



OPERE: AUDITORIUM DI SAN ROMANO - Piazza San Romano - Lucca (LU)
RISTRUTTURAZIONE IMPIANTI E ALLESTIMENTI

PROGETTO DEFINITIVO

TAVOLA:

IM_RP

DESCRIZIONE:

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

SCALA:

- : - - -

RIF. INT.

1606.225-21.19.11

DATA:

19/05/2023

REVISIONE

02.00

DIRIGENTE SETTORE 5:
Ing. Antonella Giannini

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Silvia Malventi

I PROGETTISTI:

BENIGNI
engineering srl

Ing. Oreste Benigni

Ing. Francesco Cecchini

Arch. Cristiana Brindisi

Ing. Gianpiero Calissi

Ing. Lorenzo Lavarini

INDICE

INDICE.....	2
1 PREMESSA.....	4
1.1 INTRODUZIONE.....	4
1.2 OGGETTO E SCOPO.....	4
1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
1.4 GRUPPO DI LAVORO.....	7
2 APPROCCIO METODOLOGICO.....	8
2.1 GENERALITA',.....	8
2.2 ACQUISIZIONE DATI TECNICI.....	11
2.3 METODI DI CALCOLO,.....	12
ENERGIA PRIMARIA,	12
IMPATTI SU SOSTANZE CLIMALTERANTI,	14
2.4 SOFTWARE UTILIZZATO.....	15
2.5 CRITERI DI MODELLAZIONE.....	15
3 CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO.....	17
3.1 DATI GENERALI DEL COMMITTENTE.....	17
3.2 DATI RELATIVI AL SITO.....	17
3.3 SOPRALLUOGO PER AUDIT ENERGETICO.....	17
3.4 DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO.....	18
3.5 CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	21
3.6 ELENCO DEI PUNTI DI FORNITURA ELETTRICA (POD) E GAS (PDR).....	22
3.7 CARATTERIZZAZIONE DEI SISTEMI TECNOLOGICI PRESENTI.....	22
3.7.1 IMPIANTI TERMICI E DI CLIMATIZZAZIONE.....	22
3.7.2 IMPIANTI DI VENTILAZIONE.....	23
3.7.3 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO.....	23
3.7.4 IMPIANTO IDRICO-ANTINCENDIO.....	24
3.7.5 ILLUMINAZIONE.....	24
4 ANALISI, MODELLAZIONE E PROPOSTE DI INTERVENTO.....	25
5 CONCLUSIONI.....	34
6 CRITERI DI MODELLAZIONE.....	37
ALLEGATO 1: CALCOLI ENERGETICI.....	38
1 Norme utilizzate.....	39
2 Impostazioni generali di calcolo.....	40
2.1 Stagioni.....	40
2.2 Dati geo-climatici della localita' (uni 10349).....	40
3 L'edificio ante operam.....	42
3.1 Generalita'.....	42
3.2 Dati tecnici e costruttivi.....	43
3.3 Servizi energetici.....	43
3.4 Prestazioni energetiche.....	44
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA.....	44
3.5 Analisi energetica dell'edificio.....	45
Fabbisogno di energia termica dell'involucro edilizio.....	45

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 2	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

	Fabbisogno dei servizi energetici.....	46
	Fattori di conversione in energia primaria.....	50
	Analisi dei consumi energetici.....	51
	Indicatori di prestazione energetica.....	53
	Indici di prestazione energetica.....	53
	Classe energetica.....	54
	Quota rinnovabile.....	54
	Emissioni.....	54
4	Consumi storici.....	55
4.1	Consumi calcolati.....	55
	Vettore energetico: Gas naturale (metano).....	55
	Vettore energetico: Energia elettrica.....	55
4.2	Descrizione dell'intervento.....	57
4.3	Rilevatori economici principali.....	57
4.4	Fattori di conversione in energia primaria.....	58
4.5	Analisi dei consumi energetici.....	59
	Consumi dei vettori energetici.....	60
	Spesa per il consumo dei vettori energetici.....	60
4.6	Indicatori di prestazione energetica.....	61
	INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA.....	62
	CLASSE ENERGETICA.....	63
	QUOTA RINNOVABILE.....	63
	EMISSIONI.....	63
5	ALLEGATO 2: PLANIMETRIA GENERALE DEL SITO.....	64

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	3	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

1 PREMESSA.

1.1 INTRODUZIONE.

Il presente documento riporta gli esiti del processo di Diagnosi Energetica condotta per l'edificio in oggetto, in relazione all'intervento su impianti di riscaldamento aventi potenzialità superiore a 100 kW, secondo il punto 5.3 dell'Allegato 1 al DM 26/06/2015.

La diagnosi energetica deve considerare, in modo vincolante ma non esaustivo, almeno le seguenti opzioni:

- a) impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;
- b) impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica o a gas con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;
- c) le possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici;
- d) impianto centralizzato di cogenerazione;
- e) stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014;
- f) per gli edifici non residenziali, l'installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN15232

L'attività è stata eseguita da parte del Gruppo di Lavoro identificato al paragrafo 1.4 della presente ed è a firma di professionista qualificato come Esperto Gestione Energia secondo UNI 11339.

1.2 OGGETTO E SCOPO.

Il presente documento costituisce Diagnosi Energetica per l'edificio denominato **Auditorium San Romano**, situato in **Piazza San Romano nel comune di Lucca**, gestito dal Comune di Lucca, **con sede in Via Santa Giustina n°6, Lucca.**

L'attività viene condotta dal RTP BENIGNIENGINEERING S.r.l. con Arch. Cristiana Brindisi, Ing. Giampiero Calissi e Ing. Lorenzo Lavarini, ed è sottoscritta dal Direttore Tecnico di Benigniengineering S.r.l., Dott. Ing. Oreste Benigni, qualificato anche come Esperto Gestione Energia, nell'ambito dell'attività di progettazione del potenziamento dell'impianto di riscaldamento e della installazione dell'impianto di climatizzazione estiva dedicato all'Auditorium San Romano, su incarico del Comune di Lucca.

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

La presente attività viene svolta in conformità alle seguenti norme, per quanto applicabili:

NORME NAZIONALI SU EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

- [1] Legge 9 Gennaio 1991 n. 10 – “Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e delle fonti rinnovabili di energia” – e D.P.R. del 16 Agosto 1993 n. 412 – “Regolamento di esecuzione della Legge n. 10” – e successivi D.M. in materia;

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	4	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

- [2] D.Lgs 19 Agosto 2005 n 192 come modificato dal DLgs 311/06 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- [3] DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n. 311" 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"
- [4] LEGGE 6 agosto 2008, n. 133 ""Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, recante disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria"
- [5] DECRETO LEGISLATIVO 29 marzo 2010, n. 56: "Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE"
- [6] DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28: ""Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"
- [7] Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici
- [8] Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
- [9] Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici
- [10] D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10" (con successive modifiche ed integrazioni"

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO E DI CALCOLO

- [11] UNI CEN/TR 12831-2:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 2: Spiegazione e motivazione della EN 12831-1, Modulo M3-3
- [12] UNI EN 12831-1:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3
- [13] UNI EN 12831-3:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto - Parte 3: Carico termico dei sistemi di acqua calda sanitaria e caratterizzazione dei fabbisogni, Moduli M8-2, M8-3
- [14] UNI/TS 11300-6:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
- [15] UNI/TS 11300-5:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- [16] UNI/TS 11300-4:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- [17] UNI/TS 11300-2:2014: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	5	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

- [18] UNI/TS 11300-1:2014: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- [19] UNI/TS 11300-3:2010: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- [20] UNI EN ISO 6946:2018 "Componenti ed elementi per edilizia - resistenza termica e trasmittanza termica – Metodi di calcolo”;
- [21] UNI EN ISO 13370:2018: Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
- [22] UNI EN ISO 14683:2018: Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
- [23] UNI EN ISO 10077-2:2018: Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai
- [24] UNI EN ISO 10077-1:2018: Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- [25] UNI/TR 10349-2:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
- [26] UNI 10349-3:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- [27] UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- [28] UNI 10351:2015: Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- [29] UNI CEN/TR 15316-6-9:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 6-9: Spiegazione e motivazione della EN 15316-4-8, Modulo M3-8-8
- [30] UNI CEN/TR 15316-6-6:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 6-6: Spiegazione e motivazione della EN 15316-4-3, Modulo M3-8-3, M8-8-3
- [31] UNI CEN/TR 15316-6-5:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 6-5: Spiegazione e motivazione della EN 15316-4-2, Modulo M3-8
- [32] UNI CEN/TR 15316-6-3:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 6-3: Spiegazione e motivazione della EN 15316-3, Modulo M3-6, M4-6, M8-6
- [33] UNI CEN/TR 15316-6-10:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 6-10: Spiegazione e motivazione della EN 15316-5, Modulo M3-7, M8-7
- [34] UNI EN 15316-4-8:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti, incluse le stufe (locali), Modulo M3-8-8
- [35] UNI EN 15316-5:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo di calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 5: Sistemi di accumulo per riscaldamento e acqua calda sanitaria (non raffrescamento), Moduli M3-7, M8-7

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	6	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

- [36] UNI EN 15316-4-5:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-5: Teleriscaldamento e teleraffrescamento, Moduli M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5
- [37] UNI EN 15316-4-4:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-4: Sistemi di generazione, sistemi di cogenerazione in situ, Moduli M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4
- [38] UNI EN 15316-4-3:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-3: Sistemi di generazione, sistemi solari termici e fotovoltaici, Moduli M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3
- [39] UNI EN 15316-4-2:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, pompe di calore Moduli M3-8-2, M8-8-2
- [40] UNI EN 15316-4-1:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia del sistema e delle efficienze del sistema - Parte 4-1: Sistemi di riscaldamento e di generazione di acqua calda sanitaria, sistemi di combustione (caldaie, biomasse), Modulo M3-8-1, M8-8-1
- [41] UNI EN 15316-4-10:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici del sistema e le efficienze del sistema - Parte 4-10: Sistemi di generazione ad energia eolica, Modulo M11-8-7
- [42] UNI EN 15316-3:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 3: Sistemi di distribuzione in ambiente (acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento), Modulo M3-6, M4-6, M8-6
- [43] UNI EN 15316-2:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 2: Sistemi di emissione in ambiente (riscaldamento e raffrescamento), Moduli M3-5, M4-5
- [44] UNI EN 15316-1:2018: Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 1: Generalità ed espressione della prestazione energetica, Moduli M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
- [45] UNI 10355:1994 "Murature e solai valori della resistenza termica e metodo di calcolo"
- [46] UNI 10339:1995 "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".
- [47] UNI EN ISO 52022-1:2018: Prestazione energetica degli edifici – Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 1: Metodo di calcolo semplificato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate

1.4 GRUPPO DI LAVORO.

Il gruppo di lavoro che ha operato alla redazione della presente Diagnosi Energetica, è costituito da:

- **Responsabile dell'Attività:** **Dott. Ing. Oreste Benigni**

Il Responsabile dell'Attività è un consulente senior con profilo professionale di Ingegnere Abilitato, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Pistoia n. 714.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 7	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

- **Risorse tecniche di supporto:** Dott. Ing. Oreste Benigni – Dott. Ing Francesco Cecchini – Per. Ind. Alessandro Bia - Ing. Lorenzo Lavarini – Modellazione Energetica e Sopralluoghi.
 - Le risorse tecniche avranno compiti di rilievo dati di processo, dati apparecchiature, effettuazione di misurazione e post-elaborazione dei dati.

2 APPROCCIO METODOLOGICO.

2.1 GENERALITA',

Come noto, i consumi energetici dei fabbricati per servizi dipendono da svariati fattori, tra cui:

- caratteristiche climatiche locali;
- caratteristiche dell'involucro edilizio;
- condizioni interne di progetto desiderate;
- caratteristiche tecniche ed impostazioni (setpoint) degli impianti tecnologici presenti;
- attività e processi eseguiti in sito;
- comportamento degli occupanti e regime di occupazione dell'edificio;

Trattandosi di edifici, questo approccio comune va tecnicamente declinato in modo appropriato a seconda della tipologia di fabbricati, che possono essere di tipo molto semplici e ripetitivo (come ad esempio edifici di tipo civile) oppure molto complesso ed altamente tecnico (come ospedali, centri benessere, piscine, e simili). Vengono pertanto utilizzati, per identificazione delle migliori opportunità di efficientamento e per valutazione di performance, alcuni parametri che sono pubblicati in termini di dati medi statistici di consumo specifico, se possibile su base locale.

Nella presente attività si intende per:

- **Edificio:** una costruzione intesa nel suo insieme, comprendente sia l'involucro edilizio che i sistemi tecnologici che sono presenti al suo interno, e per i quali viene utilizzata energia per il controllo delle condizioni climatiche interne, per fornire acqua calda per uso sanitario e illuminazione ed altri servizi che sono relativi alle attività che sono eseguite all'interno dell'edificio;
- **Confine del sistema analizzato:** il confine del sistema oggetto di analisi include tutte le aree che sono associate con l'oggetto dell'Audit dove l'energia viene consumata o prodotta. Nell'analisi si tiene pertanto conto di un bilancio energetico che comprende: energia fornita all'edificio, energia prodotta nell'edificio, energia esportata dall'edificio;
- **Sistemi tecnologici dell'edificio:** i sistemi tecnologici dell'edificio sono l'insieme di tutte le apparecchiature, connessioni, ed accessori che sono funzionali al servizio di riscaldamento, raffrescamento (climatizzazione), ventilazione, produzione di acqua calda, trasporti interni, e produzione di energia on-site;

Una schematizzazione concettuale del bilancio energetico degli edifici che viene eseguita si basa sul diagramma a seguire.

