



Comune di Trieste
piazza Unità d'Italia 4
34121 Trieste
tel. 040/6751
www.comune.trieste.it
partita iva 00210240321

AREA CITTA' E TERRITORIO SERVIZIO EDILIZIA SPORTIVA

CODICE OPERA 04104

CAMPO DI CALCIO DI CAMPANELLE SPOGLIATOI E NUOVO CAMPO IN
ERBA SINTETICA: 1° LOTTO

PROGETTO

dott. ing. Nerio Musizza

geom. Paolo Vidman

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Giovanni Svara

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

RELAZIONI TECNICHE

SCALA

DATA

MAGGIO 2013

Trieste

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 19,2 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Fotovoltaico Campanelle presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Trieste 34100 Via Campanelle
Latitudine:	045°39'00"
Longitudine:	013°47'00"
Altitudine:	2 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 80 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 19,2 kWp per una produzione di 21.162,3 kWh annui distribuiti su una superficie di 128,8 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂)	14,81 kg
Ossidi di azoto (NO _x)	18,87 kg
Polveri	0,80 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	11,04 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico)	0,63 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	0,12 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	5,29 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Trieste.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,3	133,3
Febbraio	7,2	201,6
Marzo	11,1	344,1
Aprile	15,6	468
Maggio	20	620
Giugno	21,5	645
Luglio	23,3	722,3
Agosto	20	620
Settembre	14,8	444
Ottobre	9,6	297,6
Novembre	5,1	153
Dicembre	3,9	120,9

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	19,81	614,103
Febbraio	32,61	913,073
Marzo	49,401	1531,437
Aprile	68,704	2061,127
Maggio	87,808	2722,052
Giugno	94,294	2828,817
Luglio	102,282	3170,737
Agosto	88,107	2731,319
Settembre	65,79	1973,705
Ottobre	43,453	1347,037
Novembre	23,476	704,276
Dicembre	18,215	564,654

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	68°	8°	0 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 68,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 8,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

