



COMUNE DI MONTERIGGIONI

Provincia di Siena

VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI DEL PROGETTO

N

Progetto:

**REALIZZAZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO
DESTINATO A MENSA CENTRALIZZATA A SERVIZIO
DELLE SCUOLE DI MONTERIGGIONI**

Committente: Comune di Monteriggioni (SI)
Sito: Loc. San Martino – Monteriggioni (SI)
Progettista: Ing. Domenico Barucci
RUP: Ing. Leonardo Bonini
Sindaco: Raffaella Senesi

16 Ottobre 2017

Verifica dei criteri ambientali minimi del progetto (Allegato 2 del DM 11/01/2017, così come modificato ed integrato dal DM 11/10/2017)

1) Prestazione energetica (art.2.3.2 dell'All.2 del DM 11/01/2017)

Così come descritto e ricavabile dalla Relazione Tecnica di cui al DM 26/06/2015, si riportano in sintesi i seguenti risultati:

- Indice di prestazione energetica globale $E_{pgl,nren} = 62.97 \text{ kWh/m}^2$, corrispondente a classe A4 (>A3) , dunque “edificio a energia quasi zero”. Si allega alla fine della presente relazione estratto di simulazione di APE .
- Capacità termica areica interna periodica C_{ip} riferita ad ogni singola struttura opaca > 40 kJ/m²K
Pareti esterne: $C_{ip} = 50.52 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ (spessore termico ceramica interna: 0.01 m, spessore termico strato 1 : 0.013 m, spessore termico strato 2: 0.013 m)
Basamento: $C_{ip} = 103.80 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ (spessore termico strato 1 : 0.01 m, spessore termico strato 2: 0.04 m)
Copertura: $C_{ip} = 276 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ (spessore termico strato 4 : 0.07 m)

2) Approvvigionamento energetico (art 2.3.3 dell'All. 2 DM 11/01/2017, ad esclusione della parte riguardante la conformità a quanto previsto dal CAM “servizi energetici”);

Così come descritto e ricavabile dalla Relazione Tecnica di cui al DM 26/06/2015, si riportano in sintesi i seguenti risultati:

- Copertura da fonti rinnovabili da progetto per ACS: 78.6 %
Copertura da fonti rinnovabili richiesta per ACS : $((50\%)+10\%)+10\% = 60.5\%$
- Copertura da fonti rinnovabili di progetto per ACS+risc.+raffr.: 73.6 %
Copertura da fonti rinnovabili richiesta per ACS+risc.+raffr. : $((50\%)+10\%)+10\% = 60.5\%$

3) Risparmio idrico (art 2.3.4 dell'All. 2 Decreto CAM)

Come illustrato nell'allegato grafico C14-Impianto idrico sanitario e allegato G02-Computo metrico estimativo termoidraulico, il progetto prevede:

- Fornitura e posa in opera di serbatoio di prima raccolta di capacità 2000 litri, completo di elettropompa sommersa, valvola di fondo e camicia interstadio (voce 26 –N.P.006 dell'allegato G02)
- L'installazione di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico è prevista, così come specificato all'art. 121 del capitolato Speciale d'Appalto.
- L'impiego di sistemi di riduzione di flusso agli erogatori di acqua dei bagni è prevista, così come specificato all'art. 121 del Capitolato Speciale d'Appalto.

4) Illuminazione naturale (art 2.3.5.1 dell'All. 2 Decreto CAM);

Il CAM in oggetto prevede (art 2.3.5.1 dell'allegato al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017) che nei locali in cui sia previsto lo svolgimento di attività di tipo lavorativo per almeno un'ora al giorno, deve essere garantito un fattore medio di luce diurna (η_m) maggiore del 2% facendo salvo quanto previsto dalle norme vigenti su specifiche tipologie edilizie. Fra queste, il Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" prevede i limiti riportati nella successiva Tabella 1

Tabella 1 - Fattore medio di luce diurna in ambienti scolastici da DM 18/12/1975

Tipo di ambiente	η_m (%)
Ambienti ad uso didattico (aule per lezione, studio, lettura, laboratori, disegno, ecc.)	3
Palestre, refettori	2
Uffici, spazi per la distribuzione, scale, servizi igienici	1

La norma UNI 10840:2007 "Luce e illuminazione. Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale" al punto 7 fornisce indicazioni relativamente ai valori minimi del fattore medio di luce diurna da garantire nei locali scolastici. Nella Tabella 2 sono riportati quelli attinenti alle destinazioni d'uso presenti nell'edificio oggetto di analisi.