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	8	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

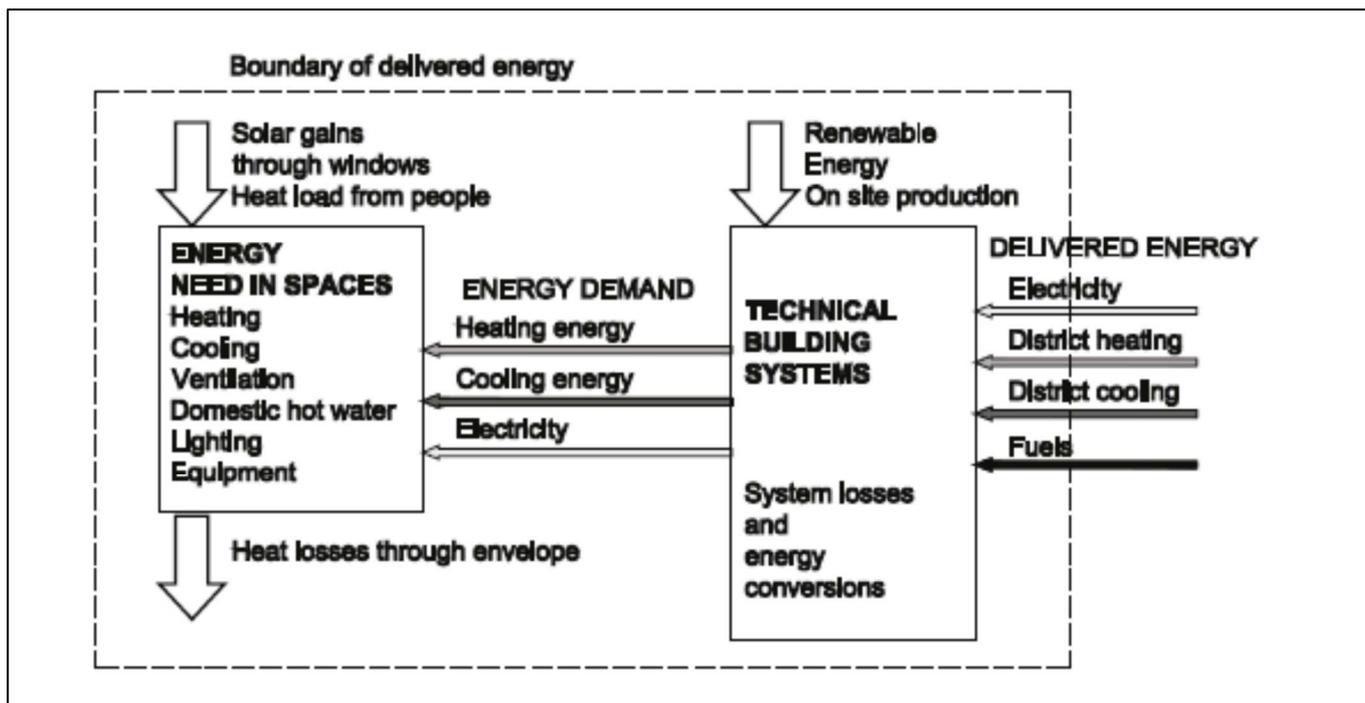


Figura 1: schematizzazione concettuale del bilancio energetico - da UNI EN 16247-2

Il processo di effettuazione della Diagnosi Energetica può essere suddiviso, in generale, nelle seguenti fasi:

i. Fase preliminare,

Coadiuvati dal Responsabile del Procedimento oppure da personale tecnico dedicato, si procede alla caratterizzazione del sito (geometria, caratteristiche costruttive principali) e dell'attività specifica che si svolge all'interno del sito oggetto di diagnosi, evidenziando eventuali particolarità, presenza di reparti specifici, gli orari di apertura, i sistemi tecnologici presenti.

Ricopre una particolare importanza, in questa fase, la identificazione di particolari fattori di tipo impiantistico (es, costruzione degli impianti "atipica" rispetto alla media, ovvero recenti attività di efficientamento compiuto, o similari) o di tipo gestionale (es, regimi di apertura, stagionalità),

Si procederà, quindi, alla acquisizione di tutte le informazioni tecniche necessarie, ed in particolare alla acquisizione del progetto degli impianti tecnologici (ove possibile in versione "as built") integrando in questa attività ove pertinente un censimento delle principali apparecchiature elettriche e la raccolta dei relativi dati tecnici (es, potenze nominali, anche su diverse funzioni espletate).

Viene anche acquisito il progetto architettonico o strutturale dell'edificio (ovvero il rilievo di questo), digitale o cartaceo; questo viene utilizzato ovviamente per la modellazione energetica che fa parte dell'attività. Il materiale suddetto viene integrato con le schede tecniche delle apparecchiature installate e quant'altro possa essere utile alla redazione della diagnosi,

Viene inoltre acquisito lo storico dei consumi reali del sito relativamente all'anno solare precedente; si rimanda per questa attività a quanto riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 9	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

ii. Sopralluoghi,

In accordo con il referente della committenza e con eventuale personale di supporto, il Responsabile del Procedimento ed il team tecnico fissano alcuni sopralluoghi per verificare la completezza e la rispondenza della documentazione fornita, nonché per reperire informazioni mancanti (es, modelli di attrezzature) ed effettuare analisi di aspetti non desumibili dalla documentazione stessa.

La fase di sopralluogo è generalmente effettuata in accompagnamento con personale tecnico manutentivo, che è in grado di fornire informazioni attendibili su modalità di utilizzo delle attrezzature, set-point, periodi di attivazione, criticità e simili, Peraltro tale fase genera alcune idee preliminari di efficientamento e pertanto risulta critica.

iii. Analisi

In tale fase, in generale, si procede alla definizione delle prestazioni energetiche dell'edificio in oggetto. Per far ciò, si rende necessario includere:

- a. uno spaccato dei consumi elettrici suddivisi per fonte energetica;
- b. analisi dell'andamento dei consumi elettrici nell'arco temporale di riferimento, Al fine di scorporare i consumi, ove possibile, è prevista l'acquisizione di letture dei consumi elettrici direttamente su misuratori di utenza (ove presenti) e relative ad una o più apparecchiature specifiche, ovvero l'installazione di strumenti di rilevazione temporanea installati per l'occasione (con periodo di campionamento congruo);
- c. definizione del modello analitico che possa descrivere il modello di consumo del sito ovvero dell'edificio e verifica della sua affidabilità rispetto ai reali consumi, con eventuale taratura del modello. Trattandosi di edifici, la modellazione viene eseguita avvalendosi di specifici software di calcolo ed elaborazione, per i quali si rimanda paragrafo 2.4.
- d. adozione di opportuni fattori correttivi (si veda paragrafo 5.1);
- e. individuazione di uno o più indicatori prestazionali che possano caratterizzare il sito produttivo (es, kWh/(m² x anno), ecc,,,

Nel caso specifico, sulle scelte progettuali da adottare, intervenivano peraltro ulteriori fattori quali, ad esempio:

- stato di manutenzione ed efficienza degli impianti esistenti;
- esigenze specifiche della committenza;
- vincoli legati alla tipologia di edificio (storico e direttamente vincolato);
- utilizzo prevalentemente discontinuo e pertanto interesse a conseguire l'efficienza ed efficacia nell'immediata piuttosto che il perseguimento di minori consumi energetici.

iv. Proposte di ottimizzazione

Alla luce dei risultati ottenuti agli step precedenti sono state effettuate le scelte progettuali meglio descritte in relazione tecnica.

L'iter proposto, oltre ad adempiere agli obblighi di legge ed alla normativa specifica di riferimento, è concepito per consentire al Committente di prendere atto dello stato di fatto del sito, nonché di individuare interventi di ottimizzazione e valutarne la fattibilità.

Esso viene sintetizzato in schema a seguire:

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	10	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

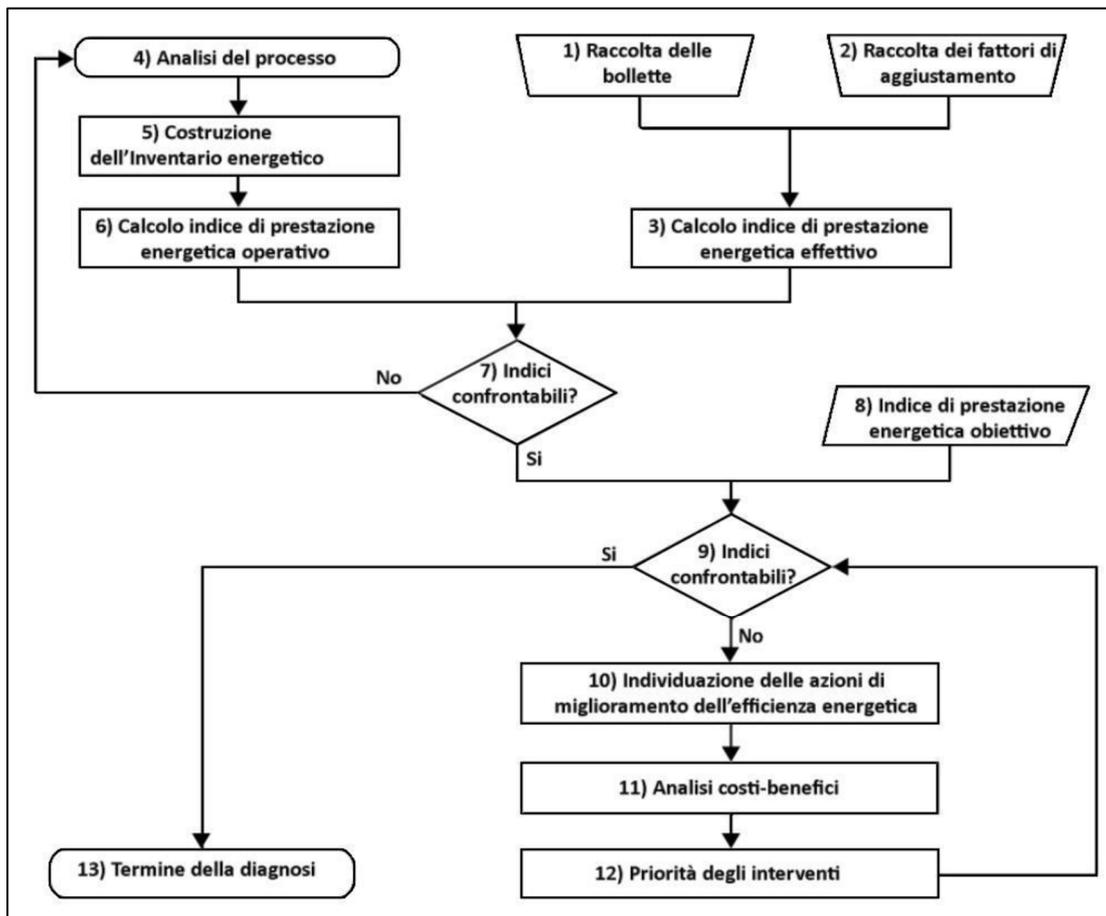


Figura 2: approccio concettuale per effettuazione di attività di Diagnosi Energetica negli edifici.

2.2 ACQUISIZIONE DATI TECNICI.

Al fine di efficientare il processo di audit, preliminarmente alle sessioni in campo è stata effettuata l'acquisizione delle informazioni tecniche rese disponibili dal RUP e dagli uffici tecnici preposti. In particolare, sono state assunte informazioni tecniche relative a:

- Planimetria del fabbricato- sezioni;
- Progetti impianti elettrici e meccanici di edificio;
- Caratteristiche tecniche principali apparati di processo e di servizio;

Nel presente documento tali informazioni vengono utilizzate, anche parzialmente, sulla base delle necessità derivanti dalla modellazione; la documentazione che costituisce la origine di tali informazioni tecniche, essendo presente sito o uffici tecnici centrali, non viene riallegata per motivi di sintesi.

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	11	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

2.3 METODI DI CALCOLO,

ENERGIA PRIMARIA,

I metodi di calcolo per il risparmio di energia primaria sono riferiti ad un confronto, effettuato in TEP/anno, tra consumi di in situazione ante intervento e post intervento di:

- Energia elettrica [kWh/anno];
- Metano [Smc/anno].

Il calcolo dell'energia primaria risparmiata viene effettuato, a seconda dei casi, con:

- utilizzo di metodi standard e analitici definiti nelle schede tecniche predisposte da GSE, qualora gli interventi di progetto coincidano con quelli indicati nelle medesime schede. Nel caso venga utilizzato il metodo di calcolo di cui alle schede tecniche sopra richiamate per il calcolo dei TEP/anno si fa riferimento al valore di **REA** (Risparmio Energetico Addizionale);
- mediante metodi analitici comprovati ovvero mediante criteri di calcolo elaborati dai proponenti ed esplicitati nella presente relazione tecnica, solo ed esclusivamente nel caso in cui non sia possibile fare riferimento a metodi di cui al precedente punto.

In particolare, il valore di REA (Risparmio Energetico Addizionale) corrisponde al risparmio ottenuto durante la vita utile, ed è definito solo per gli interventi riportati nelle "Schede tecniche Certificati Bianchi" (si veda 1.3); nei paragrafi successivi viene precisato se l'intervento proposto ricade tra quelli previsti dalle suddette schede o meno e – nel secondo caso – si procede a calcolo analitico opportunamente documentato.

Il fattore di conversione tra energia primaria dei diversi combustibili ed il TEP viene determinato come:

- **1 TEP = 41,860 GJ**

Per quanto riguarda il fattore di conversione con l'energia elettrica, viene assunto il fattore stabilito dall'Autorità per l'Energia elettrica ed il gas, con Delibera EEN 3/08 del 20-03-2008 (GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107), che ha fissato il valore del fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria in:

- **1 kWh = 0,187 x 10⁻³ TEP**

detto fattore di conversione, originariamente stabilito dalla suddetta delibera, viene qui utilizzato anche per gli scopi di Diagnosi¹.

Per quanto attiene agli altri² vettori energetici, si usano i coefficienti di conversione previsti dall'allegato IV della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, nonché dalla tabella 1 della circolare 18/12/2014 (circolare su nomina Energy Manager) che si riporta a seguire.

¹ Questo significa, pertanto, che si assume il rendimento del sistema nazionale di produzione e distribuzione dell'energia elettrica al valore di circa il 46%; infatti 1 TEP di energia primaria equivale a 41,860 GJ, e con questa energia primaria (ovvero prodotta con un combustibile) il sistema nazionale riesce a mettere a disposizione dell'utenza energia elettrica in ragione di $1/(0,187 \times 10^{-3})$ kWh/TEP ovvero 19,25 GJ, con un rendimento di trasformazione quindi pari a $19,25 / 41,86 = 0,46$.

È quindi con questo valore di rendimento di conversione che occorre confrontarsi ogni qualvolta si decida di effettuare interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un sistema-impianto di trasformazione dell'energia.

² Si evidenzia che per energia elettrica si mantiene la definizione prevista Delibera EEN 3/08 in quanto è esplicitamente richiamato nella tabella di cui all'Allegato IV della direttiva che si applicano riferimenti nazionali, ove presenti.

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	12	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

TENORE DI ENERGIA DI UNA SERIE DI COMBUSTIBILI PER IL CONSUMO FINALE**TABELLA DI CONVERSIONE**

COMBUSTIBILE	kJ (NCV)	kgoe³(NCV)	kWh (NCV)
1 kg di carbone	28 500	0,676	7,917
1 kg di carbon fossile	17 200 — 30 700	0,411 — 0,733	4,778 — 8,528
1 kg di mattonelle di lignite	20 000	0,478	0,556
1 kg di lignite nera	10 500 — 21 000	0,251 — 0,502	2,917 — 5,833
1 kg di lignite	5 600 — 10 500	0,134 — 0,251	1,556 — 2,917
1 kg di scisti bituminosi	8 000 — 9 000	0,191 — 0,215	2,222 — 2,500
1 kg di torba	7 800 — 13 800	0,186 — 0,330	2,167 — 3,833
1 kg di mattonelle di torba	16 000 — 16 800	0,382 — 0,401	4,444 — 4,667
1 kg di olio pesante residuo (olio pesante)	40 000	0,955	11,111
1 kg di olio combustibile a basso tenore di zolfo	42 300	1,010	11,750
1 kg di carburante (benzina)	44 000	1,051	12,222
1 kg di paraffina	40 000	0,955	11,111
1 kg di GPL	46 000	1,099	12,778
1 kg di gas naturale⁴	47 200	1,126	13,10
1 kg di GNL	45 190	1,079	12,553
1 kg di legname (umidità 25 %) (2)	13 800	0,330	3,833
1 kg di pellet/mattoni di legno	16 800	0,401	4,667
1 kg di rifiuti	7 400 — 10 700	0,177 — 0,256	2,056 — 2,972
1 MJ di calore derivato	1 000	0,024	0,278

Si evidenzia infine che per gas naturale, si utilizza la conversione un valore standard convenzionale di:

- **1 Smc = 34,994⁵ MJ = 8,36 x 10⁻⁴ TEP = 0,836 kgoe**

I dati utilizzati per le elaborazioni sono stati reperiti con la maggiore accuratezza tecnicamente ottenibile con la strumentazione installata, ed in base ai dati raccolti dall'Azienda. Il Responsabile della Diagnosi ha comunque verificato una sufficiente rappresentatività ed attendibilità dei dati.