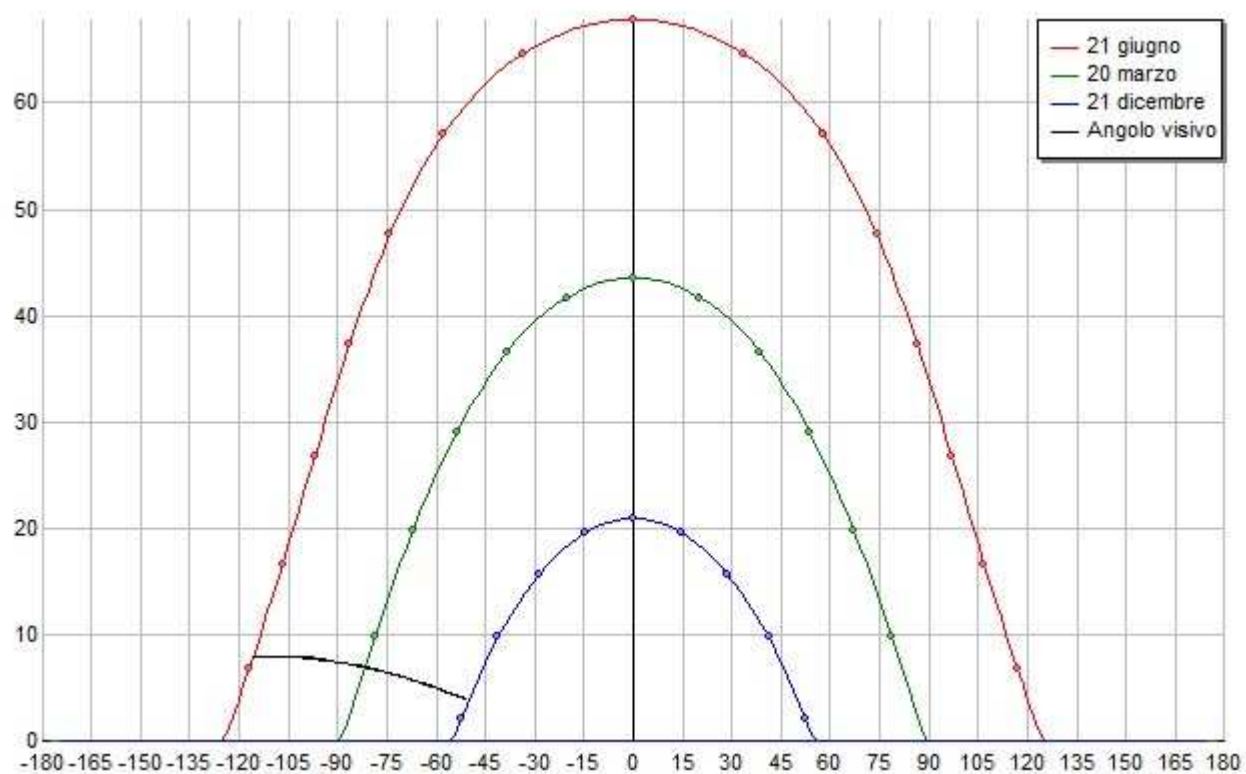


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

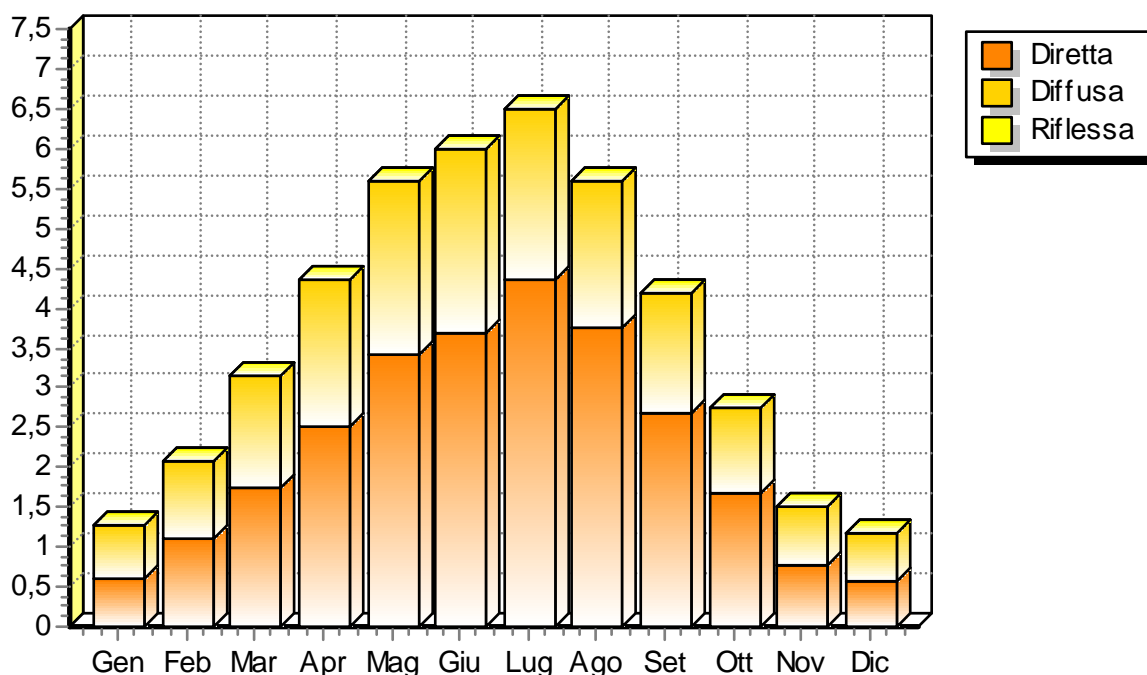


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,595	0,663	0,001	1,26	39,06
Febbraio	1,105	0,968	0,002	2,074	58,076
Marzo	1,757	1,382	0,003	3,142	97,408
Aprile	2,514	1,852	0,004	4,37	131,099
Maggio	3,424	2,156	0,005	5,585	173,137
Giugno	3,67	2,322	0,006	5,998	179,928
Luglio	4,371	2,128	0,006	6,506	201,676
Agosto	3,747	1,852	0,005	5,604	173,726
Settembre	2,688	1,493	0,004	4,185	125,538
Ottobre	1,683	1,078	0,003	2,764	85,679
Novembre	0,773	0,719	0,001	1,493	44,796
Dicembre	0,577	0,58	0,001	1,159	35,915

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 8°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Generatore

Il generatore è composto da n° 80 moduli del tipo Silicio policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	80
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	19200 W
Grado di efficienza:	98 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SCHUCO
Sigla:	MPE PS 04 MPE 240 PS 04
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	240 W
Rendimento:	14,9 %
Tensione nominale:	30,4 V
Tensione a vuoto:	37 V
Corrente nominale:	7,9 A
Corrente di corto circuito:	8,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	983 mm x 1639 mm
Peso:	18 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	SIEMENS SPA
Sigla	SINVERT PVM20 (2011) SINVERT PVM
Inseguitori	1
Ingressi per inseguitore	6
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	19,2 kW
Potenza massima	19,6 kW
Potenza massima per inseguitore	19,6 kW
Tensione nominale	600 V
Tensione massima	1000 V
Tensione minima per inseguitore	480 V
Tensione massima per inseguitore	850 V
Tensione nominale di uscita	400 Vac
Corrente nominale	41 A
Corrente massima	41 A
Corrente massima per inseguitore	41 A
Rendimento	0,98

Inverter 1	MPPT 1
Moduli in serie	20
Stringhe in parallelo	4
Esposizioni	Esposizione 1

Tensione di MPP (STC)	608 V
Numero di moduli	80

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 240 \text{ W} * 80 = 19200 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	80	1.346,04	25.843,91

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 21162,3 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura	5,8 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	2,2 %
Perdite totali	18,1 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	614,1	614,1	0,0 %
Febbraio	913,1	913,1	0,0 %
Marzo	1531,4	1531,4	0,0 %
Aprile	2061,1	2061,1	0,0 %
Maggio	2722,1	2722,1	0,0 %
Giugno	2828,8	2828,8	0,0 %
Luglio	3170,7	3170,7	0,0 %
Agosto	2731,3	2731,3	0,0 %
Settembre	1973,7	1973,7	0,0 %

Ottobre	1347,0	1347,0	0,0 %
Novembre	704,3	704,3	0,0 %
Dicembre	564,7	564,7	0,0 %
Anno	21162,3	21162,3	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

❑ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

❑ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni. Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta. La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (491,4 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (480,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (698,7 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (850,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (830,7 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (830,7 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

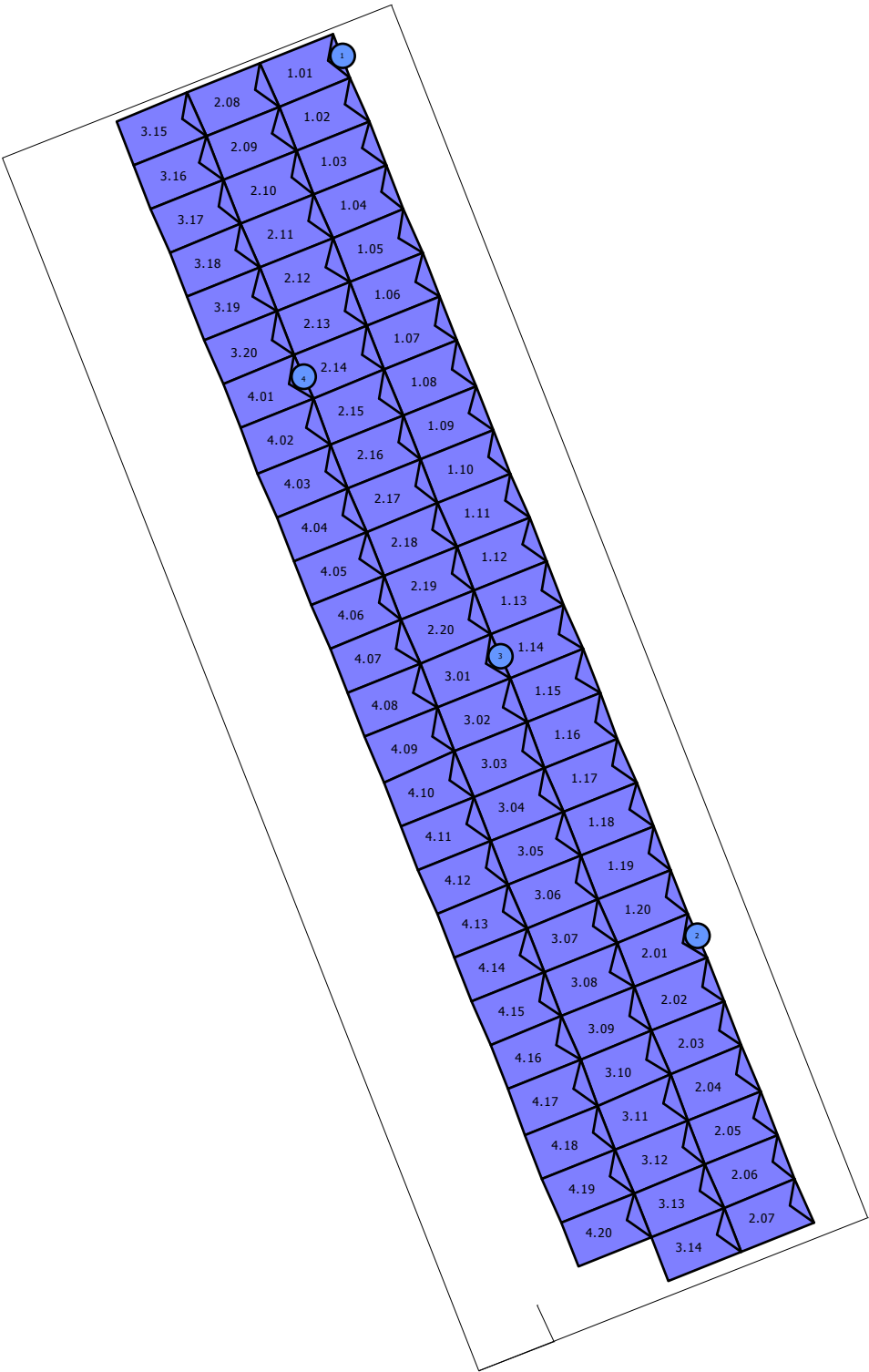
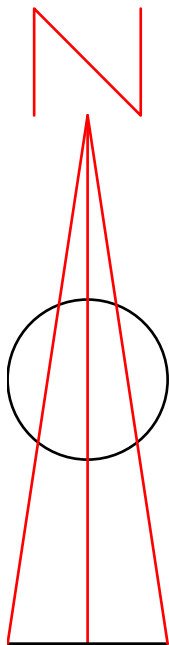
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (34,4 A) inferiore alla corrente massima inverter (41,0 A)