Tabella 2 - Fattore medio di luce diurna in ambienti scolastici da UNI 10840:2007

Tipo di ambiente	η_m (%)
Mensa	3
Cucina	2
Bagni	1

Verifica del requisito

Ai fini della verifica del requisito in oggetto è stata effettuata una simulazione illuminotecnica del modello digitale dell'edificio, elaborato con il software Design Builder, avvalendosi del motore di calcolo Radiance (metodologia di calcolo ray tracing) con i parametri di elaborazione riportati nella Tabella 3.

Tabella 3 - Parametri di calcolo impiegati nella simulazione illuminotecnica

Calculation Options	
Report type	2-Grid
Detail template	4-Good
Working plane height (m)	0.7500
Margin (m)	0.000
Sky model	6-CIE overcast day (specify illuminance)
Zenith illuminance (lux)	10000
Grid	
Min Grid Size (m)	0.050
Max Grid Size (m)	0.200
Advanced Options	
Ambient bounces	4
Ambient accuracy	0.22
Ambient resolution	512
Ambient divisions	1024
Number of ambient super-samples	512
Other Buildings	

Di seguito sono riportate le caratteristiche ottiche dei vetri (vetro doppio a controllo solare – tipo “SGG CLIMALIT STADIP 33.1/15 AIR/33.4PLANITHERM CLEAR 1.0 F2” - composto, dall’interno all’esterno, da una lastra stratificata 33.4 chiara, da una camera d’aria di 15 mm e da una lastra stratificata 33.1 con rivestimento basso emissivo sulla faccia interna) e delle superfici interne utilizzati per il calcolo, come definiti nel progetto:

- Fattore di trasmissione visibile del vetro (τ_v): 0,72;
- Fattore di riflessione del pavimento (ρ): 0,7 corrispondente ad un colore giallo chiaro;
- Fattore di riflessione del soffitto (ρ): 0,8 corrispondente ad un colore bianco;
- Fattore di riflessione delle pareti (ρ): 0,75 corrispondente ad un colore intermedio fra i precedenti.

Nella Tabella 4 sono riportati i risultati di calcolo dai quali si evince come il requisito stabilito dal CAM in oggetto sia verificato per tutti gli ambienti della mensa in cui sia prevista un’occupazione di almeno un’ora al giorno (refettorio, cucina, sporzionamento-refettorio).

Tabella 4 - Fattore di luce diurna medio, minimo e massimo degli ambienti analizzati

Ambiente	η_m (%)	η_{min} (%)	η_{max} (%)
Refettorio	2,78	1,00	15,35
Cucina	3,15	0,422	20,04
Sporzionamento - refettorio	2,86	1,10	18,06

Nella Figura 1 è riportata la mappa della distribuzione spaziale dei valori del fattore medio di luce diurna all’altezza del piano di lavoro (0,75 m).

