8	2,376	14,16
W63	T	NCP63 240X278/302	Doppio	0,837	0,480	1,00	1,00	302,0	240,0	1,000	1,362	-4,8	4,770	28,56
W64	T	NAP64 134X342	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	342,0	134,0	1,000	1,376	-4,8	3,226	22,74
W65	T	NCP65 114X360	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	360,0	114,0	1,000	1,369	-4,8	2,759	17,74
W66	T	CF66 81X148	Doppio	0,837	0,480	1,00	1,00	48,0	81,0	3,073	2,671	-4,8	0,228	2,020
W67	T	NCF67 112X252	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	252,0	112,0	1,000	1,362	-4,8	1,949	12,44
W68	T	80X125	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	125,0	80,0	1,008	1,585	-4,8	0,487	6,840
W69	T	NCP 117X245/326	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	326,0	117,0	1,008	1,363	-4,8	2,678	17,10
W70	T	NCF70 97X176	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	176,0	97,0	1,000	1,375	-4,8	1,166	7,920
W71	T	AF71 130X66	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	66,0	130,0	1,000	1,399	-4,8	0,572	4,280
W72	T	AF72 60X94	Singolo	0,837	0,480	0,65	0,65	94,0	60,0	5,170	3,221	-4,8	0,256	3,840
W73	T	CF73 78X89	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	89,0	78,0	2,854	2,537	-4,8	0,390	4,040
W74	T	NCF74 96X186	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	186,0	96,0	1,000	1,375	-4,8	1,221	8,300
W75	T	NCF75 120X216	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	216,0	120,0	1,000	1,309	-4,8	1,919	9,980
W76	T	NCF76 40X70	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	40,0	70,0	1,000	1,522	-4,8	0,146	1,640
W77	T	NCF77 96X182	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	182,0	96,0	1,000	1,376	-4,8	1,193	8,140
W78	T	NCF78 70X107	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	107,0	70,0	1,000	1,342	-4,8	0,521	2,980
W80	T	AP80 200X290	Singolo	0,837	0,480	1,00	1,00	290,0	200,0	5,144	4,460	-4,8	4,682	26,52
W81	T	CF81 102X102	Doppio	0,837	0,480	1,00	1,00	102,0	102,0	3,092	2,846	-4,8	0,774	3,520
W82	T	CP40 105X206	Doppio	0,837	0,480	1,00	1,00	206,0	105,0	1,000	1,345	-4,8	1,536	9,280
W83	T	AF66 107X40	Singolo	0,837	0,480	0,65	0,65	40,0	107,0	5,144	3,602	-4,8	0,242	2,380
W92	T	NCF 94x65	Doppio	0,837	0,480	0,65	0,65	65,0	94,0	1,002	1,372	-4,8	0,408	2,620

Legenda simboli

ε	Emissività
ggl,n	Fattore di trasmittanza solare
fc inv	Fattore tendaggi (energia invernale)
fc est	Fattore tendaggi (energia estiva)
H	Altezza
L	Larghezza
Ug	Trasmittanza vetro
Uw	Trasmittanza serramento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Agf	Area del vetro
Lgf	Perimetro del vetro

7) RISULTATI CONSUMI DEL MODELLO DI CALCOLO

I principali risultati dei vettori energetici sono i seguenti:

Municipio

Servizio	*En. rinn.	En. non rinn.	En. Tot.	CO ₂	En.Eletr.	Metano
Riscaldamento	406	367499	367906		865	35049
Acqua calda san.	3743	15532	19275		7965	
Illuminazione	31808	131967	163775		67676	
Trasporti	870	3609	4479		1850	
Totali	36827	518607	555434	107106	78356	35049

Teatro

Servizio	*En. rinn.	En. non rinn.	En. Tot.	CO ₂	En.Eletr.	Metano
Riscaldamento	124	111935	112059		263	10676
Acqua calda san.	1129	4683	5812		2402	
Illuminazione	7872	32663	40535		16750	
Trasporti	0	0	0		0	
Totali	9125	149281	158406	30695	19415	10676

Totale

Servizio	*En. rinn.	En. non rinn.	En. Tot.	CO ₂	En.Eletr.	Metano
Riscaldamento	530	479434	479965		1128	45725
Acqua calda san.	4872	20215	25087		10367	
Illuminazione	39680	164630	204310		84426	
Trasporti	870	3609	4479		1850	
Totali	45952	667888	71380	137801	97771	45725

- Si considera energia rinnovabile quella quota parte di energia primaria prodotta con fonti rinnovabili dal sistema elettrico nazionale

Di seguito gli indici di prestazione unitaria di energia primaria in Kwh/mq.anno:

Servizio	Indice
Riscaldamento	123,16
Produzione ACS	6,44
Illuminazione	52,42
Trasporti	1,15
Totali	183,17

8) ANALISI CONSUMI ENERGETICI REALI

Sull'analisi dei consumi energetici reali va fatta una premessa:

- 1) Vi è un'unica centrale termica e sono presenti contatori di calore sulle due alimentazioni al Municipio e al Teatro; si hanno perciò a disposizione i consumi esatti dell'energia in ingresso alle due macroutenze;
- 2) Essendo un'unica centrale termica si ha un unico contatore del metano, pertanto è impossibile distinguere alla fonte il consumo di vettore energetico per una zona o per l'altra. Inoltre non è possibile avere un valore del consumo in mc di metano, in quanto il plesso ha una gestione del tipo "Servizio energia plus" per il quale il gestore fa pagare al Comune il solo consumo di energia e non è tenuto a fornire il dato dei consumi originari del combustibile: sono perciò dati che il Comune non ha disponibili. I valori indicati sono ottenuti moltiplicando i consumi misurati per il rendimento di produzione calcolato in modo analitico, e dividendolo per il potere calorifico del metano
- 3) Per quanto riguarda invece i consumi elettrici vi sono contatori distinti e quindi sono disponibili i valori, che si sono sommati per avere il valore dell'intero edificio
- 4) Si è considerato un costo unitario di 0,23 €/Kwh per l'energia elettrica e di 0,78 €/mc per il gas metano

I dati sotto riportati sono riferiti alla stagione 2018-2019

	Consumo	Costo
Energia elettrica	229.046 kWh	52.680 €
Gas metano	42.976 mc	33.521 €
	Totale	86.201 €

9) CONFRONTO CONSUMI REALI / CALCOLATI

Rispetto al confronto tra consumi reali e consumi calcolati vanno premesse alcune cose:

- 1) Si è fatta una proporzione tra i consumi energetici rilevati di tre stagioni termiche e il numero di gradi giorno di ogni inverno, in modo da trovare un rapporto medio tra kWh consumati e gradi giorno
- 2) Non avendo disponibili i gradi giorno stagionalizzati del Comune di San Giovanni in Persiceto si sono utilizzati quelli del Comune di Bologna, non molto distante e che nominalmente ha valori comparabili (2259 contro 2225)
- 3) Come già spiegato al capitolo 8) vi è un contratto del servizio calore per cui il Comune non ha disponibili i valori di consumo in mc. Si è perciò fatto un paragone direttamente tra energia utile calcolata ed energia utile misurata, sempre in kWh
- 4) I valori del consumo di energia elettrica, che sono certi in quanto vi sono contatori distinti, sono stati mediati su tre anni
- 5) Va comunque detto che il consumo elettrico misurato al contatore considera tutti i consumi relativi alle apparecchiature elettriche (pc, fotocopiatrici e altre macchine da ufficio, distributori automatici di bevande, illuminazione, condizionatori split, boiler elettrici, apparecchiature da scena, ecc.); ciò vuol dire che, giocoforza, la stima del consumo è affetta da approssimazioni dettate dall'effettivo utilizzo e dal rinnovo nel tempo del parco macchine

Si redigono di seguito due tabelle distinte, una relativa ai consumi termici ed una relativa ai

consumi elettrici (tutte le grandezze sono in kWh):

Consumi termici

Zona	Consumo reale	Consumo calcol.	Differenza	Delta %
Municipio	327005	356822	29817	9,1
Teatro	110481	108683	- 1798	- 1,6
Totale	437786	465505	28019	6,4

Consumi elettrici

Zona	Consumo reale	Consumo calcol.	Differenza	Delta %
Municipio	182478	187528	5050	2,8
Teatro	46568	46347	- 221	- 0,5
Totale	229046	233875	4829	2,1

10) OPPORTUNITA' MIGLIORAMENTO ENERGETICO

La diagnosi si è concentrata, per input di partenza, sulla sostituzione degli infissi con altri nuovi del tipo a bassa emissività e con doppio vetro, avente un fattore solare di 0,48.

I risultati sono perciò i seguenti:

Ipotesi di intervento	Costo intervento (compreso di Iva, sicurezza e spese tecniche) €	Cons. gas metano (teorico per riscaldamento) Nm³	Cons. en. elet. (teorico per riscaldamento) kWh	RISP. gas metano Nm³	RISP. en. elet. kWh	Costo annuo metano €	Costo annuo en. elett.	Costo totale consumi annui	Risp. annuo su situaz. esistente €
Situazione attuale		45725	1128					35665	
Sostituzione infissi	370.000	43758	1064	1967	64	0,78	0,23	34116	1.549