Per quanto attiene alle modalità di valutazione dei risparmi, occorre inoltre precisare quanto segue:

- Qualora l'intervento comporti anche un incremento della capacità produttiva, la verifica del risparmio energetico viene effettuata a parità di produzione (tale circostanza viene valutata nei "fattori di aggiustamento"); pertanto si riportano in tabella le percentuali di risparmio in termini di energia primaria riferiti – ove non specificato altrimenti – alla produzione ottenibile in situazione "post-intervento".

³ Nota bene: 1 TEP = 1000 kgoe

⁴ 93 % metano

⁵ Valore medio convenzionale, omogeneo con indicazioni ENEA da file "STRUTTURA ENERGETICA AZIENDALE" ed adeguato per il caso in esame.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 13	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

- Le valutazioni economiche, connesse alle opportunità di saving energetici, sono espresse in termini di Payback Time semplice e di VAN. Nel calcolo del VAN si utilizza un tempo di ammortamento pari ad almeno 8 anni e comunque inferiore alla vita utile del bene; il costo opportunità del capitale che viene inserito nelle valutazioni economiche, in assenza di specifiche indicazioni da parte del Committente, è pari ad Euribor 12 mesi con Spread pari a 0,5% (attualmente pari a circa 0,25%).
- Nelle valutazioni economiche, i costi di investimento sono stimati in via di larga massima e non costituiscono base impegnativa per una decisione finale, ma unicamente suggerimenti su linee di intervento da approfondire con progetti specifici sia dal punto di vista tecnico che economico-finanziario. Nei benefici connessi possono essere incluse – se specificamente indicato – vantaggi da incentivazione (es. titoli di efficienza energetica).

IMPATTI SU SOSTANZE CLIMALTERANTI,

Sono a seguire inoltre stimati gli impatti su sostanze climalteranti. Nel calcolo delle emissioni di CO₂ fossile dei combustibili si utilizza il metodo di cui alla DECISIONE 2003/87/CE (scambio quote di emissione di gas serra) ed alla Deliberazione 14/2009 del Ministero dell'Ambiente, secondo la relazione:

$$T_{CO2_EQ} = M_c \cdot f_e \cdot f_o$$

Dove:

- $T_{CO2_EQ} = M_c$ Tonnellate di CO₂ emesse;
- M_c Consumo di combustibile (annuo) nella unità di misura considerata ed omogenea al fattore di emissione;
- f_e fattore di emissione [T/unità di misura di M_c];
- f_o fattore di ossidazione [ad,];

Dalla deliberazione 14/2009 del Ministero dell'Ambiente si sono applicati i seguenti valori dei parametri di interesse ai fini della presente relazione:

- METANO:
 - Fattore di emissione= 1,957 t/1000 St m³ oppure 55,91 t/TJ
 - Fattore di Ossidazione 0,995;
 - pci = 34,534 MJ/St m³
- OLIO COMBUSTIBILE:
 - Fattore di emissione , = 3,16 t/t oppure 77,17 t/TJ
 - Fattore di Ossidazione, = 0,990;
 - pci = 40,995 GJ/t
- GASOLIO:
 - Fattore di emissione, = 3,173 t/t oppure 74,438 t/TJ
 - Fattore di Ossidazione = 0,990;
 - pci = 42,621 GJ/t
- GPL:
 - Fattore di emissione = 3,024 t/t
 - Fattore di ossidazione = 0,990;
 - pci = 46,13 GJ/t

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	14	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

Per quanto riguarda energia elettrica, si considera un fattore di emissione pari al valore seguente (valore tratto da Pubblicazione ISPRA 172/12), comprendente e riferito alla produzione elettrica lorda, comprensiva dei sistemi di pompaggio:

Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale: $g_{CO_2}/kWh = 396,3$;

2.4 SOFTWARE UTILIZZATO.

Per quanto riguarda il software utilizzato, si è adottato un primario codice di calcolo per la modellazione termofisica di involucro, che è rappresentato dal pacchetto MC4 SUITE versione 2020 della software house MC4 SOFTWARE.

Mc4Suite è un software che consente la progettazione dell'edificio energeticamente efficiente permettendo di valutare dinamicamente l'impatto dei materiali, degli impianti e delle tecniche di costruzione.

Le procedure di calcolo, integrate con gli oggetti del progetto, si basano sulle più recenti ed aggiornate leggi e normative vigenti, UNI, EN, ISO DIN e sugli standard ASHRAE.

Mc4Suite utilizza una tecnica di input dei dati grafici di progetto che consiste nel trasformare entità grafiche come linee, archi, polilinee ecc. in entità architettoniche reali come muri, finestre, porte e ponti termici. Terminato il disegno del progetto, il programma calcola in pochi secondi il valore delle dispersioni invernali (UNI EN 12831) e dei carichi estivi (ASHRAE TFM method) per ambiente, per centrale termica e per unità immobiliare. Laddove venga prevista una modellazione BIM, essa viene importata in ambiente MC4 a partire dal file di modellazione geometrica .IFC (interoperabile) e pertanto risulta nativamente coerente con il modello geometrico e strutturale.

In aggiunta a questo le caratteristiche principali del software sono:

- Calcolo dei rendimenti di impianto e del fabbisogno di energia primaria conforme alle specifiche tecniche UNI/TS 11300-2008;
- Individuazione automatica dei ponti termici e delle frontiere scambianti;
- Definizione di qualsiasi struttura opaca e vetrata orizzontale e verticale in conformità alle norme vigenti;
- Verifica UNI EN ISO 13786 per il calcolo dei requisiti estivi delle pareti;
- Verifica della condensa superficiale e interstiziale delle strutture secondo UNI EN ISO 13788;

In particolare per la redazione di Diagnosi Energetica il software, dopo la modellazione dell'edificio con la caratterizzazione dell'involucro, degli impianti esistenti e il calcolo delle dispersioni estive ed invernali, permette l'analisi nel modello energetico degli interventi migliorativi necessari ad un corretto efficientamento energetico. Questo, unito all'inserimento dello storico dei consumi dell'edificio, produrrà un'analisi dettagliata e precisa dei costi e dei tempi di ritorno per ogni singolo interventi e per la somma delle proposte di efficientamento energetico.

Il risultato dei calcoli è mostrato nei paragrafi successivi.

2.5 CRITERI DI MODELLAZIONE.

Le informazioni acquisite durante la fase di raccolta dati, sia di natura geometrica, che costruttiva, che relativa ai sistemi tecnologici presenti, che relative ai consumi energetici del fabbricato (per le quali si è riferito in 2.2 e 2.3) sono state inserite nel modello di calcolo energetico, mediante l'applicativo sopra descritto.

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n.:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	15	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

La modellazione è stata eseguita dapprima in versione “stato attuale” ed è stata utilizzata per la taratura del modello (a livello di output con previsione del fabbisogno dei diversi vettori energetici); questa fase è in effetti molto importante in quanto consente una ottimizzazione dei profili di utilizzazione dell’edificio che divengono in questo modo molto più aderenti al profilo effettivo.

Una volta effettuato questo livello di modellazione, sulla base dell’analisi svolta si sono ipotizzati diversi “Scenari di Progetto” caratterizzati ognuno da un intervento di efficientamento rispetto alla “baseline” ovvero alla modellazione in “stato attuale”; per ciascuno di questi scenari di progetto è stato effettuato un confronto rispetto allo stato attuale con identificazione dei benefici in termini energetici ed economici (valutati agli attuali costi dei vettori coinvolti) che è stata esposta in modo sintetico.

I risultati rispetto al procedimento sopra descritto sono esposti in paragrafo 4 della presente Relazione.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 16	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

3 CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO.

3.1 DATI GENERALI DEL COMMITTENTE.

Ragione Sociale	Comune di Lucca
Sede Legale	Via Santa Giustina n°6 - 55100
Tipologia	Pubblica Amministrazione

3.2 DATI RELATIVI AL SITO.

Ubicazione	Piazza San Romano
Superficie lorda indicativa	1800 m ²
Volumetria da climatizzare [opz.]	20000 m ³
Costo EE di riferimento ⁶	0,20 €/kWh per connessione MT
Costo GAS METANO di riferimento	0,50 €/Smc
Gradi Giorno normalizzati (DPR 412/93)	1715
Giorni di apertura/anno	ND
Elenco delle principali funzioni dell'edificio	<ul style="list-style-type: none"> Auditorium e sala conferenze

3.3 SOPRALLUOGO PER AUDIT ENERGETICO.

Sono stati eseguiti i sopralluoghi nelle date seguenti:

- Sopralluogo n. 1: 07/12/2021
 - Scopo del sopralluogo:
 - Acquisizione di informazioni sulla configurazione geometrica del sito e sulla destinazione di uso dei locali;
 - Acquisizione di informazioni sulle caratteristiche costruttive dell'edificio;
 - Acquisizione di informazioni sulla distribuzione elettrica di sito e sulle principali utenze elettriche;
 - Acquisizione di informazioni sugli impianti termici e di climatizzazione di sito;
 - Acquisizione di informazioni su eventuali ulteriori sistemi tecnologici presenti;
 - Acquisizione di informazioni relative ad eventuali sistemi di monitoraggio energetico;
 - Team di Audit: Dott. Ing. Oreste Benigni – Dott. Ing. Francesco Cecchini;

⁶ I costi per Energia Elettrica e Gas Metano di riferimento non sono necessariamente dati contrattuali esatti; essi costituiscono una indicazione di massima del costo medio di acquisto, forfettizzato sull'anno di riferimento e vengono utilizzati per valutazioni di tipo tecnico-economico su azioni di efficienza energetica e payback time. Variazioni e fluttuazioni di tali parametri possono comportare aggiustamenti sull'esito delle analisi condotte.

Il costo esposto è la media del costo del primo semestre per livelli di tensione di riferimento.

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	17	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

3.4 DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO.



Figura 1 – Vista satellitare del sito.

V – Volume riscaldato	26.533,20	m³
S – Superficie disperdente	7.281,12	m²
Rapporto S/V	0,27	
EP_{H,nd}	302,17	kWh/m² anno
A_{sol,est}/A_{sup utile}	0,028	-
Y_{IE}	0,7897	W/ m²K

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	18	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					



Figura 2 – Vista generale esterna del sito

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	19	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							



Figura 3 – Vista generale interna del sito

L'edificio oggetto di diagnosi, denominato "Auditorium San Romano", viene attualmente utilizzato come auditorium comunale e sale convegni. Esso è ubicato in Piazza San Romano nel comune di Lucca (LU).

L'edificio, nato nel 1208 circa con la funzione di chiesa, dopo la sconsacrazione e varie vicissitudini storiche, è stata adibita come auditorium dal 2004.

Architettonicamente è configurata come chiesa, ovvero, presenta una pianta a croce latina sviluppata su unica navata, con transetto, altare centrale con coro e cappelle laterali.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 20	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

Le planimetrie dei piani sono in allegato. (Allegato 2).

3.5 CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

L'immobile è caratterizzato dalle seguenti strutture:

- Pareti in muratura portante formata da blocchi di pietra aventi spessore variabile compreso tra 30 e 400cm.
- Solai e copertura in legno.
- Infissi apribili in legno e vetri singoli.
- Infissi non apribili (vetrate chiesa) con vetri singoli e struttura metallica.
- Porte e portoni in legno.



Figura 4 – restituzione grafica software modellazione energetica.

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	21	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

3.6 ELENCO DEI PUNTI DI FORNITURA ELETTRICA (POD) E GAS (PDR).

1. IMPIANTO ELETTRICO			
<i>Tipo di connessione.</i>	In bassa tensione, unico POD	<i>POD</i>	Non disponibile
<i>Potenza disponibile contrattuale</i>	Non disponibile		
<i>Cabine di fornitura, trasformazione e principali apparecchiature.</i>	Non è presente cabina di trasformazione, l'edificio è servito direttamente in bassa tensione. E' presente un quadro generale ed una distribuzione interna da cui vengono serviti gli impianti tecnologici e le utenze luci e prese.		
<i>Dispositivi di telegestione</i>	Nessun impianto di telegestione presente.		
<i>Dispositivi di misura</i>	Non sono presenti dispositivi di misurazione interna di energia elettrica.		
2. IMPIANTO ALIMENTAZIONE GAS METANO			
<i>Tipo di connessione.</i>	Presente connessione in bassa pressione	<i>PDR</i>	Non disponibile
<i>Impianti alimentati</i>	Vengono alimentate le caldaie a metano (si veda paragrafo 4.7.1).		
<i>Sistemi di contabilizzazione</i>	Non sono presenti sistemi per la contabilizzazione del calore (unica unità immobiliare).		

3.7 CARATTERIZZAZIONE DEI SISTEMI TECNOLOGICI PRESENTI.**3.7.1 IMPIANTI TERMICI E DI CLIMATIZZAZIONE.**

Per quanto attiene il sistema HVAC, l'edificio è alimentato da più sistemi di generazione, il cui principale è un impianto centralizzato destinato anche ad altre porzioni del complesso. La centrale termica è costituita da n.ro tre generatori (CA_01.1 – CA_01.2 – CA_01.3) di calore a condensazione collegati idraulicamente in parallelo.

Nello specifico, all'interno dell'edificio oggetto di diagnosi, l'impianto centralizzato fornisce calore alla zona della navata (impianto a fancoil a pavimento) e delle zone adibite a ingresso ad auditorium (impianto a termosifoni).

Oltre al suddetto impianto, la chiesa possiede un'ulteriore caldaia standard tre stelle la quale alimenta gli ambienti alle spalle dell'altare.

Inoltre sono ancora presenti ulteriori 4 caldaie murali standard analoghe a quest'ultima, precedentemente concepite per alimentare il sistema di riscaldamento dell'auditorium e degli ambienti accessori di ingresso e passaggio.

Infine è presente un impianto dedicato ad una sala conferenze posta a piano primo che era in grado di fornire sia il servizio di riscaldamento che di climatizzazione.

Di seguito si descrivono le caratteristiche fondamentali delle caldaie:

- CA_01
 - Tipologia: Caldaia basale a premiscelazione totale a condensazione;
 - Marca - modello: JOANNES - JOTEK 101i;

Data emissione: 19/05/2023	Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 22	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx			

- Potenza termica al focolare: 99,6 kW;
- Potenza termica utile: 97,6 kW;
- Rendimento a Pn: 98%;
- Rendimento al 30% di Pn: 109%
- N. 3 generatori per una potenzialità totale di 298,8 kW.

I generatori sono collocati all'interno del locale tecnico del complesso.

- CA_02

- Tipologia: Caldaia murale a premiscelazione totale standard;
- Marca - modello: JOANNES - MG 24AS;
- Potenza termica al focolare: 25,8 kW;
- Potenza termica utile: 24,0 kW;
- Rendimento a Pn: 93,10%;
- Rendimento al 30% di Pn: 90,20%

Un generatore è collocato all'interno di un locale posto sul retro dell'altare, mentre altri 4 generatori analoghi sono in appositi vani compartimentati al piano primo.

- PDC_01

- Tipologia: Unità rooftop ad espansione diretta aria-aria canalizzata;
- Marca - modello: POLIREF - CLIMABOX 100CS;
- Potenza termica nominale: 20kW;
- COP: 2.53;
- Potenza termica frigorifera: 18kW;
- EER: 2.38;
- Portata aria nomiale mandata/ripresa: 3800m³/h;
- Potenza totale elettrica ventilatori: 8.5kW;

3.7.2 IMPIANTI DI VENTILAZIONE.

L'edificio non è dotato di un impianto di ventilazione meccanica controllata, ad eccezione del locale della sala conferenze la quale possiede un impianto di ricambio aria integrato nel roof top, dotato anche di recupero di calore.