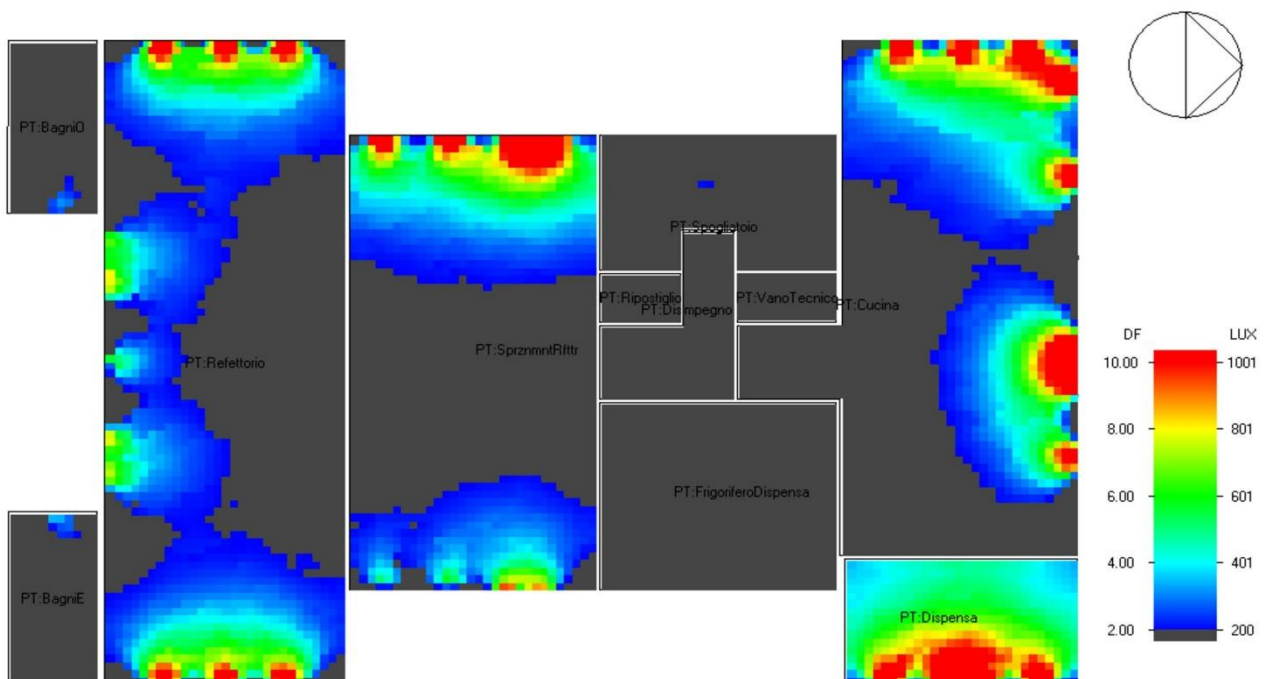


Figura 1 - Mappa in falsi colori dei livelli di fattore di luce diurna (in grigio i punti in cui $\eta_m < 2\%$)

5)Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata (art 2.3.5.2 dell'Al. 2 Decreto CAM);

Si riporta di seguito la verifica della centilazione naturale dei locali affollati, che sono i refettori, cioè vano 3 e vano 4 di progetto.

Calcolo della portata d'aria nell'edificio				UNI EN 15242			
Verifica portata richiesta				UNI EN 13779			
V _{met}	1.2	m/s					
C _t	0.01						
C _w	0.001						
C _{st}	0.0035						
<i>Prospetto infissi presenti nei vani 3 e 4 (refettori)</i>							
	B _w (m)	H _w (m)	A _w (mq)	n vano 3	n vano 4	C _k	A _{ow}
F1	0.86	1.86	1.5996	3	2	0.33	0.527868
F2	0.6	1.86	1.116	0	0	0.33	0.36828
P1	1.5	2.7	4.05	1	1	0.5	2.025
T _i	26						
T _e	31.3						
delta T	5.3						
V _{F1}	0.014876	mc					
V _{F2}	0.013838	mc					
V _{P1}	0.030576	mc					
Vano 3				Vano 4			
q _{vairingF1}	347.67	mc/h		q _{vairingF1}	231.78	mc/h	
q _{vairingF2}	0.00	mc/h		q _{vairingF2}	0.00	mc/h	
q _{vairingP1}	637.37	mc/h		q _{vairingP1}	637.37	mc/h	
q _{tot}	985.04	mc/h		q _{tot}	869.15	mc/h	
V _{vano 3}	281.07	mc		V _{vano 3}	281.07	mc	
q _{tot} pari a	3.50	Vol/h		q _{tot} pari a	3.09	Vol/h	
affollam.	0.50	pax/mq		affollam.	0.50	pax/mq	
capienza	47	pax		capienza	35	pax	
q _{richiesta}	0.005	mc/s/pax		q _{richiesta}	0.005	mc/s/pax	
q _{tot richiesta}	843	mc/h		q _{tot richiesta}	631	mc/h	
Verificata				Verificata			

6)Dispositivi di protezione solare (art 2.3.5.3 dell'All. 2 Decreto CAM);

Premessa

Il CAM in oggetto (articolo 2.3.5.3 dell'allegato al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017) richiede che i dispositivi di protezione solare delle chiusure trasparenti abbiano una prestazione di schermatura solare di classe 2 o superiore come definito dalla norma UNI EN14501:2006¹.

La norma caratterizza il controllo degli apporti solari di un sistema vetro - schermatura mediante il parametro "fattore di trasmissione solare totale" o "fattore solare" (g_{tot}) secondo la classificazione riportata nella seguente Tabella 5. La classe 2, richiamata dal CAM in oggetto, prevede che il fattore solare totale del complesso vetro – schermatura sia inferiore a 0,35. Tale valore è analogo a quello prescritto dalla normativa italiana di riferimento (Decreto ministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici).

Tabella 5 - Classificazione delle schermature sulla base del fattore di trasmissione solare totale (da UNI EN 14501:2006)

Class	0	1	2	3	4
g_{tot}	$g_{tot} \geq 0,50$	$0,35 \leq g_{tot} < 0,50$	$0,15 \leq g_{tot} < 0,35$	$0,10 \leq g_{tot} < 0,15$	$g_{tot} < 0,1$

Verifica del requisito

La verifica del requisito è stata condotta, come previsto dalla norma UNI EN14501:2006, mediante la metodologia semplificata di cui al punto 5 della norma UNI EN 13363-1:2008². Tale procedura è da utilizzarsi quando le funzioni spettrali dei parametri ottici della schermatura non sono note.