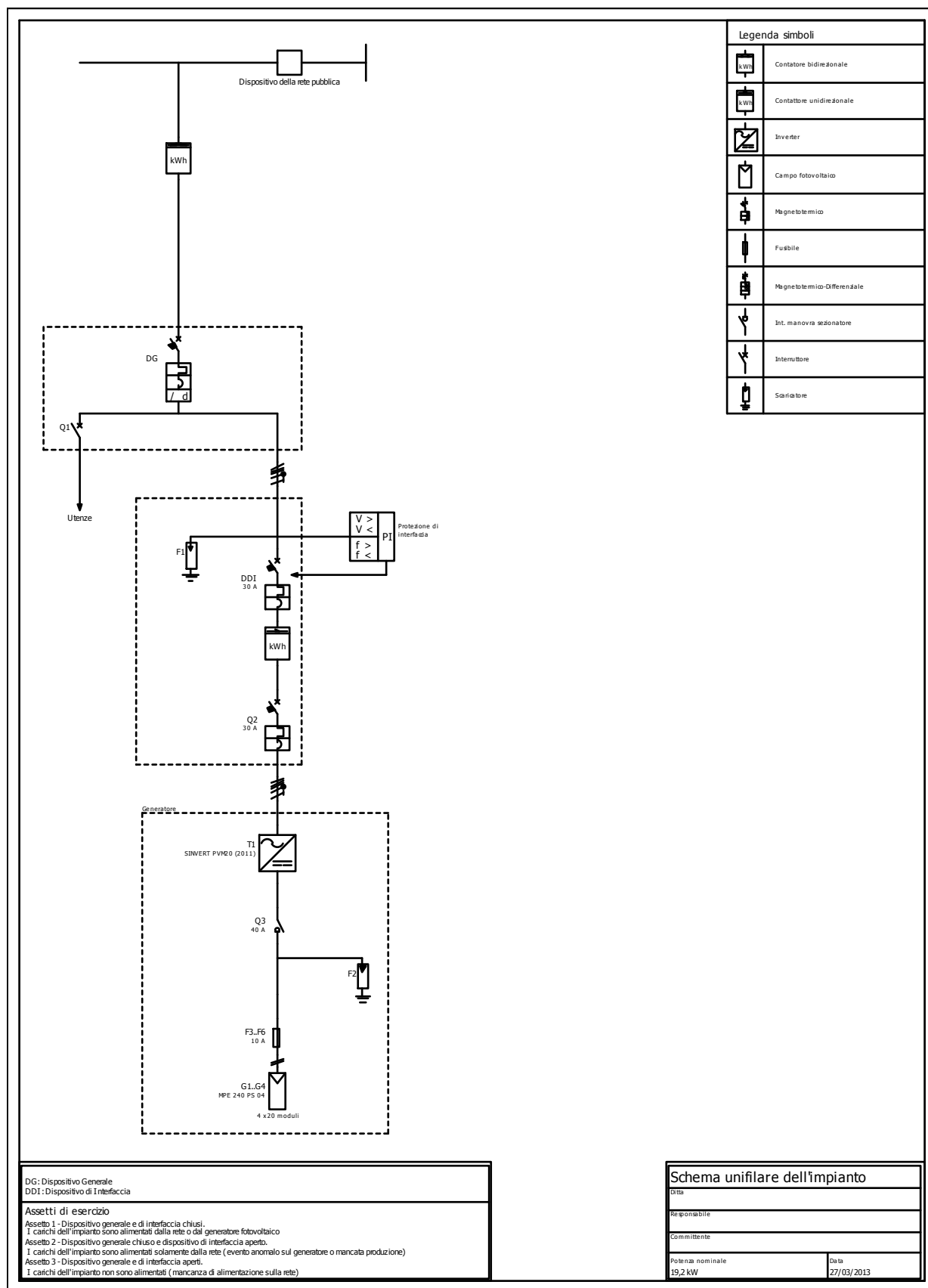
Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (98,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

PLANIMETRIA DEL GENERATORE



SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi

elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO DI ESTRAZIONE E RICAMBIO D'ARIA

EDIFICIO “SPOGLIATOIO”

All'interno dell'edificio “Spogliatoio” del campo di calcio di Via Campanelle a Trieste, sarà realizzato l'impianto di estrazione aria viziata e ricambio d'aria di alcuni vani.

IMPIANTO DI ESTRAZIONE

I servizi igienici privi di aperture finestrate adeguate della zona spogliatoio-docce arbitro saranno collegati ad n°2 estrattori tipo Woods serie Cubic 1 modello C1-125/4 posti in controsoffitto che faranno sfociare l'aria viziata sopra la copertura dell'edificio. Ogni estrattore d'aria viziata avrà una portata d'aria di almeno 95,0 mc/h e prevalenza utile pari a 240 Pa. Tutti i locali avranno un ricambio d'aria maggiore a 8,00 volumi/ora poiché privi di aperture finestrate adeguate (l'obbligo non è esteso ai locali anti bagno ma verrà garantito comunque un ricambio d'aria pari a 2,00 volumi/ora).