3.7.3 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO.

Per quanto attiene all'impianto idrico sanitario, si ha alimentazione da acquedotto. E' presente un addolcitore che assolve al circuito di reintegro della centrale termica del complesso.

La produzione di acqua calda sanitaria è affidata a boiler elettrici con potenza 1200W installati localmente all'interno dei bagni ad esclusione della zona alle spalle dell'altare, la quale è servita dalla caldaia CA_02 descritta in precedenza.

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	23	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

3.7.4 IMPIANTO IDRICO-ANTINCENDIO.

E' presente un impianto idrico antincendio, con idranti esterni, presumibilmente collegato direttamente alla rete pubblica e comunque non oggetto di intervento.

3.7.5 ILLUMINAZIONE.

Per quanto attiene all'impianto di illuminazione, la sala auditorium è dotata di una serie di corpi illuminanti di tipo fluorescente (perimetrali alla pedana costituente la platea) e di proiettori e faretti a ioduri metallici, posti su cornicione perimetrale alla navata. I corpi presentano accensioni manuali. Non sono presenti sistemi di dimmerazione o modulazione intensità luminosa, ad esclusione della zona palcoscenico e spettatori.

Si rimanda, per maggiori dettagli, caratteristiche tecniche, modelli apparecchiature e potenze nominali, al modello energetico costruito con software di modellazione, i cui risultati sono esposti in paragrafo 4.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 24	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

4 ANALISI, MODELLAZIONE E PROPOSTE DI INTERVENTO.

Nella presente sezione del documento si riportano i dati di dettaglio relativi alla analisi energetica, modellazione eseguita mediante il software di cui in 2.4 e relative proposte di intervento. Si riportano in questo paragrafo solo i principali risultati di calcolo, rimandando ad allegato (si veda ALLEGATO 1: CALCOLI ENERGETICI.) per dettagli.

Allo stato attuale, la prestazione energetica dell'immobile risulta la seguente:

GRANDEZZA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Indice del fabbisogno globale di energia primaria non rinnovabile (EP _{gl,nren})	454,29	[kWh/(m ² anno)]
Classe energetica	F	[-]

Tabella 1: determinazione del fabbisogno energetico – stato attuale.

In stato di progetto, mediante la applicazione congiunta delle tecnologie di efficientamento che sono previste nel presente documento, la prestazione energetica risulta quella esposta in tabella a seguire, nella quale si evidenzia anche la percentuale di riduzione del fabbisogno energetico sia in termini di spesa annua che in termini di EP_{gl,nren}:

CODICE	DESCRIZIONE INTERVENTO				
Ren1 (FABBRICATO – INVOLUCRO OPACO)	GLOBALE(relamping+impiantiTermici+quattroInfissi)				
GRANDEZZA	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	Δ	%
Costo complessivo intervento (C)	[€]				
Spesa globale annua (S _a)	[€/anno]	36128,80	29933,60	6195,15	17,15
Tempo di ritorno semplice (τ _r)	[anni]				
EP _{gl,nren}	[kWh/(m ² anno)]	454,29	355,33	98,96	21,78
Classe energetica	[-]	F	E		

Tabella 2: determinazione del fabbisogno energetico – stato attuale.

La applicazione degli interventi previsti nel presente documento risulta efficace, in quanto consente oltre che un miglioramento qualitativo delle prestazioni, una riduzione complessiva del fabbisogno energetico non rinnovabile di circa il **20%**, con contestuale riduzione dei costi energetici di circa il **15%**.

Nelle elaborazioni a seguire si commentano brevemente i singoli interventi previsti e se ne forniscono i dati tecnici principali, anche al fine di una valutazione tecnico-economica.

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	25	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Sono previsti nell'ambito dell'analisi complessivamente n. 3 interventi che sono sinteticamente descritti a seguire.

ID	TITOLO	DESCRIZIONE
INT-01	RELAMPING	<p>Si prevede una sostituzione degli apparecchi presenti nell'ambiente principale, con corpi di tipo LED collegati in BUS e quindi comandabili tramite gestione scenari e dimmerazione. Questi corpi sono caratterizzati da una qualità dell'illuminazione ottimale per il tipo di utilizzo.</p> <p>Sono inoltre caratterizzati da una ottima efficienza luminosa, che consente quindi la limitazione netta del fabbisogno energetico per illuminazione. Si prescinde, per il momento, dalla applicazione di sistemi di supervisione evoluti. Non è utile, per il tipo di destinazione d'uso, la presenza di sistemi in grado di modulare l'intensità luminosa in base all'illuminazione esterna.</p> <p>Si rimanda agli elaborati grafici per ulteriori informazioni.</p>
INT-02	RISTRUTTURAZIONE DEGLI ATTUALI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	<p>Si prevedono, anche in ottemperanza alla presenza di generatori e sistemi ormai a fine vita ed ad un miglioramento della gestione e del controllo dell'impianto, n.ro cinque interventi migliorativi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione del generatore di calore a metano degli ambienti alle spalle dell'altare con una nuova caldaia a condensazione da 32kW, di cui si descrivono brevemente le caratteristiche principali: <ul style="list-style-type: none"> ○ Standard di riferimento: IMMERGAS - VICTRIX Superior TOP 32 Plus (OPPURE EQUIVALENTE); ○ Potenza termica utile: 32,0 kW; ○ Potenza termica al focolare: 32,6 kW; ○ Rendimento a Pn: 98,10%; ○ Rendimento al 30% di Pn: 107.70%; • Rimozione dei quattro generatori di calore attualmente installati in vani tecnici posti al primo piano ed ormai dismessi dal precedente intervento di centralizzazione dell'impianto di riscaldamento con installazione di una nuova caldaia a condensazione da 32kW, come precedentemente descritta. Il suddetto intervento servirà l'attuale impianto di riscaldamento a termosifoni presente nei locali di ingresso, di passaggio e nei servizi igienici destinati al pubblico. • Installazione di una pompa di calore adatta per installazione da interno da 115kW termici resi a 0°C da installare suddividendo in due parti il locale tecnico ove sono presenti le attuali tre caldaie a condensazione da 100kW dell'impianto di riscaldamento centralizzato. La suddetta pompa di calore sarà adibita alla climatizzazione della navata dell'auditorium e funzionerà sia in

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	26	Pagine tot:	64	Archiviazione:	
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						
										presso Committente	
										copia presso Studio	

regime invernale che estivo. Infatti lo scopo del suddetto intervento è sia la separazione dall'attuale impianto di tipo centralizzato, sia la possibilità di climatizzare nei mesi estivi e di deumidificare la zona ex-Chiesa.

Si descrivono le caratteristiche principali della macchina:

- Standard di riferimento: AERMEC - NLC 0675 HEJ (OPPURE EQUIVALENTE);
- Potenza termica nominale (A7/W45): 156.5kW;
- COP (A7/W45): 2.89;
- Potenza termica frigorifera (A35/W7): 143.4kW;
- EER (A35/W7): 2.38;

- Si prevede la sostituzione degli attuali terminali di emissione presenti nella navata, ovvero il pavimento rialzato con all'interno i ventilconvettori adibiti alla sola climatizzazione invernale, con un nuovo pavimento "climatizzante", composto da due tipologie di emissione del calore:

- La prima è costituita da fancoil a basso profilo da installare sotto il pavimento;



- Il secondo è costituito da una pavimentazione con impianto di riscaldamento radiante, adibito alla sola climatizzazione invernale;

- Si prevede la sostituzione dell'attuale impianto di climatizzazione e ventilazione della sala conferenze con un nuovo impianto composto da: pompa di calore di tipo aria-acqua; recuperatore di calore e fancoil canalizzabile, si descrivono le caratteristiche principali di ciascuno:

Pompa di calore adatta per installazione da interno:

- Standard di riferimento: AERMEC - ANL091 HA (OPPURE EQUIVALENTE);
- Potenza termica nominale (A7/W45): 21.9kW;
- COP (A7/W45): 3.45;

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	27	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Potenza termica frigorifera (A35/W7): 21.7kW; ○ EER (A35/W7): 3.26; <p>Recuperatore di calore di tipo passivo con recuperatore a flussi incrociati:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Standard di riferimento: AERMEC – RPL100L (OPPURE EQUIVALENTE); ○ Portata nominale: 1000m³/h; ○ Efficienza recuperatore: 75.3%; ○ Potenza elettrica assorbita totale: 410W; ○ Pressione esterna nominale: 110Pa; <p>Unità interna a ventilconvettore idronico canalizzato:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Standard di riferimento: AERMEC – TA33H4 (OPPURE EQUIVALENTE); ○ Portata nominale: 3300m³/h; ○ Numero di ranghi della batteria: 4; ○ Potenza elettrica assorbita totale: 850W; ○ Pressione statica utile: 245Pa; ○ Potenza termica (45-40°C): 23.2kW; ○ Portata acqua richiesta: 3603 L/h; ○ Potenza frigorifera (7-12°C): 21.7kW; ○ Portata acqua richiesta: 3732 L/h; ○ Perdite di carico massime: 23kPa; <p>Si rimanda agli elaborati grafici per ulteriori informazioni.</p>
INT-03	SOSTITUZIONE DI N.RO QUATTRO INFISSI	<p>Si prevede, in relazione alla presenza di infissi particolarmente degradati e aventi infiltrazioni di acqua dall'esterno attraverso il telaio, la sostituzione di n.ro tre infissi relativi a dei locali posti sul retro della cappella.</p> <p>Per esigenze di integrazione architettonica, non è possibile cambiare materiale ma dovranno essere installati necessariamente infissi con telaio in legno, con forma e specchiatura simile a quella esistente, ma con vetri di elevata qualità termica e con profili che assicurino elevata qualità di tenuta all'aria.</p> <p>Indicativamente, ai fini del presente calcolo si sono adottati infissi del tipo a doppio vetro con vetro esterno stratificato, con lastra esterna con trattamento superficiale (Emissività normale minore o uguale a 0.05) con spessore 44.20a-20-12 [mm] con gas in intercapedine tipo argon (concentrazione del gas > 90%), con trasmittanza termica totale $U_w=1,60$ W/m²K. E' prevista inoltre una classe di permeabilità all'aria 4 secondo UNI EN 12207, una classe di tenuta all'acqua E1200 secondo UNI EN 12208, una resistenza al carico del vento classe C4 secondo UNI EN 12210.</p>

Tabella 3: sintesi della descrizione interventi proposti.

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	28	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

La tabella sinottica che mostra il progressivo andamento degli indicatori energetici principali è riportata a seguire. Nelle elaborazioni a seguire si commentano brevemente i singoli interventi effettuati e se ne forniscono i dati tecnici principali, anche al fine di una valutazione tecnico-economica.

		Ante-Operam	INT-01	INT-01+INT-02	INT-01+INT-02+INT-03	INT GLOBALE	DELTA %
Ep,gl,nren	[kWh/m ² Anno]	454,29	427,78	355,9	355,33	355,33	-21,78%
Consumo std Gas Metano	[Smc]	53586	53586	16017	15925	15925	-70,28%
Consumo std E.E.	[kWh]	107465	85280	214204	214198	214198	99,32%
Costo per Gas Metano	€	32.151,59 €	32.151,59 €	9.610,04 €	9.554,99 €	9.554,99 €	-70,28%
Costo per E.E.	€	16.119,69 €	12.792,07 €	32.130,60 €	32.129,75 €	32.129,75 €	99,32%
Costo.tot - standard	€	48.271,27 €	44.943,66 €	41.740,64 €	41.684,74 €	41.684,74 €	-13,64%

LEGENDA INTERVENTI

INT-01 RELAMPING

INT-02 SOSTITUZIONE PARZIALE DEGLI IMPIANTI HVAC ESISTENTI

INT-03 INFISSI

Il prospetto complessivo è piuttosto interessante nei risultati, i quali conseguono effettivamente dalla applicazione di una serie integrata di interventi; si raggiunge infatti una riduzione del costo pari come accennato a circa il 15% del costo in scenario iniziale, valutato ovviamente a costi dei vettori energetici standard e dati climatici e dati energetici standardizzati.

Risulta interessante verificare, per ciascuno dei due vettori energetici coinvolti, l'andamento del fabbisogno globale di energia non rinnovabile, espresso in kWh/m² x anno, in funzione di ciascuno degli interventi, anche al fine di una scelta di priorità sugli stessi.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 29	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

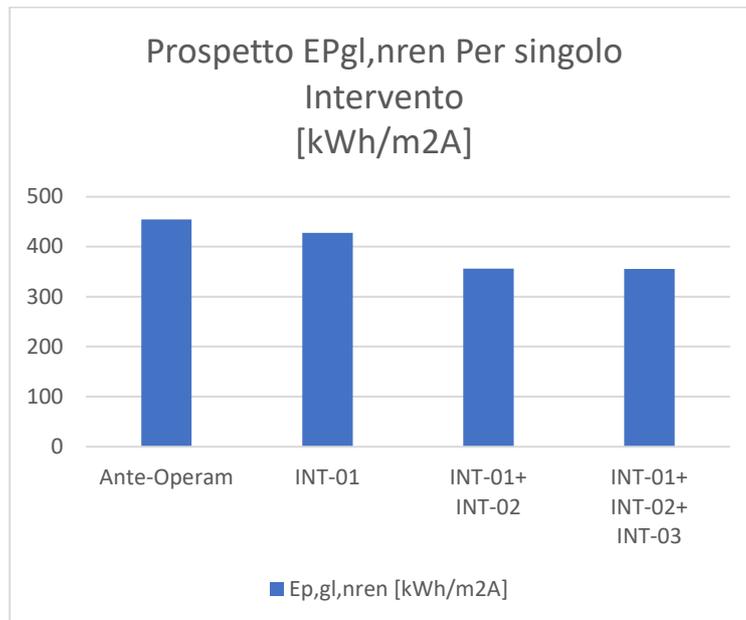


Grafico 1: prospetto fabbisogni energetici per singolo intervento.

La situazione di cui sopra è evidenziata anche dai successivi grafici, che mostrano (per singolo vettore energetico) l'andamento in termini di consumi gas metano ed energia elettrica, espressi rispettivamente in [Smc] e [kWh].