Il progetto dell'edificio oggetto di studio prevede la realizzazione di schermature con veneziane mobili poste sul lato interno dell'infisso. Il calcolo del parametro g_{tot} per questa tipologia di infisso è contemplato al punto 5.2 della norma UNI EN 13363-1:2008.

La procedura indicata è stata applicata a partire dai seguenti parametri relativi al sistema vetro – schermatura:

1. fattore di trasmissione solare della schermatura(τ_e): 0,196;
2. fattore di riflessione solare della schermatura(ρ_e): 0,564;
3. fattore di assorbimento solare della schermatura(α_e): 0,240;
4. fattore di trasmissione solare del vetro (g): 0,46;
5. fattore di trasmissione visibile del vetro (τ_v): 0,72;
6. fattore di trasmissione solare del vetro (τ_e): 0,41;
7. trasmittanza termica del vetro (U_g): 1,3 W/(m²K).

I parametri 1, 2 e 3 sono stati determinati analiticamente secondo la procedura di cui all'allegato A (determinazione delle caratteristiche ottiche solari e visibili di frangisole a lamelle e veneziane) della norma NI EN 13363-2:2008³ a partire dalle caratteristiche riportate nella Tabella 6. I parametri 4, 5, 6 e 7 che caratterizzano la prestazione termica e ottica della vetratura di ipotizzata nel progetto (vetro doppio a

¹ "Tende e chiusure oscuranti. Benessere termico e visivo. Caratteristiche prestazionali e classificazione"

² "Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate. Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Parte 1: Metodo semplificato"

³ "Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate. Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Parte 1: Metodo di calcolo dettagliato"

controllo solare – tipo “SGG CLIMALIT STADIP 33.1 / 15 AIR / 33.4 PLANITHERM CLEAR 1.0 F2” - composto, dall'interno all'esterno, da una lastra stratificata 33.4 chiara, da una camera d'aria di 15 mm e da una lastra stratificata 33.1 con rivestimento basso emissivo sulla faccia interna)

Tabella 6 - Caratteristiche geometriche, termiche e ottiche della veneziana di progetto

Grandezza	Valore
Larghezza lamella (cm)	2,5
Distanza fra le lamelle (cm)	2,0
Spessore delle lamelle (cm)	0,1
Orientamento delle lamelle (°)	0 ÷ 180
Emissività della faccia esterna (ϵ)	0,9
Emissività della faccia interna (ϵ')	0,9
Fattore di trasmissione della radiazione infrarossa emisferica (τ_{th})	0,0
Conduttività termica delle lamelle (λ) (W/mK)	0,9
Fattore di trasmissione della radiazione solare diretta ($\tau_{e,n-dif}$)	0,0
Fattore di riflessione della radiazione solare diretta della faccia esterna ($\rho_{e,n-dif}$)	0,8
Fattore di riflessione della radiazione solare diretta della faccia interna ($\rho'_{e,n-dif}$)	0,8
Fattore di trasmissione della radiazione solare diffusa ($\tau_{e,dif-dif}$)	0,0
Fattore di riflessione della radiazione solare diffusa della faccia esterna ($\rho_{e,dif-dif}$)	0,8
Fattore di riflessione della radiazione solare diffusa della faccia interna ($\rho'_{e,dif-dif}$)	0,8
Fattore di trasmissione della radiazione visibile diretta ($\tau_{v,n-dif}$)	0,0
Fattore di riflessione della radiazione visibile diretta della faccia esterna ($\rho_{v,n-dif}$)	0,8
Fattore di riflessione della radiazione visibile diretta della faccia interna ($\rho'_{v,n-dif}$)	0,8
Fattore di trasmissione della radiazione visibile diffusa ($\tau_{v,dif-dif}$)	0,0
Fattore di riflessione della radiazione visibile diffusa della faccia esterna ($\rho_{v,dif-dif}$)	0,8
Fattore di riflessione della radiazione visibile diffusa della faccia interna ($\rho'_{v,dif-dif}$)	0,8

Il risultato finale del calcolo corrisponde ad un valore del fattore di trasmissione solare totale (g_{tot}) del sistema vetro – schermatura pari a 0,336, che risultando inferiore a 0,350 permette di verificare positivamente il requisito imposto dal CAM in oggetto.

7) Inquinamento elettromagnetico indoor (art 2.3.5.4 dell'All. 2 Decreto CAM);

Come ben visibile dalle tavole relative agli impianti elettrici, il quadro elettrico si trova all'esterno dei locali più frequentati dell'edificio, vale a dire i refettori e la cucina. I contatori saranno posti all'esterno dell'edificio come da normale prassi esecutiva.

Sempre dalle tavole allegate al presente progetto, relative all'impianto elettrico, si evince che la disposizione degli impianti prevista è sostanzialmente “a stella”.