In ogni locale dotato di estrazione forzata verrà posta una valvola di ventilazione di diametro nominale pari a 125 mm. Sulla porta di ogni locale collegato all'impianto di estrazione forzata sarà installata una griglia di transito aria di sezione pari a 500x150 mm oppure, ove ciò non risulterà possibile, la porta sarà rialzata di almeno 3 cm dal piano di calpestio.

Una condotta in acciaio zincato non coibentato di diametro pari a 125 mm farà sfociare l'aria viziata dei servizi igienici sopra la copertura dell'edificio.

Dimensionamento estrattore aria "1" vano doccia-wc arbitro:

1) Volume ambiente doccia	5,04 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	8,00 vol/h (40,32 mc/h)
Portata d'aria di progetto	45,00 mc/h
2) Volume ambiente wc	5,04 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	8,00 vol/h (40,32 mc/h)
Portata d'aria di progetto	40,50 mc/h
3) Volume ambiente anti wc	4,59 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	2,00 vol/h (9,18 mc/h)
Portata d'aria di progetto	9,50 mc/h

Portata d'aria di estrazione totale di progetto 95,00 mc/h

VERIFICA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

TRATTO	Lv metri	Diametro mm	Ricambio d'aria mc/h	Ru mmH ₂ O/m	Res.Tot. Ru x Lv	Velocità m/s
A – B	7,00	125	95,0	0,070	0,49	2,20

Resistenza del tratto più sfavorito : 0,49 mm C.A.
(A-B)

Resistenza valvole d'estrazione 8,000 mm C.A.

RISULTATI

- LA MASSIMA PERDITA DI CARICO DELLA CONDOTTA DI ESPULSIONE ARIA VIZIATA DEL TRATTO PIU' SFAVORITO ASSOMMA A 8,49 MM C.A. (84,9 PA)
- LA PRESSIONE TOTALE UTILE DEL VENTILATORE DI MANDATA E' PARI 240,00 PA

QUINDI PER QUANTO SOPRA L'IMPIANTO E' VERIFICATO

Dimensionamento estrattore aria “2” vano doccia-wc arbitro:

1) Volume ambiente doccia	5,04 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	8,00 vol/h (40,32 mc/h)
Portata d'aria di progetto	45,00 mc/h
2) Volume ambiente wc	5,04 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	8,00 vol/h (40,32 mc/h)
Portata d'aria di progetto	40,50 mc/h
3) Volume ambiente anti wc	4,59 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	2,00 vol/h (9,18 mc/h)
Portata d'aria di progetto	9,50 mc/h

Portata d'aria di estrazione totale di progetto 95,00 mc/h

VERIFICA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

TRATTO	Lv metri	Diametro mm	Ricambio d'aria mc/h	Ru mmH ₂ O/m	Res.Tot. Ru x Lv	Velocità m/s
A – B	7,00	125	95,0	0,070	0,49	2,20

Resistenza del tratto più sfavorito : 0,49 mm C.A.
(A-B)

Resistenza valvole d'estrazione 8,000 mm C.A.

RISULTATI

- LA MASSIMA PERDITA DI CARICO DELLA CONDOTTA DI ESPULSIONE ARIA VIZIATA DEL TRATTO PIU' SFAVORITO ASSOMMA A 8,49 MM C.A. (84,9 PA)
- LA PRESSIONE TOTALE UTILE DEL VENTILATORE DI MANDATA E' PARI 240,00 PA

QUINDI PER QUANTO SOPRA L'IMPIANTO E' VERIFICATO

IMPIANTO RICAMBIO D'ARIA

I vani serviti dall'impianto di ricambio d'aria saranno:

- n°2 vani doccia atleti da 26,52 mc cadauno;
- n°2 wc atleti da 5,40 mc cadauno;
- n°2 vani anti-wc atleti da 5,73 mc cadauno.

Per il ricambio d'aria dei vani wc, anti wc, doccia e spogliatoio atleti verranno installati due recuperatori di calore tipo MITSUBISHI ELECTRIC mod. LGH-15RX-E o equivalente, del tipo a flussi incrociati, ad alta efficienza (>50%), portata pari a 90 mc/h cadauno e prevalenza utile 150 Pa, posti nei rispettivi spogliatoi.

Ogni recuperatore di calore preleverà dall'esterno la necessaria quantità d'aria per il rinnovo, la pre-riscalerà, per poi inviarla nei locali spogliatoio a mezzo di apposite canalizzazioni in acciaio zincato circolari, diametro 100 mm, coibentate ai sensi della tabella 1 allegato B del D.P.R. 412/93.

Le riprese dell'aria ambiente avverrà a mezzo di:

- n°4 valvole di ventilazione per la ripresa dell'aria, diametro 100 mm, poste a soffitto nel vano doccia atleti;
- n°2 valvole di ventilazione per la ripresa dell'aria, diametro 100 mm, poste a soffitto nel vano wc e anti wc atleti..

L'immissione dell'aria in ambiente avverrà a mezzo di:

- n°1 bocchetta di mandata, a doppia deflessione con alette frontali fisse e secondo filare posteriore regolabile singolarmente, completa di serranda di regolazione, posta a parete a 0,50 metri dal soffitto di ogni spogliatoio, di dimensioni pari 400x150 mm;

L'aria di rinnovo verrà prelevata dall'esterno a mezzo di una griglia, posta sulla parete perimetrale dell'edificio, avente una sezione nominale pari a 200x200 mm, collegata al recuperatore di calore a mezzo di una condotta in tubo acciaio zincato circolare coibentata ai sensi della tabella 1 allegato B del D.P.R. 412/93. L'aria ambiente viziata verrà espulsa dal recuperatore di calore a mezzo di una condotta circolare in acciaio zincato non coibentata diametro 100 mm sfociante sopra la copertura dell'edificio.

Ogni recuperatore di calore/estrattore sarà dotato di:

Timer

Il recuperatore di calore/estrattore dovrà continuare a funzionare dopo lo spegnimento per il tempo impostato sul trimmer del timer. Il campo di regolazione dovrà essere da 2 a 30 minuti, il timer sarà preimpostato per una durata di funzionamento di circa 15 minuti.

Sensore di presenza

Il sensore infrarosso (rilevatore di presenza) gestisce l'accensione automatica del recuperatore di calore/estrattore solo in assenza di persone.