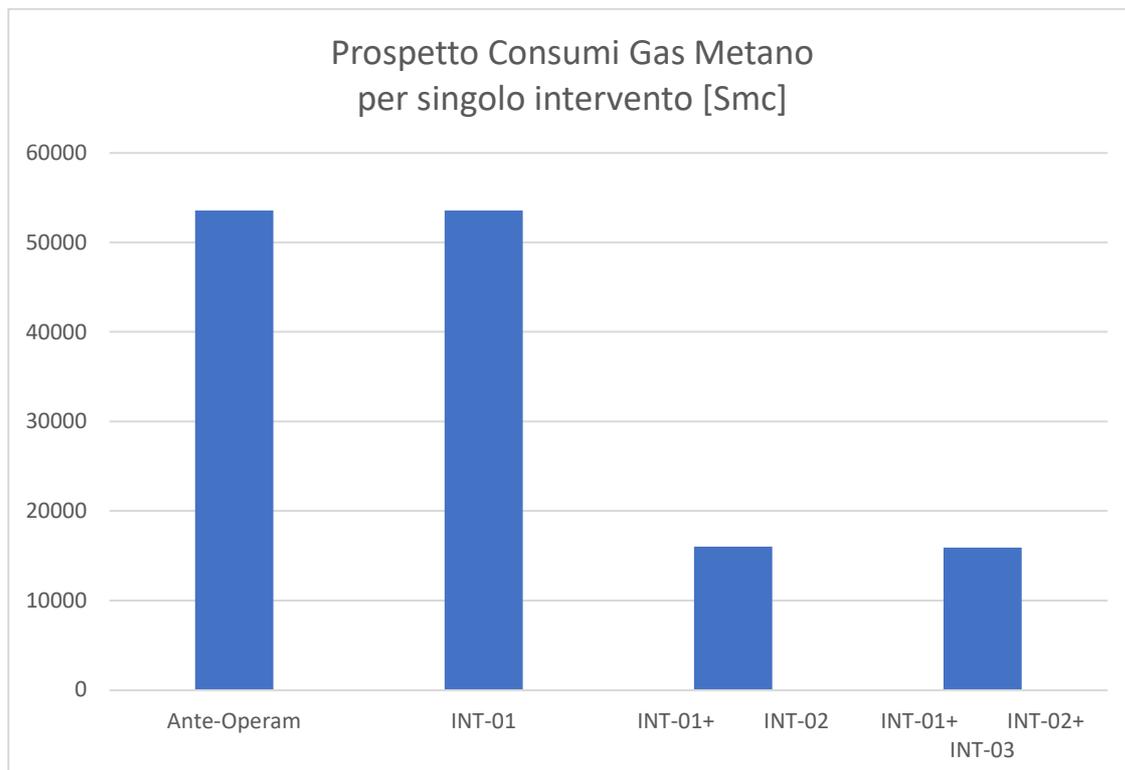


Grafico 2: prospetto Consumi Gas Metano per singolo intervento [Smc]

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 30	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

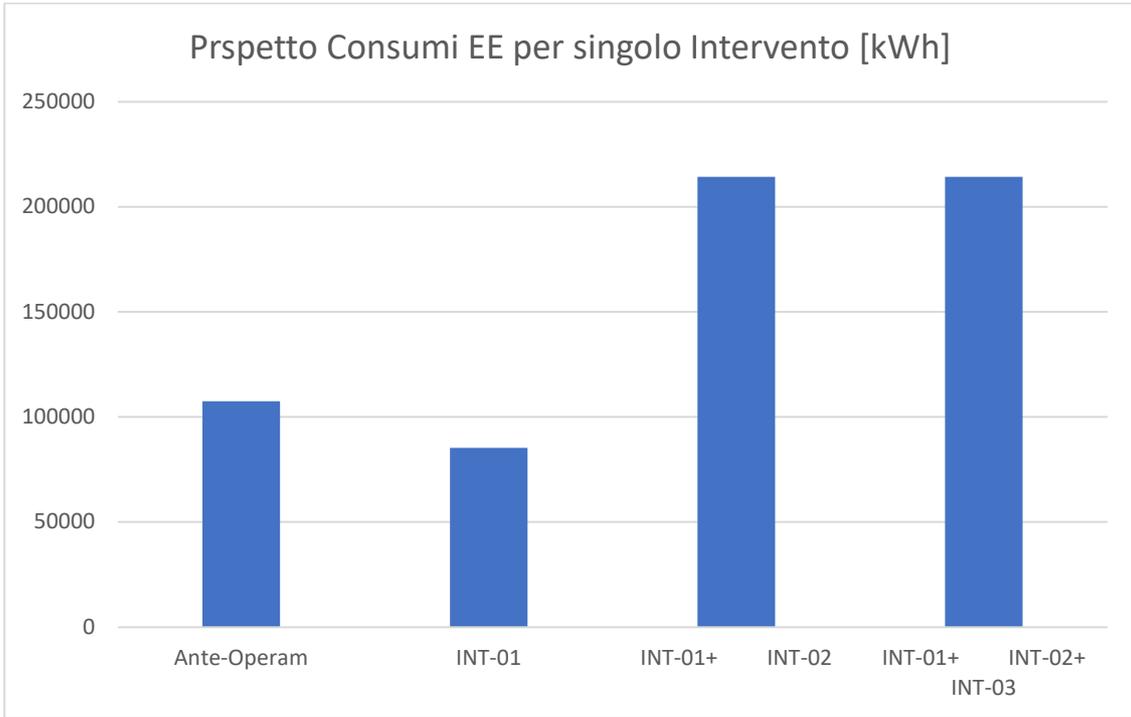


Grafico 3: prospetto Consumi Elettrici per singolo intervento [kWh].

In termini economici, si può arrivare ad una sintesi mediante applicazione dei costi unitari di riferimento, ad una proiezione dei costi totali (come sommatoria dei costi per singolo vettore energetico) sui singoli interventi di riferimento. In questo caso la situazione è estremamente semplice in cui si ha un singolo intervento per cui si pone in evidenza un singolo grafico che mostra un confronto in termini economici tra situazione ante e post operam.

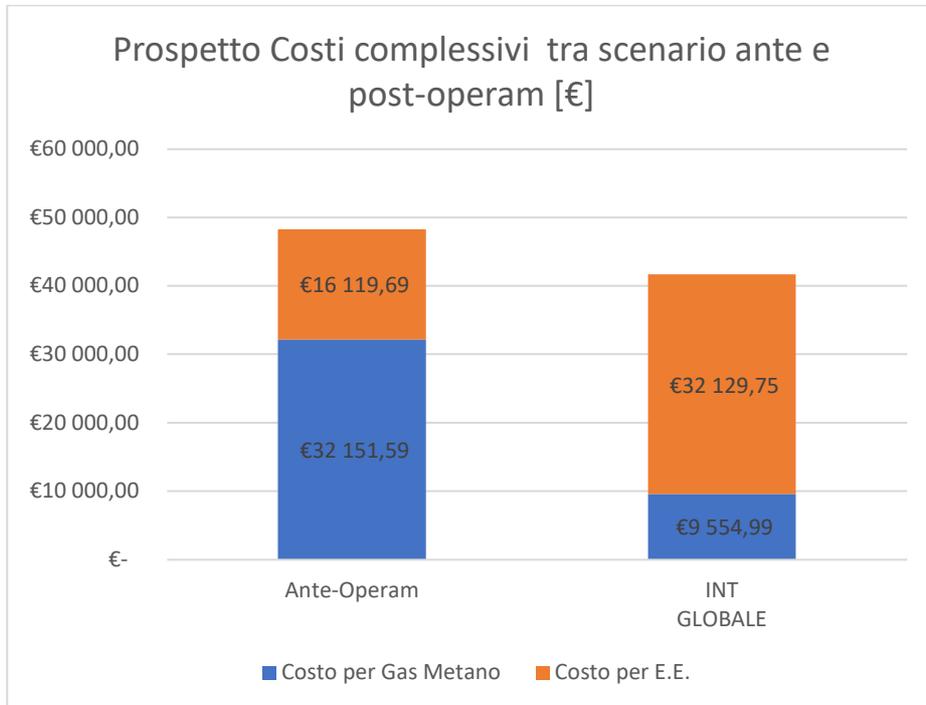


Grafico 4: analisi economica ante e post operam.

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	31	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

In termini di indice di prestazione energetica per energia non rinnovabile EP_{gl,nren} (nei due scenari attuale e di progetto) la situazione è invece la seguente:

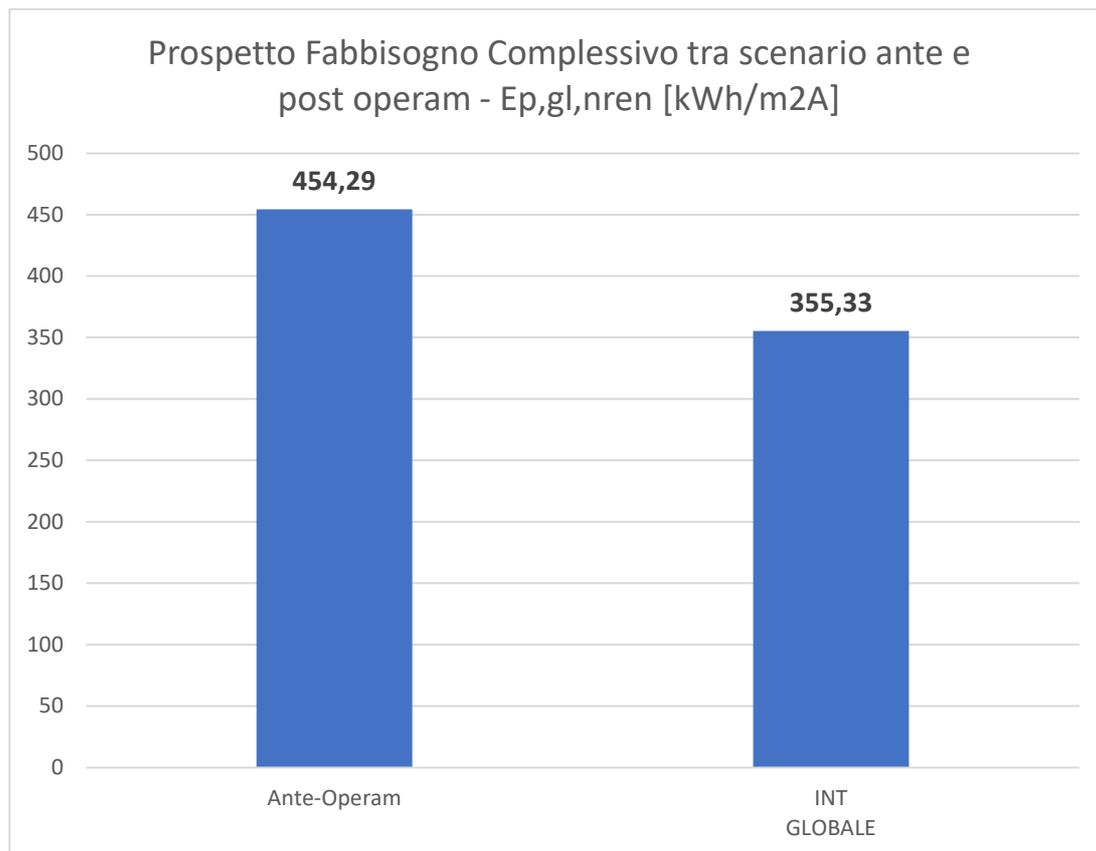


Grafico 5: confronto tra fabbisogno specifico complessivo EP_{gl,nren} in Scenario Pre e Post Operam (intervento di efficientamento globale).

La valutazione complessiva viene riportata sinteticamente a seguire, rappresentando che - per semplicità - sono computati per singolo intervento i risparmi energetici che deriverebbero dalla singola applicazione di tale scenario su scenario ante-operam; viene quindi per comodità effettuata una simulazione complessiva su scenario di efficientamento globale.

Nel rimandare ad elaborazione allegata per dettagli e simulazioni, si riporta in tabella a seguire un prospetto sintetico con i dati tecnico-economici principali che connotano gli interventi.

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	32	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

ID	TITOLO	COSTO COMPLESSIVO INTERVENTO [€]	RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE [€/ANNO]	TEMPO DI RITORNO SEMPLICE [anni]	RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE $\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh/m ² anno]	CLASSE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE
INT-01	Relamping con LED	50.000,00 €	3.327,61 €	15,0	26,51	F
INT-02	Sostituzione degli attuali generatori di calore, dei sistemi di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	300.000,00 €	3.203,02 €	93,7	71,88	E
INT-03	Sostituzione infissi con nuovi serramenti in PVC con doppi vetri basso riflettenti e avvolgibili in plastica con cassonetto isolato con esterno, $U_w = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	2.500,00 €	55,90 €	44,7	0,57	F
GLO	Globale	352.500,00 €	6.586,53 €	51,1	98,96	E

Tabella 4: dati tecnico-economici degli interventi.

CLASSIFICAZIONE DELL'EDIFICIO GLOBALE

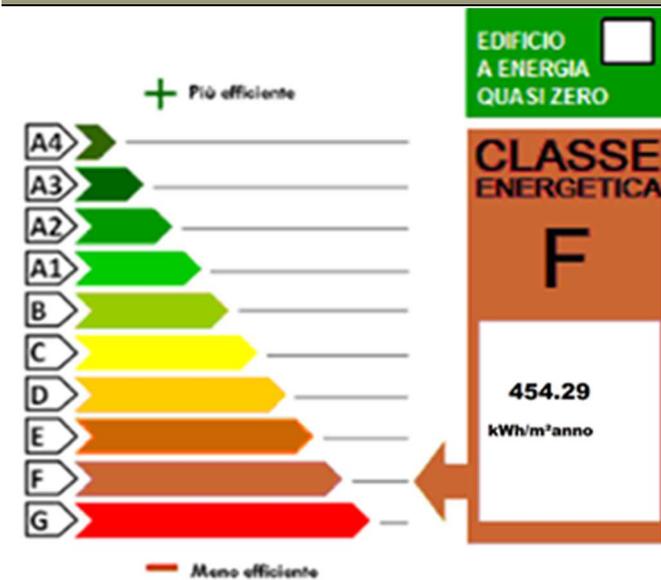


Figura 5 - Classe energetica Ante-opera

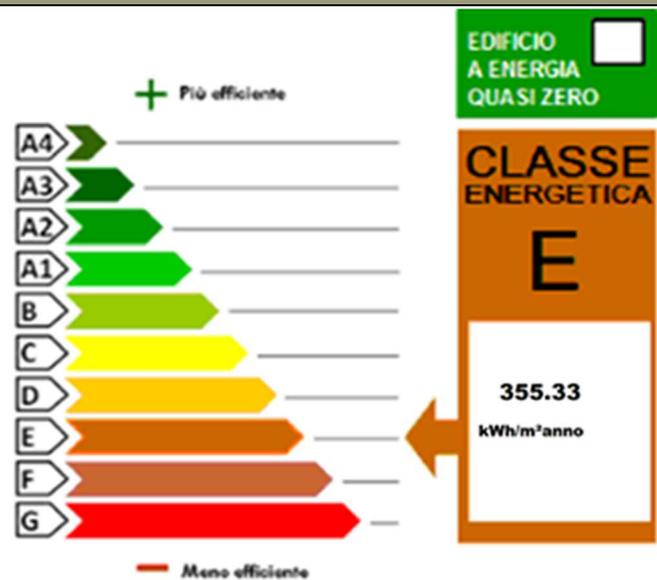


Figura 6 - Classe energetica Post-opera

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n.:	02.00	Pagina:	33	Pagine tot.:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

5 CONCLUSIONI.

Il presente documento attesta il procedimento di Diagnosi Energetica condotta per l'edificio in oggetto e reca pertanto una analisi sistematica dei consumi e della eventuale produzione di energia mediante fonti rinnovabili, il confronto con valori di riferimento o "best practice" applicabili ed – infine – una serie di proposte di miglioramento ordinate secondo priorità suggerita di intervento.

Disponendo di dati di base, relativi al solo approvvigionamento vettori energetici mediante misuratori del distributore di energia, sono stati eseguiti calcoli – ed in particolare una modellazione energetica con sistema di calcolo dedicato – per acquisire un modello energetico-analitico dell'edificio.

Detto modello, una volta sottoposto a taratura con allineamento dei consumi previsti ai consumi effettivi, è stato utilizzato per la simulazione di una serie di scenari di progetto con inserimento delle diverse proposte di efficientamento energetico previsti, che hanno consentito di formulare valutazioni preliminari di fattibilità e simulazioni tecnico-economiche.