8) Comfort acustico (art 2.3.5.6 dell'All. 2 Decreto CAM);

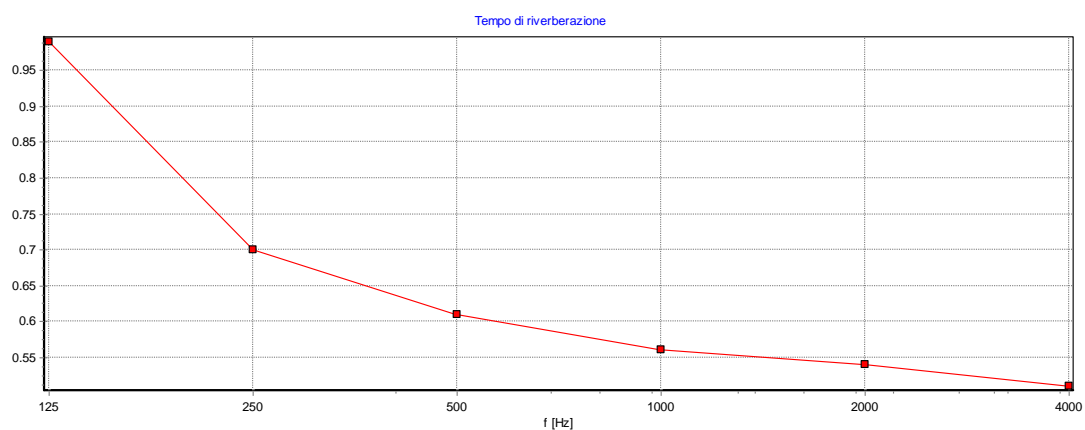
Si rimanda all'allegato “Verifica dei requisiti acustici passivi dell'edificio” la verifica di tale punto. Si sottolinea in questa sede che l'edificio è isolato, non si trova direttamente su una viabilità pubblica e dunque non si trova in ambiente critico da un punto di vista acustico. D'altra parte il rumore prodotto all'interno dei refettori non è che quello dei gruppi di scolari che utilizzano la mensa, durante gli orari in cui l'edificio prospiciente (la scuola appunto), non è ovviamente sede di lezione. Dunque non c'è

contemporaneità fra il rumore prodotto all'interno del refettorio e l'attività didattica frontale. Ha dunque più senso in questa sede riportare la verifica del tempo di riverberazione delle pareti, relativamente al refettorio.

Locale	Volume [m ³]	T60 medio [s]	Limite [s]	Verificato
Mensa scolastica San Martino	492.000	0.60	1,20 (per aule)	Sì
Refettorio			2,20 (per palestre)	Sì

Materiale	Area [m ²]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
Rivestimento interno parete	171.00	0.20	0.45	0.65	0.75	0.80	0.80
Linoleum	14.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Lastra di vetro di infisso	14.00	0.35	0.25	0.20	0.10	0.05	0.05
Soffitto sospeso in gesso liscio	164.00	0.25	0.20	0.10	0.07	0.05	0.10

	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
Tempo di riverberazione	0.99	0.70	0.61	0.56	0.54	0.51



9) Comfort termoigrometrico (art 2.3.5.7 dell'All. 2 Decreto CAM);

Premessa

Il CAM in oggetto richiede (articolo 2.3.5.7 dell'allegato al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017) che il progetto garantisca condizioni termoigrometriche conformi alla classe B di cui alla norma UNI EN ISO 7730:2005⁴ in termini di indice PMV (Voto Medio Previsto)⁵. Come si può vedere dalla Tabella 7, tale requisito comporta che il valore assunto dal suddetto indice di valutazione durante l'orario di permanenza delle persone all'interno dell'edificio sia compreso fra i valori 0,5 e -0,5 corrispondenti ad una sensazione termica compresa fra "moderatamente caldo" e "moderatamente freddo" (Tabella 8), corrispondente ad una percentuale di utenti insoddisfatti pari al 10% (indica PPD)⁶.

Tabella 7 - Categorie di ambienti termici (da UNI EN ISO 7730:2006)

Categoria	Stato termico del corpo nel suo complesso		Disagio locale			
	PPD %	PMV	DR %	PD % causato da		
				differenza verticale di temperatura dell'aria	pavimento caldo o freddo	asimmetria radiante
A	<6	-0,2 < PMV < +0,2	<10	<3	<10	<5
B	<10	-0,5 < PMV < +0,5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0,7 < PMV < +0,7	<30	<10	<15	<10

Tabella 8 - Scala di sensazione termica (UNIEN ISO 7730:2006)

+3	Molto caldo
+2	Caldo
+1	Abbastanza caldo
0	Né caldo né freddo
-1	Abbastanza freddo
-2	Freddo
-3	Molto freddo