Umidostato

Il sensore elettronico consente l'accensione automatica del recuperatore di calore/estrattore quando l'umidità rilevata nell'ambiente risulta superiore al valore impostato, pari al 60%.

Le porte dei vani spogliatoio e dei vani doccia/wc saranno dotate di una griglia di transito aria di sezione pari a 500x150 mm oppure, ove ciò non risulterà possibile, le porte saranno rialzate di almeno 3 cm dal piano di calpestio.

Dimensionamento recuperatori di calore zona docce, spogliatoi, wc ed anti wc atleti:

1) Volume ambiente doccia atleti	26,52 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	2,00 vol/h (53,04 mc/h)
Portata d'aria di progetto	60,00 mc/h
2) Volume ambiente anti wc atleti	5,73 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	2,00 vol/h (11,46 mc/h)
Portata d'aria di progetto	15,00 mc/h
3) Volume ambiente wc atleti	5,40 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	2,00 vol/h (10,80 mc/h)
Portata d'aria di progetto	15,00 mc/h

Portata totale d'aria di progetto 90 mc/h

RECUPERATORE DI CALORE DA 90 MC/H**CALCOLO RESISTENZE CIRCUITI AERAILICI****ESPULSIONE ARIA VIZIATA - RIPRESA ARIA AMBIENTE VIZIATA**

DIAMETRO (mm)	Portata d'aria (mc/h)	Lunghezza virtuale (metri)	Resistenza unitaria (mmC.A./ metro)	Resistenza Totale (mm C.A.)
100	90,00	7,60	0,180	1,368
100	15,00	1,60	0,020	0,032
100	75,00	2,20	0,170	0,374
100	60,00	4,45	0,110	0,490
100	45,00	1,10	0,060	0,066
100	30,00	1,10	0,040	0,044
100	15,00	1,10	0,020	0,022
				2,396

Resistenza totale delle condotte : 2,396 mm C.A.

Resistenza valvole di ventilazione di ripresa 6,00 mm C.A.

Resistenza totale : 8,40 mm C.A.

CALCOLO RESISTENZE CIRCUITI AERAILICI

PRESA ARIA ESTERNA - MANDATA ARIA IN AMBIENTE

TRATTO	DIAMETRO (mm)	Portata d'aria (mc/h)	Lunghezza virtuale (metri)	Resistenza unitaria (mmC.A./ metro)	Resistenza Totale (mm C.A.)
01-02	100	90,00	1,00	0,180	0,180
TOTALE					0,180

Resistenza totale delle condotte : 0,18 mm C.A.

Resistenza bocchetta di mandata 350x150 mm 0,10 mm C.A.

Resistenza griglia di ripresa aria esterna 200x200 mm 0,10 mm C.A.

Resistenza totale 0,38 mm C.A.

EDIFICIO “SEDE SOCIALE”

All'interno dell'edificio “Sede sociale” del campo di calcio di Via Campanelle a Trieste, sarà realizzato l'impianto di estrazione dell'aria viziata.

IMPIANTO DI ESTRAZIONE

Il servizio igienico privo di aperture finestrate sarà collegato a n°1 estrattore tipo Woods serie Cubic 1 modello C1-125/4 posto in controsoffitto che farà sfociare l'aria viziata sopra la copertura dell'edificio. L'estrattore d'aria viziata avrà una portata d'aria di almeno 107,0 mc/h e prevalenza utile pari a 235 Pa. Il locale avrà un ricambio d'aria maggiore a 8,00 volumi/ora poiché privi di aperture finestrate; quindi è necessario dotarlo di un impianto di estrazione aria viziata.

All'interno del locale di estrazione forzata verrà posta una valvola di ventilazione di diametro nominale pari a 125 mm. Sulla porta del locale collegato all'impianto di estrazione forzata sarà installata una griglia di transito aria di sezione pari a 500x150 mm oppure, ove ciò non risulterà possibile, la porta sarà rialzata di almeno 3 cm dal piano di calpestio.

Una condotta in acciaio zincato non coibentata di diametro pari a 125 mm farà sfociare l'aria viziata del servizio igienico sopra la copertura dell'edificio.

Dimensionamento estrattore aria vano wc pubblico disabili:

1) Wc pubblico disabili

Volume ambiente	13,34 mc
Ricambio d'aria minimo previsto	8,00 vol/h
Ricambio d'aria necessario	106,70 mc/h
Portata d'aria prevista	110,00 mc/h

VERIFICA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

TRATTO	Lv metri	Diametro mm	Ricambio d'aria mc/h	Ru mmH ₂ O/m	Res.Tot. Ru x Lv	Velocità m/s
A – B	1,50	125	110,00	0,070	0,105	2,20

Resistenza del tratto più sfavorito : 0,105 mm C.A.
(A-B)

Perdite di carico valvola d'estrazione 4,000 mm C.A.

RISULTATI

- LA MASSIMA PERDITA DI CARICO DELLA CONDOTTA DI ESPULSIONE ARIA VIZIATA DEL TRATTO PIU' SFAVORITO ASSOMMA A 4,10 MM C.A. (41,00 PA)
- LA PRESSIONE TOTALE UTILE DEL VENTILATORE DI MANDATA E' PARI A 235,00 PA

QUINDI PER QUANTO SOPRA L'IMPIANTO E' VERIFICATO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE REFLUE

L'opera consiste nella realizzazione di un nuovo impianto di smaltimento delle acque reflue, non allacciato alla rete fognaria cittadina poiché la zona ne è priva, a servizio dell'edificio adibito a spogliatoio e dell'edificio adibito a sede sportiva del campo di calcio sito in Via Campanelle a Trieste.

Gli scarichi derivanti dallo spogliatoio e dalla sede sportiva del campo di calcio saranno convogliati, a mezzo di tubazioni in PVC di dimensioni come da elaborato grafico, ad un impianto di depurazione denominato ad "ossidazione totale" e da questo convogliati ad una bacino interrato drenante, dove le acque reflue saranno smaltite negli strati superficiali del terreno.