L'analisi condotta ha mostrato che esistono concrete possibilità di miglioramento della performance energetica mediante applicazione di alcuni interventi di tipo infrastrutturale, sia sull'involucro edilizio che sugli impianti cui sono associabili i consumi energetici prevalenti, che sono elencati e documentati nella sezione precedente del presente documento, che nella presente Diagnosi vengono suggeriti per la applicazione concreta entro il breve o medio periodo, in quanto costituiscono gli interventi di maggiore importanza ed efficacia.

Si ritiene pertanto che la presente attività possa trovare una efficace prosecuzione in attività di maggiore dettaglio che si configurano come progettazioni definitive o esecutive sugli interventi di miglioramento individuati.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 34	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

CERTIFICAZIONE DEL SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO.

Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente

20124 Milano – Italy
Via Scarlatti, 29
Tel. +39 02 2662651
Fax +39 02 26626550
cti@cti2000.it
www.cti2000.it

C.F. P.I.
11494010157

Ente Federato all'UNI
per l'unificazione nel
settore termotecnico

Fondato nel 1933
Sotto il Patrocinio del
CNR

Riconosciuto dal MAP
con D.D. del 4.6.1999
Iscritto nel Registro
delle Persone
Giuridiche
col n. 604



CERTIFICATO N. 72
di garanzia di conformità

rilasciato a

Mc4Software Italia S.r.l.
Via Pietro Micca, 15 – 10121 Torino
P.IVA 07605790018 - prot. N. 77

Il Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente

Certifica

che il software applicativo
Mc4 Suite – Versione 2017 - Release 1.05

è conforme alle UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008.

La certificazione esclude altre prestazioni del prodotto o modalità operative.



Il Presidente
Prof. Ing. Cesare Boffa

Milano, 15 marzo 2017

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	35	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

Per quanto riguarda il software utilizzato, si è adottato un primario codice di calcolo per la modellazione termofisica di involucro, che è rappresentato dal pacchetto MC4 SUITE versione 2021 della software house MC4 SOFTWARE.

Mc4Suite è un software che consente la progettazione dell'edificio energeticamente efficiente permettendo di valutare dinamicamente l'impatto dei materiali, degli impianti e delle tecniche di costruzione.

Le procedure di calcolo, integrate con gli oggetti del progetto, si basano sulle più recenti ed aggiornate leggi e normative vigenti, UNI, EN, ISO DIN e sugli standard ASHRAE.

Mc4Suite utilizza una tecnica di input dei dati grafici di progetto che consiste nel trasformare entità grafiche come linee, archi, polilinee ecc. in entità architettoniche reali come muri, finestre, porte e ponti termici. Terminato il disegno del progetto, il programma calcola in pochi secondi il valore delle dispersioni invernali (UNI EN 12831) e dei carichi estivi (ASHRAE TFM method) per ambiente, per centrale termica e per unità immobiliare. Laddove venga prevista una modellazione BIM, essa viene importata in ambiente MC4 a partire dal file di modellazione geometrica .IFC (interoperabile) e pertanto risulta nativamente coerente con il modello geometrico e strutturale.

In aggiunta a questo le caratteristiche principali del software sono:

- Calcolo dei rendimenti di impianto e del fabbisogno di energia primaria conforme alle specifiche tecniche UNI/TS 11300;
- Individuazione automatica dei ponti termici e delle frontiere scambianti;
- Definizione di qualsiasi struttura opaca e vetrata orizzontale e verticale in conformità alle norme vigenti;
- Verifica UNI EN ISO 13786 per il calcolo dei requisiti estivi delle pareti;
- Verifica della condensa superficiale e interstiziale delle strutture secondo UNI EN ISO 13788;

In particolare per la redazione di Diagnosi Energetica il software, dopo la modellazione dell'edificio con la caratterizzazione dell'involucro, degli impianti esistenti e il calcolo delle dispersioni estive ed invernali, permette l'analisi nel modello energetico degli interventi migliorativi necessari ad un corretto efficientamento energetico.

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 36	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

6 CRITERI DI MODELLAZIONE.

Le informazioni acquisite durante la fase di raccolta dati, sia di natura geometrica, che costruttiva, che relativa ai sistemi tecnologici presenti, sono state inserite nel modello di calcolo energetico, mediante l'applicativo sopra descritto.

La classe energetica di un edificio è definita dall'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$.

Dove :

$$EP_{gl,nren} = EPH_{,nren} + EPW_{,nren} + EPC_{,nren} + EPV_{,nren} + EPL_{,nren} + EPT_{,nren}$$

$EPH_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale;

$EPW_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

$EPC_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione estiva;

$EPV_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la ventilazione;

$EPL_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per l'illuminazione artificiale (non pertinente per civile abitazione);

$EPT_{,nren}$: fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per il trasporto di persone e cose (non pertinente per civile abitazione).

Tutti gli indici sono espressi in kWh/m²anno.

Si riporta in seguito la tabella di riferimento con la scala di classificazione delle classi energetiche:

TABELLA 3 (LGN15) Scala di classificazione		
	Classe A4	$\leq 0,40 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$0,40 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe A3	$\leq 0,60 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$0,60 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe A2	$\leq 0,80 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$0,80 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe A1	$\leq 1,00 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$1,00 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe B	$\leq 1,20 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$1,20 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe C	$\leq 1,50 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$1,50 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe D	$\leq 2,00 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$2,00 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe E	$\leq 2,60 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
$2,60 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)} <$	Classe F	$\leq 3,50 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$
	Classe G	$> 3,50 EP_{gl,nr,Lst(2019/21)}$

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	37	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

ALLEGATO 1: CALCOLI ENERGETICI.**RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA****RAPPORTO FINALE**

Secondo UNI CEI EN 16247-1, UNI CEI EN 16247-2
e linee guida CTI per la diagnosi energetica degli edifici

Comune	Lucca
Indirizzo	Piazza San Romano, 1
Committente	Comune di Lucca
Progettista	Dott. Ing. Oreste Benigni

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	38	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

1 Norme utilizzate

DESCRIZIONE	NORMA
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA DELL'EDIFICIO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE	UNI/TS 11300-1:2014
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA, PER LA VENTILAZIONE E PER L'ILLUMINAZIONE IN EDIFICI NON RESIDENZIALI	UNI/TS 11300-2:2019
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	UNI/TS 11300-3:2010
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI: UTILIZZO DI ENERGIE RINNOVABILI E ALTRI METODI DI GENERAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE E LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	UNI/TS 11300-4:2016
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI - CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA E DELLA QUOTA DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	UNI/TS 11300-5:2016
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER ASCENSORI, SCALE MOBILI E MARCIAPIEDI MOBILI	UNI/TS 11300-6:2016
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI - CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO E IL RAFFRESCAMENTO	UNI EN ISO 13790:2008
GESTIONE DELL'ENERGIA - DIAGNOSI ENERGETICHE - REQUISITI GENERALI DEL SERVIZIO DI DIAGNOSI ENERGETICA	UNI CEI/TR 11428:2011
DIAGNOSI ENERGETICHE - REQUISITI GENERALI	UNI CEI EN 16247 - 1:2012
DIAGNOSI ENERGETICHE - EDIFICI	UNI CEI EN 16247 - 2:2014
PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI - PROCEDURA DI VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SISTEMI ENERGETICI DEGLI EDIFICI	UNI EN 15459

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	39	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

2 Impostazioni generali di calcolo

2.1 Stagioni

Periodo di riscaldamento	
Data di accensione dell'impianto	Data di spegnimento dell'impianto
1/Novembre	15/Aprile

Periodo di raffrescamento	
Data di accensione dell'impianto	Data di spegnimento dell'impianto
16/Aprile	31/Ottobre

2.2 Dati geo-climatici della localita' (uni 10349)

Dati geografici e ventosità della localita'								
		Alt.	Lat.	Grad	Rg	Zona	Mare	V.vent
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]	vent	vent	[km]	[m/s]
Comune	Lucca	19,00	43,84	0,006	C	18	20,44	0,80
Stazione di rilevamento dei dati climatici	Lido di Camaione	5,00	43,90					

Valori medi mensili dei dati climatici													
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\vartheta_{e,r}$	[°C]	7,0	7,4	10,3	13,1	17,6	20,8	24,0	23,8	19,1	16,1	11,5	7,9
ϑ_e	[°C]	6,9	7,3	10,2	13,0	17,5	20,7	23,9	23,7	19,0	16,0	11,4	7,8
H_{bh}	[MJ/m ²]	3,80	5,10	6,00	6,20	9,90	9,80	11,80	10,00	8,60	4,60	3,40	3,10
H_{dh}	[MJ/m ²]	2,10	3,40	5,30	8,00	9,00	9,70	10,20	9,10	6,70	4,00	2,30	1,50
H_N	[MJ/m ²]	1,64	2,55	3,78	5,68	7,82	8,84	9,42	7,29	4,92	2,86	1,72	1,21
$H_{NNE-NNO}$	[MJ/m ²]	1,64	2,57	4,13	6,31	8,59	9,44	10,23	8,22	5,67	2,95	1,72	1,21
H_{NE-NO}	[MJ/m ²]	1,92	3,32	5,21	7,42	10,21	10,86	12,03	9,95	7,22	3,69	2,04	1,37
$H_{ENE-ONO}$	[MJ/m ²]	3,16	4,79	6,62	8,53	11,52	11,94	13,43	11,51	9,00	4,90	3,09	2,40
H_{E-O}	[MJ/m ²]	5,03	6,57	8,00	9,36	12,22	12,35	14,06	12,53	10,56	6,23	4,56	4,05
$H_{ESE-OSO}$	[MJ/m ²]	7,16	8,32	9,08	9,76	12,16	12,00	13,78	12,83	11,61	7,46	6,15	6,01
H_{SE-SO}	[MJ/m ²]	9,29	9,83	9,75	9,71	11,39	10,97	12,68	12,40	12,05	8,42	7,69	8,04
$H_{SSE-SSO}$	[MJ/m ²]	11,27	11,08	10,07	9,29	10,13	9,60	11,07	11,42	11,98	9,13	9,09	9,92
H_s	[MJ/m ²]	12,07	11,76	10,21	8,91	9,49	9,00	10,34	10,74	11,75	9,55	9,70	10,64
$P_{v,e}$	[kPa]	0,840	0,800	0,880	1,120	1,520	1,740	1,850	2,260	1,670	1,460	1,150	0,830
ϑ_{sky}	[°C]	-4,3	-5,2	-3,4	1,2	6,7	8,9	9,9	12,6	8,3	6,0	1,7	-4,5

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	40	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA NELLA LOCALITA' DELLA CENTRALINA DI RILEVAMENTO DEI DATI CLIMATICI	$\vartheta_{e,r}$	[°C]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA NEL COMUNE	ϑ_e	[°C]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE DIRETTA SU PIANO ORIZZONTALE	H_{bh}	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE DIFFUSA SU PIANO ORIZZONTALE	H_{dh}	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A NORD	H_N	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A NORD-NORD-EST O NORD-NORD-OVEST	$H_{NNE-NNO}$	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A NORD-EST O NORD-OVEST	H_{NE-NO}	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A EST-NORD-EST O OVEST-NORD-OVEST	$H_{ENE-ONO}$	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A EST O OVEST	H_{E-o}	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A EST-SUD-EST O OVEST-SUD-OVEST	$H_{ESE-OSO}$	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A SUD-EST O SUD-OVEST	H_{SE-so}	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A SUD -SUD-EST O SUD -SUD-OVEST	$H_{SSE-SSO}$	[MJ/m ²]
IRRADIAZIONE SOLARE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SU SUPERFICIE VERTICALE ORIENTATA A SUD	H_S	[MJ/m ²]
PRESSIONE DI VAPORE MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA NEL COMUNE	$P_{v,e}$	[kPa]
TEMPERATURA EQUIVALENTE DI CORPO NERO DELLA VOLTA CELESTE	ϑ_{sky}	[°C]

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	41	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

3 L'edificio ante operam

3.1 Generalita'

Informazioni generali dell'edificio oggetto di diagnosi

Comune		Lucca
Provincia		Lucca
CAP		55100
Indirizzo dell'edificio		Piazza San Romano, 1
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	1715
Zona climatica		D
Anno di costruzione		1280
Numero di fabbricati	[-]	1
Numero di unità immobiliari	[-]	1
Destinazione d'uso prevalente		E.4 (1) - Cinema, Teatri, sale per congressi

Descrizione dell'edificio

Si rimanda al paragrafo 4.7

Foto documentarie



Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	42	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

3.2 Dati tecnici e costruttivi

Informazioni dimensionali dell'edificio		
Climatizzazione invernale		
Superficie netta	1631,69	[m ²]
Volume netto	20064,30	[m ³]
Climatizzazione estiva		
Superficie netta	125,23	[m ²]
Volume netto	413,23	[m ³]
Complessive		
Superficie netta	1631,69	[m ²]
Superficie lorda	7281,12	[m ²]
Volume lordo	26533,20	[m ³]
Rapporto S/V	0,27	[m ⁻¹]

3.3 Servizi energetici

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile climatizzata	Volume netto	Servizi presenti					
	[m ²]	[m ³]	H	C	W	V	L	T
Auditorium San Romano	1631,70	20064,30	X	X	X	X	X	

LEGENDA DEI SERVIZI PRESENTI

SERVIZIO	SIMBOLO	DESTINAZIONE D'USO IN CUI DEVONO ESSERE COMPUTATI SE PRESENTI
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	H	TUTTE
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	C	TUTTE
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	W	TUTTE
VENTILAZIONE MECCANICA	V	TUTTE
ILLUMINAZIONE	L	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI
TRASPORTO DI PERSONE	T	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	43	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

3.4 Prestazioni energetiche

GRANDEZZA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Indice del fabbisogno globale di energia primaria non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$)	454,29	[kWh/(m ² anno)]
Classe energetica	F	[-]

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

CODICE	DESCRIZIONE INTERVENTO
Ren1 (FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO)	GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

GRANDEZZA	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	Δ	%
Costo complessivo intervento (C)	[€]				
Spesa globale annua (S_a)	[€/anno]	36128,80	29933,60	6195,15	17,15
Tempo di ritorno semplice (τ_r)	[anni]				
$EP_{gl,nren}$	[kWh/(m ² anno)]	454,29	355,33	98,96	21,78
Classe energetica	[-]	F	E		

Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 44	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

3.5 Analisi energetica dell'edificio

Fabbisogno di energia termica dell'involucro edilizio

Fabbisogni termici per il servizio di riscaldamento			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Scambio termico di energia per trasmissione	$Q_{H,tr}$	450203,00	[kWh]
Energia termica dispersa per radiazione infrarossa	$Q_{H,r,mn}$	51836,60	[kWh]
Scambio termico di energia per ventilazione	$Q_{H,ve}$	118345,00	[kWh]
Apporti solari sulle strutture opache	$Q_{H,sol,op}$	71540,10	[kWh]
Apporti solari sulle strutture vetrate	$Q_{H,sol,w}$	25127,20	[kWh]
Apporti gratuiti dovuti ai carichi interni	$Q_{H,int}$	52005,50	[kWh]
Apporti gratuiti totali	$Q_{H,gn}$	77132,70	[kWh]
Fabbisogno ideale di energia termica	$Q_{H,nd}$	351142,00	[kWh]