Verifica del requisito

La verifica del requisito in oggetto è stata effettuata tramite una valutazione di lungo periodo (un anno) condotta mediante simulazione energetica dinamica su base oraria del modello fabbricato-impianto dell'edificio analizzato. Il software impiegato per l'analisi è Design Builder versione 5.03 con motore di calcolo Energy Plus versione 8.5. Entrambe i software sono validati rispetto alla normativa di riferimento

⁴ "Ergonomia degli ambienti termici. Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale"

⁵ "Il PMV è un indice che prevede il valore medio dei voti di un consistente gruppo di persone sulla scala di sensazione termica a 7 punti basato sul bilancio di energia termica sul corpo umano, che è verificato quando la produzione interna di energia termica uguaglia la quantità di energia termica ceduta all'ambiente. In un ambiente moderato, il sistema di termoregolazione del corpo umano provvede automaticamente a modificare la temperatura della pelle e la secrezione di sudore per mantenere l'equilibrio termico" (UNI EN ISO 7730:2006).

⁶ "Il PMV prevede il valore medio dei voti di sensazione termica espressi da un gran numero di persone esposte allo stesso ambiente; i voti individuali sono però dispersi intorno a questo valore medio ed è utile poter prevedere il numero di persone che hanno una sensazione non confortevole di caldo o di freddo. Il PPD è un indice che fornisce una previsione quantitativa della percentuale di persone termicamente insoddisfatte che sentono troppo freddo o troppo caldo" (UNI EN ISO 7730:2006).

europea e nordamericana⁷. Nella Figura 2 si riporta una schermata del software impiegato in cui è visibile il modello dell'edificio per la simulazione energetica.

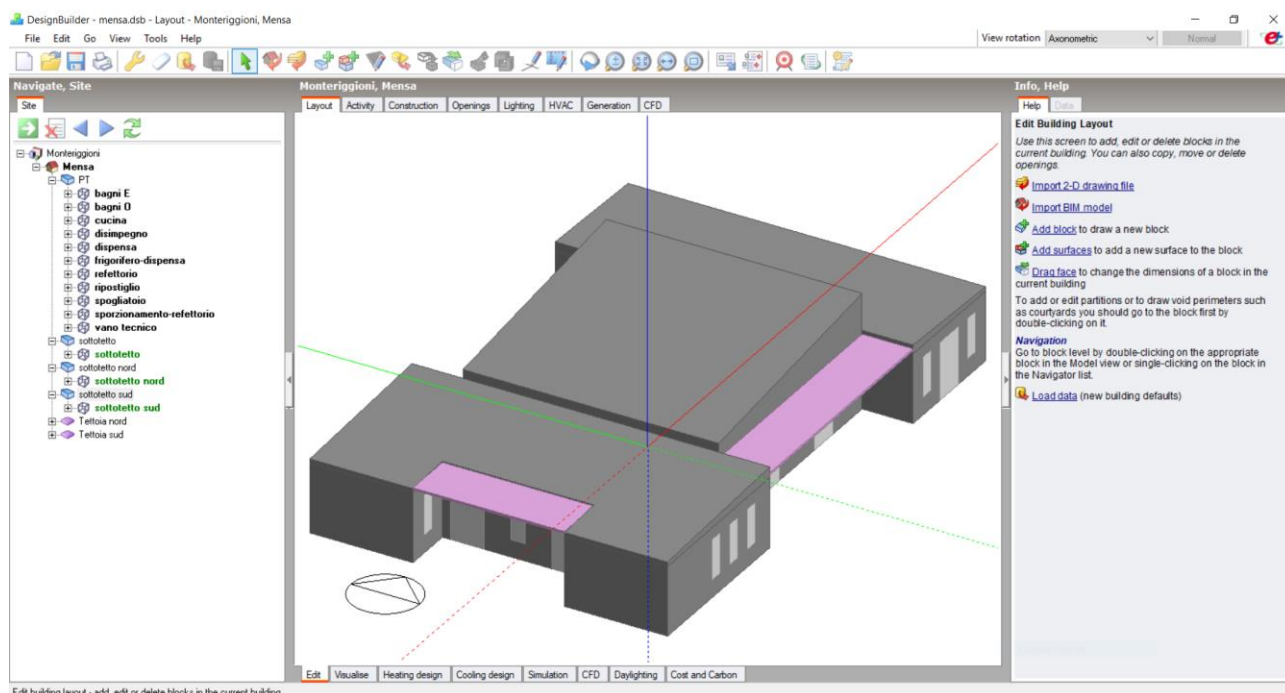


Figura 2 - Modello fabbricato impianto dell'edificio oggetto di studio in Design Builder