L'impianto di depurazione ad "ossidazione totale", dimensionato per 30 abitanti equivalenti, conforme al D.Lgs 152/06, sarà composto da:

- n°1 Fossa Settica Top Isea tipo 3000 o equivalente, prefabbricata in polietilene monoblocco, di forma cilindrica verticale autoportante, completa di coperchio a vite per l'ispezione centrale e per il prelievo di grassi, materiali flottanti, fanghi e inerti;
- n°1 Stazione di equalizzazione 3.500 B1 o equivalente, prefabbricata in polietilene monoblocco, completa di bacino d'accumulo, elettropompa sommergibile con galleggiante di sicurezza, valvola a sfera e valvola di ritegno di mandata, regolatori di livello e quadro elettrico con scheda elettronica di comando completo di temporizzatore;
- n°1 Impianto a Fanghi attivi tipo Compact F.A.6 o equivalente per 30 abitanti equivalenti, in polietilene monoblocco, completo di compressore lineare silenziato, diffusore a membrana non intasabile, batteri liofilizzati, pastiglia di cloro per la disinfezione finale e timer, tronchetto di ingresso in PVC, tronchetto di uscita acque depurate in PVC con guarnizione esterna in neoprene, deflettore a T in uscita con alloggiamento pastiglia;
- n°1 Filtro Percolatore Isea Tipo Anapackage 3000 versione uscita o equivalente, prefabbricato in polietilene monoblocco, di forma cilindrica verticale autoportante, costituito da una zona di decantazione ed una zona di filtrazione, tronchetti in PVC in ingresso ed uscita con guarnizione esterna in neoprene e coperchi in PVC a vite per l'ispezione.

Tali manufatti andranno posati all'interno di uno scavo di dimensioni pari a quelle esterne degli stessi aumentate di 20 cm ed il piano di posa, ben livellato, dovrà essere costituito da sabbia umida costipata o altro inerte di pezzatura da 0 a 5 mm, dello spessore pari a 10 cm.

Successivamente si procederà con il riempimento graduale con acqua dei manufatti e parallelamente al rinfiacco degli stessi con sabbia inumidita sino al livello dell'acqua, cercando di distribuire il più possibile il materiale, e quindi si procederà al rinfiacco sino alla sommità dei contenitori.

Infine andrà posizionato il pozzetto di ispezione ed andrà rifinita la sommità dei manufatti in base alla tipologia della superficie (dislivello tetto manufatto – superficie < 20 cm utilizzare terreno vegetale, dislivello tetto manufatto – superficie tra 20 e 50 cm utilizzare agglomerato argilla espansa e cemento, dislivello tetto manufatto – superficie > 50 cm realizzare una soletta in CLS armato portante).

Il bacino drenante, dimensionato per 30 abitanti equivalenti e per un terreno di tipo fliscioide, sarà costituito da un insieme di camere in PEHD tipo DRENING di GEOPLAST o equivalenti, di dimensioni 120x80xh40 cm, completamente aperte sul fondo e con fessure laterali per l'infiltrazione, sagomate e rinforzate da nervature. Tali camere in PEHD saranno posate, con pendenza di circa il 0,5 %, all'interno di una trincea profonda 90-100 cm e larga alla base almeno 90 cm, su uno strato di ghiaia lavata con granulometria 20/40 mm di spessore di 10 cm. Successivamente le camere in PEHD saranno ricoperte con ghiaia lavata con granulometria 20/40 mm di spessore di 15 cm, vi sarà posato uno strato di geotessuto e si procederà con la rifinitura della superficie con terreno di riporto. Al fine di evitare la formazione di odori, causati da processi di

smaltimento con batteri anaerobici, dovrà essere previsto un tubo di ventilazione con tappo di ventilazione in superficie ogni sei camere posate.

All'interno dei singoli wc e delle docce la rete di scarico delle acque reflue dovrà essere realizzata in tubo di PE con giunzioni saldate (tipo GEBERIT o equivalente), da ogni apparecchio fino alla colonna di scarico verticale, gli innesti dovranno essere fatti esclusivamente su tale colonna che dovrà essere aerata in sommità e a mezzo di una colonna di aerazione parallela per tutta la sua lunghezza per i tratti sub-orizzontali; gli sfiati sopra la copertura degli edifici dovranno essere protetti con cappello parapigioggia e rete anti-animali; tutti gli scarichi dovranno avere una pendenza non inferiore al 2%, essere privi di residui di saldatura, avere curve dolci ed innesti esclusivamente a 45°, il diametro interno minimo ammesso è di 50 mm.

Tutta la canalizzazione orizzontale esterna per lo scarico delle acque reflue domestiche, sarà realizzata in tubazioni in PVC conformi alla UNI EN 1401 (rigidità nominale pari a SN 4 kN/m², giunti a bicchiere e guarnizione di tenuta elastomerica a labbro) e sarà tale da garantire un adeguato trasporto solido, con pendenza non superiore al 2%, tenendo in considerazione la contemporaneità del numero di apparecchi che immettono reflui.

Le tubazioni saranno posate su un letto di sabbia naturale vagliata e lavata, ricoperte con sabbia media lavata e vagliata, rinfiancate, sopra vi sarà posto un nastro di segnalazione a circa 30 cm, saranno ricoperte con terreno di riporto ed ove necessario sarà ripristinata la pavimentazione stradale compresa l'asfaltatura.

I pozzetti d'ispezione saranno realizzati in calcestruzzo vibrato ad alta resistenza conformi alla UNI EN 1917:2004.

In corso d'opera e/o ad opera ultimata sarà verificato il corretto funzionamento dell'impianto a mezzo di:

- prova idraulica di tipo visivo “ Prova di scorrimento”
- prova di tenuta (UNI EN 1610).

RELAZIONE TECNICA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Gli edifici adibiti a spogliatoio e sede sportiva del campo di calcio sito in Via campanelle a Trieste saranno provvisti ciascuno di n°4 pluviali diametro 100 mm, che convoglieranno le acque meteoriche in pozzetti sifonati e da questi saranno disperse nel terreno a mezzo di tubi in polietilene corrugati forati per il drenaggio dell'acqua nel sottosuolo.

Le tubazioni in polietilene corrugate e forate dovranno essere posate, con pendenza di circa il 1-2 %, all'interno di una trincea profonda 50 cm e larga alla base almeno 50 cm, su uno strato di ghiaia lavata con granulometria 20/40 mm di spessore di 10 cm. Successivamente le tubazioni in polietilene corrugate e forate saranno ricoperte con ghiaia lavata con granulometria 20/40 mm di spessore di 15 cm, vi sarà posato uno strato di geotessuto e si procederà con la rifinitura della superficie con terreno di riporto.

DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA

RELAZIONE TECNICA

L'impianto di distribuzione dell'acqua sanitaria posto a servizio del campo di calcio di via Campanelle a Trieste che si dipartirà dal contatore idrico ACEGAS-APS S.p.A. sarà realizzato in tubazioni in PEHD per la distribuzione esterna posta interrata ed in tubazioni in acciaio con giunzioni guarnite e filettate per la distribuzione posta interna all'edificio.

Il tutto dovrà essere eseguito a regola d'arte, in conformità alla Norma UNI 9182.