Fabbisogni termici per il servizio di raffrescamento			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Scambio termico di energia per trasmissione	$Q_{C,tr}$	7511,30	[kWh]
Energia termica dispersa per radiazione infrarossa	$Q_{C,r,mn}$	18679,60	[kWh]
Scambio termico di energia per ventilazione	$Q_{C,ve}$	6749,80	[kWh]
Apporti solari sulle strutture opache	$Q_{C,sol,op}$	41163,30	[kWh]
Apporti solari sulle strutture vetrate	$Q_{C,sol,w}$	10585,60	[kWh]
Apporti gratuiti dovuti ai carichi interni	$Q_{C,int}$	15111,10	[kWh]
Apporti gratuiti totali	$Q_{C,gn}$	25696,70	[kWh]
Fabbisogno ideale di energia termica	$Q_{C,nd}$	4195,86	[kWh]

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	45	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

Fabbisogno dei servizi energetici**Servizio di riscaldamento**

Fabbisogni termici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _t]
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione di riferimento)	$Q_{H,h,rif}$	351142,00
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione effettiva)	$Q_{H,h,eff}$	345553,00
Energia termica recuperata dal servizio di produzione ACS	$Q_{W,lrh}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di emissione	$Q_{H,e,in}$	345553,00
Perdite del sottosistema di emissione	$Q_{H,l,e}$	35389,50
Energia termica in ingresso al sottosistema di regolazione	$Q_{H,rg,in}$	380942,00
Perdite del sottosistema di regolazione	$Q_{H,l,rg}$	16500,50
Fabbisogno effettivo di energia termica	$Q_{H,hr}$	397443,00
Perdite dei sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,ls,nrh}$	4014,57
Energia termica in ingresso ai sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,in}$	401457,00
Energia termica utile fornita richiesta all'UTA	$Q_{H,h,UTA}$	
Perdite del circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,dUTA,ls,nrh}$	
Energia termica in ingresso al circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,dUTA,in}$	
Perdite termiche del sottosistema di accumulo	$Q_{H,l,s}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,in}$	95757,60
Perdite del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	
Energia termica erogata dai sistemi di generazione	$Q_{H,gn,out}$	401457,00
Perdite del sottosistema di generazione	$Q_{H,ls,gn}$	
Energia termica assorbita dai sottosistemi di generazione	$Q_{H,gn,in}$	371070,00
Energia termica rinnovabile prodotta dalla combustione delle biomasse	$Q_{P,H,ren,bio}$	
Energia termica prodotta da sottosistemi di generazione solare	$Q_{P,H,ren,sol}$	
Energia termica rinnovabile prelevata dall'ambiente (pompa di calore)	$E_{res,H}$	18109,20

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	46	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Fabbisogni elettrici

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Fabbisogno elettrico dei terminali del sottosistema di emissione	$Q_{H,aux,e}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione secondario	$Q_{H,aux,d}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,aux,dp}$	9216,00
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di generazione di calore	$Q_{H,aux,gn}$	1794,21
Fabbisogno elettrico del circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,aux,dUTA}$	
Fabbisogno elettrico degli elettroventilatori	$Q_{el,Vn,d}$	21608,00
Fabbisogno elettrico per il funzionamento degli ugelli di umidificazione	$Q_{WV,aux,el}$	
Fabbisogno elettrico per l'umidificazione	$Q_{H,hum,el}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema solare termico	$Q_{H,aux,sol}$	
Energia elettrica assorbita dai generatori elettrici	$Q_{H,gn,el}$	
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di generazione (generatori ed ausiliari)	$Q_{H,in}$	22500,30
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{H,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{H,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{H,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{H,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{H,del,ofs}$	22500,30

Servizio di raffrescamento

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _t]
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione di riferimento)	$Q_{C,h,rif}$	4195,86
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione effettiva)	$Q_{C,h,eff}$	4242,75
Energia termica in ingresso al sottosistema di emissione	$Q_{C,e,in}$	50,26
Perdite del sottosistema di emissione	$Q_{C,l,e}$	1,55
Energia termica in ingresso al sottosistema di regolazione	$Q_{C,rg,in}$	51,82
Perdite del sottosistema di regolazione	$Q_{C,l,rg}$	1,60
Fabbisogno effettivo di energia termica	$Q_{C,hr}$	53,42
Perdite dei sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{C,d,ls,nrh}$	1,09
Energia termica in ingresso ai sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{C,d,in}$	54,51
Energia termica utile fornita richiesta all'UTA	$Q_{C,h,UTA}$	54,51
Perdite del circuito di alimentazione della batteria fredda dell'UTA	$Q_{C,dUTA,ls,nrh}$	
Energia termica in ingresso al circuito di alimentazione della batteria fredda dell'UTA	$Q_{C,dUTA,in}$	
Perdite termiche del sottosistema di accumulo	$Q_{C,l,s}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primario	$Q_{C,dp,in}$	
Perdite del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{C,dp,ls,nrh}$	
Energia termica erogata dai sistemi di generazione	$Q_{C,gn,out}$	54,51
Perdite del sottosistema di generazione	$Q_{C,ls,gn}$	124,48
Energia termica assorbita dai sottosistemi di generazione	$Q_{C,gn,in}$	179,00

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n.:	02.00	Pagina:	47	Pagine tot.:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Fabbisogni elettrici

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Fabbisogno elettrico degli ausiliari di emissione	$Q_{C,aux,e}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari di distribuzione ai terminali idronici	$Q_{C,aux,d}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{C,aux,dp}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema di generazione	$Q_{C,aux,gn}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari di circolazione del liquido refrigerante nell'UTA	$Q_{C,aux,dUTA}$	
Fabbisogno elettrico degli elettroventilatori	$Q_{el,Vn,d}$	21608,00
Energia elettrica assorbita dalla macchina frigorifera	$Q_{C,in}$	179,00
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{C,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{C,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{C,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{C,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{C,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{C,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{C,del,ofs}$	179,00

Servizio di acqua calda sanitaria**Fabbisogni termici**

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _t]
Fabbisogno di energia termica per la produzione di ACS	$Q_{W,h}$	
Perdite del sottosistema di erogazione	$Q_{W,l,er}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione secondaria	$Q_{W,d,in}$	
Perdite del sottosistema di distribuzione secondaria	$Q_{W,l,d}$	
Perdite del sottosistema di ricircolo	$Q_{W,l,dr}$	
Perdite del sottosistema di accumulo	$Q_{W,l,s}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primaria	$Q_{W,pd,in}$	
Perdite del sottosistema di distribuzione primaria	$Q_{W,l,pd}$	
Energia termica erogata dal sistema di produzione	$Q_{W,gn,out}$	
Perdite del sottosistema di generazione	$Q_{W,ls,gn}$	
Energia termica assorbita dal sistema di produzione	$Q_{W,gn,in}$	
Energia termica rinnovabile prodotta dalla combustione delle biomasse	$Q_{W,ren,bio}$	
Energia termica prodotta da sottosistemi di generazione solare	$Q_{W,ren,sol}$	
Energia termica rinnovabile prelevata dall'ambiente	$E_{res,W}$	

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	48	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

Fabbisogni elettrici

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Fabbisogno elettrico degli ausiliari della rete di ricircolo	$Q_{W,aux,dr}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione secondario	$Q_{W,aux,d}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{W,aux,pd}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema di generazione	$Q_{W,aux,gn}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema solare termico	$Q_{W,aux,sol}$	
Energia elettrica assorbita dai generatori elettrici	$Q_{W,gn,el}$	
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di generazione (generatori ed ausiliari)	$Q_{W,in}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{W,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{W,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{W,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{W,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{W,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{W,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{W,del,ofs}$	

Servizio di ventilazione meccanica**Fabbisogni elettrici**

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di ventilazione meccanica	$Q_{V,in}$	21608,00
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{V,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{V,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{V,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{V,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{V,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{V,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{V,del,ofs}$	21608,00

Servizio di illuminazione**Fabbisogni elettrici**

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di illuminazione	$Q_{L,in}$	44365,50
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{L,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{L,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{L,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{L,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{L,del,ofs}$	44368,20

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	49	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Fattori di conversione in energia primaria

Coefficients di conversione dei vettori energetici					
	PCI	f _{CO2}	f _{p,ren}	f _{p,nren}	f _p
		[kgCO ₂ /kWh]	[-]	[-]	[-]
Gas naturale (metano)	34,02 [MJ/m ³]	0,1969		1,050	1,050
Energia elettrica da rete		0,4332	0,470	1,950	2,420
Energia elettrica prodotta in-situ con moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia elettrica esportata prodotta da moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia termica prodotta in-situ con pannelli solari			1,000		1,000
Energia termica estratta da pompa di calore			1,000		1,000

Data emissione:		Ns rif:		Rev. n:		Pagina:		Pagine tot:		Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11		02.00		50		64		
Emesso da:		Verificato da:		File:						
FC		OB		E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						
										presso Committente copia presso Studio

Analisi dei consumi energetici**Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,in}$ [kWh]***Edificio: Intero edificio*

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	359580,00						359580,00
Energia elettrica	22500,30	179,00		21608,00	44368,20		88655,40

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ($E_{Pgl,nren}$) [kWh]*Edificio: Intero edificio*

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	377559,00						377559,00
Energia elettrica	43875,50	349,04		42135,60	86517,90		172878,00
TOTALE	421434,50	349,04		42135,60	86517,90		550437,00

Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ($E_{Pgl,ren}$) [kWh]*Edificio: Intero edificio*

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	10575,10	84,13		10155,80	20853,00		41668,10
Energia aero/idro/geo-termica	18109,20						18109,20
TOTALE	28684,30	84,13		10155,80	20853,00		59777,30

Fabbisogno di energia primaria globale ($E_{Pgl,tot}$) [kWh]*Edificio: Intero edificio*

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	377559,00						377559,00
Energia elettrica	54450,70	433,17		52291,40	107371,00		214546,00
Energia aero/idro/geo-termica	18109,20						18109,20
TOTALE	450118,90	433,17		52291,40	107371,00		610214,20

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	51	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

Spesa per il consumo dei vettori energetici**Vettore energetico: Gas naturale (metano)**

SERVIZI	C _a	U.M.	S _a		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	38050,70	Sm ³	0,60	€/Sm ³	22830,40
GLOBALE	38050,70	Sm ³	0,60	€/Sm ³	22830,40

Vettore energetico: Energia elettrica

SERVIZI	C _a	U.M.	S _a		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	22500,30	kWh	0,15	€/kWh	3375,04
Raffrescamento	179,00	kWh	0,15	€/kWh	26,85
Ventilazione	21608,00	kWh	0,15	€/kWh	3241,20
Illuminazione	44368,20	kWh	0,15	€/kWh	6655,23
GLOBALE	88655,40	kWh	0,15	€/kWh	13298,30

LEGENDA (CONSUMI ANNUI E SPESA PER IL CONSUMO DEI VETTORI ENERGETICI)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONSUMO ANNUO DEL VETTORE ENERGETICO	C _a	[U.M./anno]
SPESA ANNUA PER IL CONSUMO DEL VETTORE ENERGETICO	S _a	[€/anno]

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	52	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Indicatori di prestazione energetica

Indicatori di progetto in regime intermittente								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m ²]							1631,69
Q _{k,nd}	[kWh/anno]	351142,00	4195,86					
E _{p,k,nren}	[kWh/anno]	421434,00	349,04		42135,60	86517,90		550437,00
E _{p,k,ren}	[kWh/anno]	28684,30	84,13		10155,80	20853,00		59777,30
E _{p,k,tot}	[kWh/anno]	450118,00	433,17		52291,40	107371,00		610214,00

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	A	[m ²]
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q_{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	E_{p,k,nren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	E_{p,k,ren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	E_{p,k,tot}	[kWh/anno]

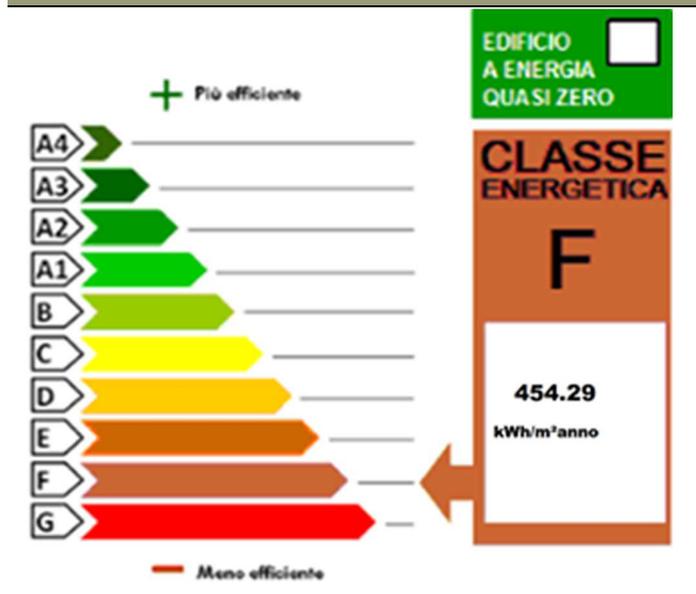
Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica in regime continuo								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m ²]							1631,69
EP _{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]	302,17	7,16					
EP _{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]	358,54	0,68	1,32	25,82	67,93		454,29
EP _{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]	24,44	0,16	0,02	6,22	16,37		47,22
EP _{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]	382,98	0,84	1,34	32,05	84,30		501,51

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	A	[m ²]
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER LA CLIMATIZZAZIONE	EP_{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,nren} = E_{p,k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP_{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,ren} = E_{p,k,ren} / A$	EP_{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,tot} = E_{p,k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP_{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	53	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Classe energetica**Classificazione****Quota rinnovabile****Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]***Edificio: Intero edificio*

DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	6,37	19,42		19,42	19,42		9,80

Emissioni**Produzione di CO₂ [kg]***Edificio: Intero edificio*

DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	80548,30	77,54		9360,59	19220,30		109207,00

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	54	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

4 Consumi storici

4.1 Consumi calcolati

Vettore energetico: Gas naturale (metano)

CONTATORE	VEETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UNITA' DI MISURA
1	Gas naturale (metano)	H	Sm ³

Globale (potenza media)							
Mesi (firma calcolata)							
MESI	ϑ_e [°C]	g [g]	g _{gl} [g]	GG [°Cg]	C _{Ogl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh]	$\Phi_{gl,del}$ [kWh]
Gennaio	6,93	31		405,17	9609,11		244,10
Febbraio	7,33	28		354,76	7915,71		222,63
Marzo	10,23	31		302,87	5852,53		148,67
Aprile	13,03	30		104,55	748,73		39,31
Maggio	17,53	31					
Giugno	20,73	30					
Luglio	23,93	31					
Agosto	23,73	31					
Settembre	19,03	30					
Ottobre	16,03	31					
Novembre	11,43	30		257,10	4831,25		126,82
Dicembre	7,83	31		377,27	9093,41		231,00
TOTALE		365		1801,72	38050,74	359579,58	1012,53

Vettore energetico: Energia elettrica

CONTATORE	VEETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UNITA' DI MISURA
2	Energia elettrica	H,C,V,L	kWh

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	55	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

Globale (potenza media)							
Mesi (firma calcolata)							
MESI	θ_e [°C]	g [g]	g _{gl} [g]	GG [°Cg]	C _{Ogl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh]	$\Phi_{gl,del}$ [kWh]
Gennaio	6,93	31		405,17	11579,00		23,41
Febbraio	7,33	28		354,76	10052,50		22,30
Marzo	10,23	31		302,87	8582,32		15,58
Aprile	13,03	30		104,55	6126,86		11,74
Maggio	17,53	31			5507,78		7,40
Giugno	20,73	30			5324,26		7,39
Luglio	23,93	31			5592,40		7,52
Agosto	23,73	31			5608,91		7,54
Settembre	19,03	30			5399,08		7,50
Ottobre	16,03	31			5635,92		7,58
Novembre	11,43	30		257,10	8077,68		14,75
Dicembre	7,83	31		377,27	11168,70		22,28
TOTALE		365		1801,72	22500,28	22500,28	64,36