Ai fini della simulazione sono state considerate le caratteristiche geometriche e tecnologiche dell'edificio e dell'impianto descritte negli elaborati progettuali e le seguenti condizioni al contorno:

- File climatico: anno climatico tipo ufficiale Comitato Termotecnico Italiano di riferimento per la provincia di Siena (stazione Arsia di Buonconvento) adattato alla località di progetto mediante le metodologie indicate dalla norma UNI 10349:2016⁸;
- Apporti interni per apparecchiature: derivanti dall'elaborazione dati del progetto dell'impianto elettrico e dalle indicazioni della norma UNI/TS 11300-1:2014⁹ (per le destinazioni d'uso non contemplate dalla norma sono stati impiegati i dati derivanti dal data base del software Design Builder);
- Apporti interni per illuminazione: da elaborazione dati del progetto illuminotecnico;
- Apporti interni per la presenza delle persone: tasso di occupazione da norma UNI 10339:1995¹⁰ (per le destinazioni d'uso non contemplate dalla norma sono stati impiegati i dati derivanti dal data base del software Design Builder);

⁷ Norme UNI EN ISO 13790:2008 "Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento"; UNI EN 15265:2008 "Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici. Criteri generali e procedimenti di validazione", ANSI/ASHRAE Standard 140-2011 "Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs".

⁸ "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".

⁹ "Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale".

¹⁰ "Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".

- Infiltrazioni: tasso di ricambio d'aria a 50 Pa (n_{50}) = $1h^{-1}$ secondo quanto previsto dal prospetto 9 della norma UNI/TS 11300-1:2014;
- Portate di aria di rinnovo per ventilazione naturale: portate minime indicate dalla norma UNI 10339:1995 in funzione della destinazione d'uso, del tasso di occupazione e della dimensione dei locali corrette mediante l'applicazione dei fattori di cui al prospetto E.2 della norma UNI/TS 11300-1:2014 per tenere conto del fatto che le portate di cui sopra sono garantite mediante la sola ventilazione naturale.

Nella Tabella 9 sono riportati i principali dati di input della simulazione. I dati riportati sono stati applicati al modello tenendo conto dei profili orari di occupazione, utilizzo delle apparecchiature e accensione degli impianti, compatibili con le destinazioni d'uso definite negli elaborati progettuali.

Tabella 9 – Principali dati di input della simulazione

	Superficie [m ²]	Volume [m ³]	Apporti interni per illuminazione [W/m ²]	Densità di occupazione massima [m ² /persona]	Apporti interni massimi per apparecchiature [W/m ²]	Infiltraz. media [h ⁻¹]	Vent. naturale media [h ⁻¹]
Refettorio	97.82	293.45	7.7	1.67	18.5400	0.062	1.884
Cucina	82.00	246.01	7.7	5.00	500.0000	0.066	12.56
Sporzionamento Refettorio	71.29	213.87	7.2	1.67	18.5400	0.062	1.883
Disimpegno	9.32	27.95	5.3	9.09	0.0000	0.021	0.000
Dispensa	18.40	55.20	14.6	8.26	0.0000	0.062	0.299
Spogliatoio	18.77	56.32	8.5	5.00	4.0000	0.041	1.625
Frigorifero Dispensa	28.00	84.00	10.4	8.26	75.0000	0.041	0.301
Bagno	9.77	29.32	9.1	9.09	0.0000	0.061	3.063
Bagno	9.77	29.32	9.1	9.09	0.0000	0.061	3.063

Ai fine del calcolo dell'indice PMV si sono considerate le seguenti condizioni:

- metabolismo energetico delle attività svolte (M): compreso tra 1 met (refettorio) e 1,8 met (cucina);
- resistenza termica del vestiario degli occupanti (I_{cl}): 0,5 clo (estate), 1,2 clo (inverno);
- velocità relativa dell'aria (v_{ar}) trascurabile.

Nella Tabella 10 sono riportati i risultati per gli ambienti termici moderati che prevedono la presenza continuativa di occupanti (refettorio e sporzionamento/refettorio). I risultati sono espressi in termini di percentuale di ore rispetto al totale delle ore di occupazione annue in cui l'impianto di climatizzazione è in funzione (dal 1/11 al 15/4 per il riscaldamento e dal 1/6 al 30/9 per il raffrescamento) in cui il criterio relativo alla categoria B ($-0,5 < PMV < 0,5$) è soddisfatto.