Dal contatore idrico ACEGAS-APS S.p.A. posto in pozzetto carrabile la distribuzione continuerà in tubo in PEAD-PE100 SDR 11 diametro 63 mm, posto interrato, fino a raggiungere il tee.

EDIFICIO ADIBITO A SEDE SOCIALE

Dal tee, si dipartirà una linea in tubo in PEAD-PE100 SDR 11 diametro 32 mm posta interrata fino a raggiungere l'edificio adibito a sede sociale del campo di calcio. Da tale punto la distribuzione continuerà in tubo acciaio zincato diametro 1" fino a raggiungere l'armadio idrico, posto nel vano tecnico "lavanderia" dell'edificio, contenente: la valvola generale, il filtro ad "Y", il riduttore di pressione tarato a 4,50 bar, il filtro di sicurezza autopulente automatico con efficienza 90 micron; tutti con attacchi diametro 1" ed il carico automatico dell'impianto di riscaldamento.

Dalla valvola generale tutta la distribuzione sarà realizzata in tubo in acciaio zincato diametro 1" che andrà a ridursi di diametro a seconda delle portate idriche previste, ed andrà ad alimentare i singoli apparecchi idraulici posti all'interno dell'edificio.

L'acqua calda sanitaria sarà garantita da n°1 boiler da 300 litri bivalente, tipo BUDERUS mod. BHPT 300 o equivalente, dotato di uno scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria, e secondo scambiatore per circuito solare; inoltre sarà previsto n° 1 collettore solare tipo BUDERUS modello LOGASOL SKN 4.0, posto sopra la copertura dell'edificio e collegato al medesimo boiler di cui sopra, la circolazione di detto circuito sarà garantito dal set idraulico completo di pompa e vaso di espansione tipo BUDERUS modello LOGASOL KS0105 o equivalente.

Dal boiler la distribuzione si dipartirà in tubazioni in acciaio zincato diametro 3/4" che andrà a ridursi di diametro a seconda delle portate idriche previste, ed andrà ad alimentare i singoli apparecchi idraulici posti all'interno dell'edificio.

Il carico automatico dell'impianto di riscaldamento, sempre posto nel vano "lavanderia", sarà composto da: valvola di intercettazione, filtro obliquo per disconnettori, disconnettore, riduttore di pressione tarato a 1,50 bar e da una valvola di ritegno; tutti con attacchi diametro 1/2".

Il bagno dovrà essere dotato di valvole a sfera adatte al funzionamento con acqua potabile, per l'esclusione dello stesso dal resto dell'impianto.

La distribuzione che si dipartirà dalle valvole generali del bagno e che alimenterà i singoli utilizzatori sarà essere realizzata in tubazioni in acciaio diametro 1/2”.

Ogni sbocco acqua dovrà essere dotato di valvola a sfera adatta al funzionamento con acqua potabile, che sarà posta in sito facilmente e sicuramente raggiungibile.

Tutte le tubazioni dovranno essere rivestite con materiale avente funzione di barriera al vapore e coibentate in conformità secondo la tabella 1 allegato B del DPR 412/93.

Nei tratti di tubazione non interrati e non in traccia posti esterni all'edificio o nelle intercapedini l'isolamento dovrà essere rivestito con controtubo metallico di protezione.

L'edificio adibito sede sociale del campo di calcio sarà composto da:

-n.1 bagno composto da:

lavabo, w.c. e bidet alimentati da tubazioni acqua fredda e acqua calda diametro 1/2”;

-n.1 lavello cucina alimentato da tubazioni acqua fredda e acqua calda diametro 1/2”;

-n.2 lavatrici alimentate da tubazioni acqua fredda diametro 1/2”;

-n.1 lavastoviglie alimentata da tubazioni acqua fredda diametro 1/2”;

Al fine del dimensionamento delle tubazioni di distribuzione dell'acqua sanitaria a servizio dell'edificio, si sono considerati i seguenti valori di consumo idrico dei vari apparecchi alimentati:

- W.C. : 6,5 lt/m'
- LAVASTOVIGLIE : 6,5 lt/m'
- LAVATRICE : 6,5 lt/m'
- LAVABO, LAVELLO CUCINA : 13 lt/m' cadauno

Per cui, considerato il numero complessivo degli apparecchi previsti, come sopra elencati, si avrà che:

- la derivazione asservente l'edificio residenziale avrà una portata complessiva pari a 65,00 litri/min, tenendo conto che tali apparecchi non saranno mai utilizzati contemporaneamente al 100%, si è considerato un “fattore di contemporaneità” che va via via diminuendo all’aumentare degli apparecchi asserviti (come da tabella), pertanto la derivazione asservente l'edificio tenendo conto della contemporaneità di utilizzo avrà una portata complessiva pari a 32,50 litri/min.

VERIFICA DIMENSIONAMENTO COLONNA ACQUA FREDDA

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont fN°lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
01-02	52,20	63 mm	299,0	7 X 13,0 X 0,50 + 5 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	169,0	28,00	1461,60	1,35
02-03	38,30	32 mm	65,0	3 X 13,0 X 0,50 + 1 X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	32,5	40,00	1532,00	1,02
03-04	2,00	1"	19,5	3 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00	19,5	18,00	36,00	0,61
04-05	4,30	3/4"	26,0	2 X 6,5 X 0,50 + 1 X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + 1 X 6,5 X 1,00	16,3	35,00	150,50	0,80
05-06	6,40	1/2"	6,5	1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00	6,5	21,00	134,40	0,50
05-07	2,50	1/2"	13,0	1 X 6,5 X 0,50 + 1 X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	52,50	0,50
07-08	2,00	1/2"	13,0	1 X 6,5 X 0,50 + 1 X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	42,00	0,50
08-09	5,00	1/2"	6,5	1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	105,00	0,50
03-10	5,70	3/4"	13,0	- X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + 2 X 6,5 X 1,00	13,0	23,00	131,10	0,64

Risultati:

Resistenza totale linea idrica più sfavorita
(01-02-03-04-05-07-08-09)
contatore idrico – lavabo

1.847,60 mm C.A.