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	θ_e	[°C]
GIORNI	g	[g]
GIORNI DI FUNZIONAMENTO PER IL SERVIZIO k-ESIMO	g _k	[g]
GRADI GIORNO	GG	[°Cg]
CONSUMO PER IL SERVIZIO k-ESIMO	C _{O,k}	[Sm ³]
ENERGIA CONSEGNATA O FORNITA PER IL SERVIZIO k-ESIMO	Q _{k,del}	[kWh]
POTENZA CONSEGNATA PER IL SERVIZIO k-ESIMO	$\Phi_{k,del}$	[kW]

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	56	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File:	E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

4.2 Descrizione dell'intervento

Descrizione dell'intervento

Si rimanda al paragrafo 6 della relazione

4.3 Rilevatori economici principali

CODICE		DESCRIZIONE INTERVENTO	
Ren1 (FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO)		GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)	
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo complessivo intervento	C		[€]
Risparmio economico conseguibile	ΔS_a	6195,15	[€/anno]
Tempo di ritorno semplice	τ_r		[anni]
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	98,96	[kWh/(m ² anno)]
Classe energetica raggiungibile		E	[-]

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	57	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

4.4 Fattori di conversione in energia primaria

Coefficients di conversione dei vettori energetici					
	PCI	f _{CO2}	f _{p,ren}	f _{p,nren}	f _p
		[kgCO ₂ /kWh]	[-]	[-]	[-]
Gas naturale (metano)	34,02 [MJ/m ³]	0,1969		1,050	1,050
Energia elettrica da rete		0,4332	0,470	1,950	2,420
Energia elettrica prodotta in-situ con moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia elettrica esportata prodotta da moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia termica prodotta in-situ con pannelli solari			1,000		1,000
Energia termica estratta da pompa di calore			1,000		1,000

Data emissione:		19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	58	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	Verificato da:	FC	OB	File: E:\DROPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx							

4.5 Analisi dei consumi energetici

Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,in}$ [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	130292,00	2156,80		1197,20	22141,80		155788,00
Gas naturale (metano)	103405,00						103405,00

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ($E_{Pgl,nren}$) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	254070,00	4205,77		2334,54	43176,50		303787,00
Gas naturale (metano)	108575,00						108575,00
TOTALE	362645,00	4205,77		2334,54	43176,50		412362,00

Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ($E_{Pgl,ren}$) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	61237,40	1013,70		562,68	10406,60		73220,40
Energia aero/idro/geo-termica	10792,20						10792,20
TOTALE	72029,60	1013,70		562,68	10406,60		84012,60

Fabbisogno di energia primaria globale ($E_{Pgl,tot}$) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	315307,00	5219,47		2897,22	53583,10		377007,00
Gas naturale (metano)	108575,00						108575,00
Energia aero/idro/geo-termica	10792,20						10792,20
TOTALE	434674,20	5219,47		2897,22	53583,10		496374,20

Data emissione:		Ns rif:	Rev. n:	Pagina:	Pagine tot:	Archiviazione:
19/05/2023		1606.225-21.19.11	02.00	59	64	
Emesso da:	Verificato da:	File:				presso Committente copia presso Studio
FC	OB	E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				

Consumi dei vettori energetici

Vettore energetico: Gas naturale (metano)				
Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C _a	C _a	Δ [%]
Riscaldamento	Sm ³	38050,70	10942,30	71,24
GLOBALE	Sm ³	38050,70	10942,30	71,24

Vettore energetico: Energia elettrica				
Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C _a	C _a	Δ [%]
Riscaldamento	kWh	22500,30	130292,00	-479,07
Raffrescamento	kWh	179,00	2156,80	-1104,98
Ventilazione	kWh	21608,00	1197,20	94,46
Illuminazione	kWh	44368,20	22141,80	50,10
GLOBALE	kWh	88655,40	155788,00	-75,72

Spesa per il consumo dei vettori energetici

Vettore energetico: Gas naturale (metano)					
Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)					
SERVIZI	U.M.	COSTO UNITARIO	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
			S _a [€/anno]	S _a [€/anno]	S _a [€/anno]
Riscaldamento	€/Sm ³	0,60	22830,40	6565,39	16265,10
GLOBALE	€/Sm ³	0,60	22830,40	6565,39	16265,10

Vettore energetico: Energia elettrica					
Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)					
SERVIZI	U.M.	COSTO UNITARIO	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
			S _a [€/anno]	S _a [€/anno]	S _a [€/anno]
Riscaldamento	€/kWh	0,15	3375,04	19543,80	-16168,80
Raffrescamento	€/kWh	0,15	26,85	323,52	-296,67
Ventilazione	€/kWh	0,15	3241,20	179,58	3061,62
Illuminazione	€/kWh	0,15	6655,23	3321,27	3333,96
GLOBALE	€/kWh	0,15	13298,30	23368,20	-10069,90

LEGENDA (CONSUMI ANNUI E SPESA PER IL CONSUMO DEI VETTORI ENERGETICI)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONSUMO ANNUO DEL VETTORE ENERGETICO	C _a	[U.M./anno]
SPESA ANNUA PER IL CONSUMO DEL VETTORE ENERGETICO	S _a	[€/anno]

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	60	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

4.6 Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogni di energia termica in regime intermittente

Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

SERVIZI	Q _{k,nd} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	351142,00	346963,00	1,19
C	4195,86	4279,16	-1,99

Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente

Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

SERVIZI	E _{p,k,nren} [kWh/anno]			E _{p,k,ren} [kWh/anno]			E _{p,k,tot} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	421434,00	362645,00	13,95	28684,30	72029,50	-151,11	450118,00	434675,00	3,43
C	349,04	4205,77	1104,99	84,13	1013,70	-1105,05	433,17	5219,47	-1104,97
W									
V	42135,60	2334,54	94,46	10155,80	562,68		52291,40	2897,22	94,46
L	86517,90	43176,50	50,10	20853,00	10406,60	50,10	107371,00	53583,10	50,10
T									
Globale	550437,00	412362,00	25,08	59777,30	84012,60	-40,54	610214,00	496375,00	18,66

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q _{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	61	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo

Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m ² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m ² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m ² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	358,54	306,66	14,47	24,44	60,15	-146,21	382,98	366,81	4,22
C	0,68	4,46	-565,67	0,16	1,08	-568,75	0,84	5,54	-566,27
W	1,32	1,19	9,16	0,02	0,02		1,34	1,21	9,70
V	25,82	1,44	94,42	6,22	0,35	94,53	32,05	1,79	94,44
L	67,93	41,58	38,80	16,37	10,02	38,79	84,30	51,60	38,79
T									
Globale	454,29	355,33	21,78	47,22	71,62	-51,67	501,51	426,96	14,87

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo

Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m ² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m ² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m ² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Auditorium San Romano	501,51		47,22		454,29		F	
Auditorium San Romano		426,96		71,62		355,33		E

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO
 $EP_{k,nren} = E_{p,k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO
 $EP_{k,ren} = E_{p,k,ren} / A$

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO
 $EP_{k,tot} = E_{p,k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]

SIMBOLO UNITA' DI MISURA

EP_{k,nren} [kWh/(m² anno)]

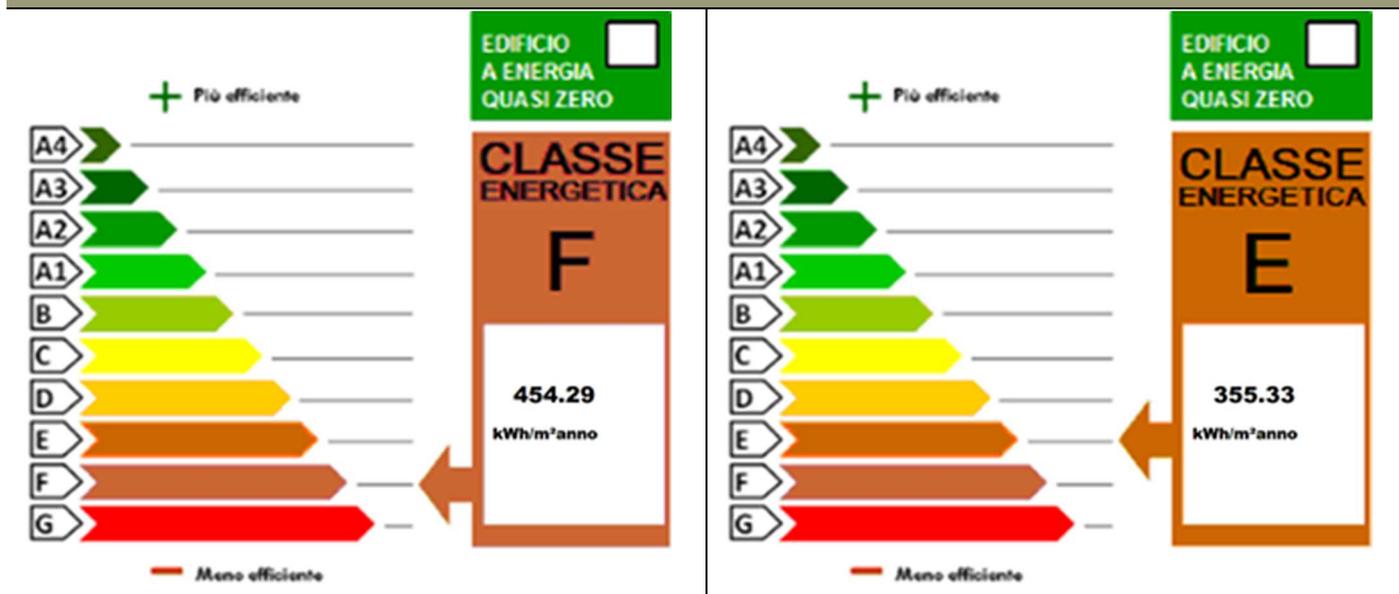
EP_{k,ren} [kWh/(m² anno)]

EP_{k,tot} [kWh/(m² anno)]

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	62	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File:	E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx					

CLASSE ENERGETICA

Classificazione dell'edificio



QUOTA RINNOVABILE

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]

Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	6,37	16,57	-160,13
C	19,42	19,42	
W			
V	19,42	19,42	
L	19,42	19,42	
T			
Globale	9,80	16,93	-72,83

EMISSIONI

Produzione di CO₂

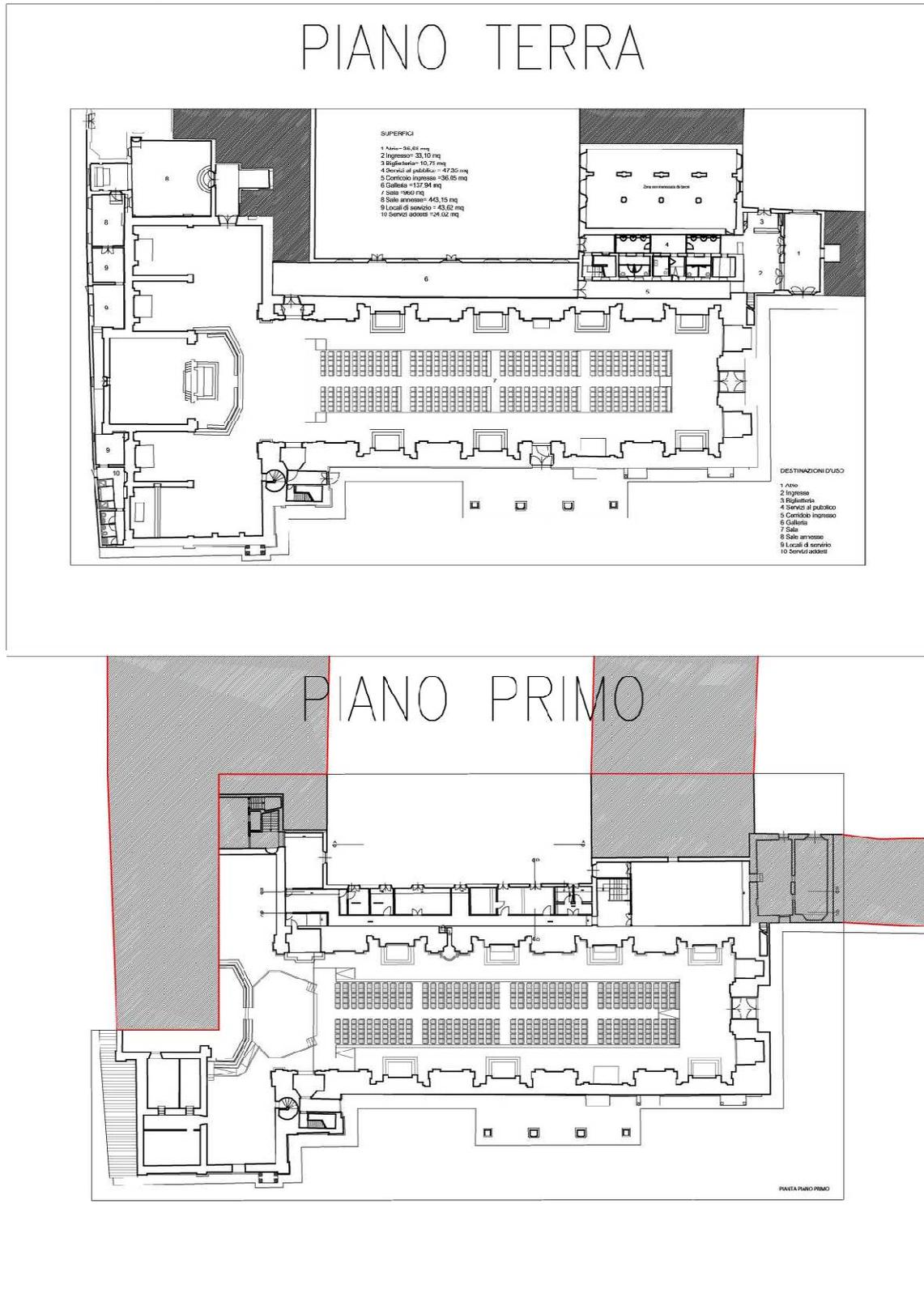
Intervento di riqualificazione energetica: GLOBALE(relamping+impiantiTermici+treInfissi)

SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	80548,30	76803,10	4,65
C	77,54	934,33	-1104,95
W			
V	9360,59	518,63	94,46
L	19220,30	9591,83	50,10
T			
Globale	109207,00	87847,80	19,56

Data emissione:	19/05/2023	Ns rif:	1606.225-21.19.11	Rev. n:	02.00	Pagina:	63	Pagine tot:	64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da:	FC	Verificato da:	OB	File: E:\DROPPBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx						

5 ALLEGATO 2: PLANIMETRIA GENERALE DEL SITO

Viene allegata planimetria generale:



Data emissione: 19/05/2023		Ns rif: 1606.225-21.19.11	Rev. n: 02.00	Pagina: 64	Pagine tot: 64	Archiviazione: presso Committente copia presso Studio
Emesso da: FC	Verificato da: OB	File: E:\DROPOBOX OK\Dropbox\Auditorium San Romano\09_Definitivo_rev_02\06_Meccanico\Diagnosi\ED_RP_00_00 - Relazione Di Diagnosi Energetica.docx				