Tabella 10 - Valutazione di lungo termine degli ambienti termici dell'edificio

Ambiente	n. ore $-0,5 < PMV < 0,5$ cat. B (%)	n. ore $PMV \leq -0,5$ (%)	n. ore $PMV \geq 0,5$ (%)
Refettorio	91,7	2,7	5,6
Sporzionamento Refettorio	91,1	2,9	6,0

Non essendo indicato nel CAM di riferimento un criterio per verificare il rispetto del requisito in caso di valutazioni di lungo periodo, si considera accettabile una percentuale massima di ore in cui l'ambiente termico dei due locali analizzati non rientra nella categoria prestazionale B, pari al 10%. Si può inoltre notare come nella maggior parte delle ore al di fuori dell'intervallo di accettabilità si presenti durante il periodo estivo (indice PMV>0,5). A tal proposito la norma UNI EN ISO 7730:2006 stabilisce che durante i periodi caldi, le condizioni termiche nello spazio sono di sovente regolate anche dagli occupanti mediante l'apertura e la chiusura delle finestre. In questi casi gli occupanti potrebbero accettare temperature più elevate di quelle previste dal PMV e pertanto potrebbero essere applicabili condizioni più ampie di accettabilità degli ambienti.

10) Piano di manutenzione (art 2.3.6 dell'All. 2 Decreto CAM);

Con riguardo a tale punto, si fa riferimento ad i Piani di manutenzione allegati al presente progetto.

11) Fine vita (art 2.3.7 dell'All. 2 Decreto CAM).

Come evidenziato nella relazione generale illustrativa dell'opera, e come visibile chiaramente dalle tavole grafiche allegate al progetto, l'edificio in esame è costruito con metodologia "a secco", ad eccezione, naturalmente, delle fondazioni, e del piano di calpestio.

Dunque tutti gli elementi compositivi del fabbricato sono costituiti da pareti assemblate con lastre di fibrocemento o gesso fibrato, rivestite, con all'interno strati componibili di coibente termico. La copertura stessa è realizzata con pannelli sandwich e strati di isolante in lastre o materassini coibenti.

La struttura portante del fabbricato è realizzata in profili in acciaio bullonati tra sé.

Dunque, in ragione di quanto sopra esposto, è evidente la pressoché totalità del fabbricato può essere sottoposto a demolizione selettiva delle componenti, con possibilità di riciclo o, soprattutto di riutilizzo delle stesse.

REGIONE TOSCANA		ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CODICE IDENTIFICATIVO: _____ VALIDO FINO AL: 17/10/2027							
DATI GENERALI									
Destinazione d'uso <input type="checkbox"/> Residenziale <input checked="" type="checkbox"/> Non residenziale Classificazione D.P.R. 412/93: <u>E.4 (3)</u>		Oggetto dell'attestato <input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio <input type="checkbox"/> Unità immobiliare <input type="checkbox"/> Gruppo di unità immobiliari Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: <u>1</u>		<input type="checkbox"/> Nuova costruzione <input type="checkbox"/> Passaggio di proprietà <input type="checkbox"/> Locazione <input type="checkbox"/> Ristrutturazione importante <input type="checkbox"/> Riqualificazione energetica <input type="checkbox"/> Altro: _____					
Dati identificativi									
FOTO EDIFICIO 		Regione: <u>TOSCANA</u> Comune: <u>Monteriggioni</u> Indirizzo: <u>Loc. San Martino</u> Piano: _____ Interno: _____ Coordinate GIS: <u>0,000000 N - 0,000000 E</u>							
Zona climatica: <u>D</u> Anno di costruzione: <u>2017</u> Superficie utile riscaldata (m²): <u>347,19</u> Superficie utile raffrescata (m²): <u>347,19</u> Volume lordo riscaldato (m³): <u>1329,65</u> Volume lordo raffrescato (m³): <u>1329,65</u>									
Comune catastale: <u>F598</u> Subalterni: da _____ a _____ Altri subalterni: _____		Sezione: _____ Foglio: _____ Particella: _____							
Servizi energetici presenti									
<input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale <input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione estiva		<input type="checkbox"/> Ventilazione meccanica <input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria		<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione <input type="checkbox"/> Trasporto di persone o cose					
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO									
La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.									
Prestazione energetica del fabbricato <table border="1"> <thead> <tr> <th>INVERNO</th> <th>ESTATE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		INVERNO	ESTATE	 	 	Prestazione energetica globale + Più efficiente EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO CLASSE ENERGETICA A4 62,97 kWh/m²anno - Meno efficiente		Riferimenti Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: A3 (134,37) Se esistenti: _____	
INVERNO	ESTATE								



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL: 17/10/2027



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	11211 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno 62,97
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio		
<input type="checkbox"/>	Olio combustibile		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno 152,34
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	9707 kWh	
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare termico	3530 kWh	Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 15
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro		

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R _{EN 1}					kWh/m ² anno
R _{EN}					
R _{EN}					
R _{EN}					
R _{EN}					
R _{EN}					