Conclusioni:

In considerazione che la pressione utile della rete idrica stradale è pari a 4,50 BAR (valore minimo garantito) e che il dislivello massimo tra le rete stradale e l'utenza più sfavorita è pari a 0,50 mt. e considerando che la massima resistenza totale della linea idrica più sfavorita è pari a 1.847,60 mm C.A., si evince che la pressione utile dell'apparecchio più sfavorito nel momento di massimo consumo idrico nell'edificio non sarà mai inferiore a :

Press. rete idrica strad. 4,50 BAR – ΔH 0,050 BAR – R_{tot} 0,184 BAR = Press. residua utile 4,26 BAR

VERIFICA DIMENSIONAMENTO COLONNA ACQUA CALDA

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont fN°lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
01-02	52,20	63 mm	299,0	7 X 13,0 X 0,50 + 5 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 1,00 + 2 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	214,5	28,00	1461,60	1,35
02-03	38,30	32 mm	65,0	3 X 13,0 X 0,70 + 1 X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	40,3	40,00	1532,00	1,02
03-04	2,00	1"	19,5	3 X 6,5 X 0,70 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00	13,7	18,00	36,00	0,61
04-05	4,30	3/4"	19,5	3 X 6,5 X 0,70 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00	13,7	35,00	150,50	0,80
05-06	6,40	1/2"	13,0	2 X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00	6,5	21,00	134,40	0,50
05-07	2,50	1/2"	6,5	1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	52,50	0,50
07-08	2,00	1/2"	6,5	1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	42,00	0,50
08-09	5,00	1/2"	6,5	1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	21,00	105,00	0,50

Risultati:

Resistenza totale linea idrica più sfavorita
(01-02-03-04-05-07-08-09)
contatore idrico – lavabo

1.847,60 mm C.A.

Conclusioni:

In considerazione che la pressione utile della rete idrica stradale è pari a 4,50 BAR (valore minimo garantito) e che il dislivello massimo tra le rete stradale e l'utenza più sfavorita è pari a 0,50 mt. e considerando che la massima resistenza totale della linea idrica più sfavorita è pari a 1.847,60 mm C.A., si evince che la pressione utile dell'apparecchio più sfavorito nel momento di massimo consumo idrico nell'edificio non sarà mai inferiore a :

Press. rete idrica strad. 4,50 BAR – ΔH 0,050 BAR – R_{tot} 0,184 BAR = Press. residua utile 4,26 BAR

EDIFICIO ADIBITO A SPOGLIATOIO

Sempre dal tee, la distribuzione proseguirà in tubo in PEAD-PE100 SDR 11 diametro 63 mm posta interrata fino a raggiungere l'edificio adibito a spogliatoio del campo di calcio; da tale punto la distribuzione continuerà in tubo acciaio zincato diametro 1"1/2 fino a raggiungere l'armadio idrico, posto nel vano tecnico "C.T." dell'edificio, contenente: la valvola generale, il filtro ad "Y", il riduttore di pressione tarato a 4,50 bar, il filtro di sicurezza autopulente automatico con efficienza 90 micron; tutti con attacchi diametro 1"1/2 ed il carico automatico dell'impianto di riscaldamento.

Dalla valvola generale tutta la distribuzione sarà realizzata in tubo in acciaio zincato diametro 1"1/2 che andrà a ridursi di diametro a seconda delle portate idriche previste, ed andrà ad alimentare i singoli apparecchi idraulici posti all'interno dell'edificio adibito a spogliatoi-docce del campo di calcio.

L'acqua calda sanitaria sarà garantita da n°1 boiler da 1500 litri bivalente, tipo BUDERUS mod. BSTF1 1500 o equivalente, dotato di uno scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria, e secondo scambiatore per circuito solare; saranno previsti n° 6 collettori solari posti sopra la copertura piana dell'edificio. La circolazione del circuito solare di ciascun boiler sarà garantita dal set idraulico completo di pompa e vaso di espansione tipo BUDERUS modello LOGASOL KS0110 o equivalente.

Dal boiler si dipartirà una linea di ricircolo acqua calda sanitaria in tubo in acciaio zincato diametro 1/2" che andrà a ridursi a seconda delle portate idriche previste e sarà collegata all'utenza più lontana.

Il carico automatico dell'impianto di riscaldamento, sempre posto nel vano tecnico "C.T.", sarà composto da: valvola di intercettazione, filtro obliquo per disconnettori, disconnettore, riduttore di pressione tarato a 1,50 bar e da una valvola di ritegno; tutti con attacchi diametro 1/2".

In prossimità dell'ingresso al terreno di gioco sarà predisposto un tee con tappo, posto in pozzetto ispezionabile, a servizio della futura linea di irrigazione del campo sportivo.

Le docce del campo sportivo dovranno essere dotate di valvole a sfera adatte al funzionamento con acqua potabile, per l'esclusione delle stesse dal resto dell'impianto.

Ogni doccia dovrà essere dotata di rubinetto con miscelatore temporizzato, con tempo di apertura regolabile da 0 a 50 secondi.

Ogni sbocco acqua dovrà essere dotato di valvola a sfera adatta al funzionamento con acqua potabile, che sarà posta in sito facilmente e sicuramente raggiungibile.

Tutte le tubazioni dovranno essere rivestite con materiale avente funzione di barriera al vapore e coibentate in conformità secondo la tabella 1 allegato B del DPR 412/93.

Nei tratti di tubazione non interrati e non in traccia posti esterni all'edificio o nelle intercapedini l'isolamento dovrà essere rivestito con controtubo metallico di protezione.

L'edificio adibito a spogliatoi-docce del campo di calcio sarà composto da:

- n.10 docce alimentate da tubazioni acqua fredda e acqua calda diametro 1/2”;
- n.4 w.c. alimentati da tubazioni acqua fredda e acqua calda diametro 1/2”;
- n.4 lavabi alimentati da tubazioni acqua fredda e acqua calda diametro 1/2”;
- n.1 punto acqua calda e fredda alimentato da tubazioni acqua fredda diametro 1/2”;
- n.1 punto acqua fredda alimentato da tubazioni acqua fredda diametro 1/2”;

Al fine del dimensionamento delle tubazioni di distribuzione dell'acqua sanitaria a servizio dell'edificio, si sono considerati i seguenti valori di consumo idrico dei vari apparecchi alimentati:

- W.C. : 6,5 lt/m'
- LAVABO, DOCCIA : 13 lt/m' cadauno
- PUNTI ACQUA CALDA E FREDDA : 13,00 lt/m'
- SINGOLO IRRIGATORE CAMPO : 145,00 lt/m'
(nel calcolo delle portate si è previsto l'utilizzo di un singolo irrigatore per ciclo di irrigazione del campo di gioco)

Per cui, considerato il numero complessivo degli apparecchi previsti, come sopra elencati, si avrà che:

- la derivazione asservente l'edificio residenziale avrà una portata complessiva pari a 234,00 litri/min, tenendo conto che tali apparecchi non saranno mai utilizzati contemporaneamente al 100%, si è considerato un “fattore di contemporaneità” che va via via diminuendo all’aumentare degli apparecchi asserviti (come da tabella), pertanto la derivazione asservente l'edificio tenendo conto della contemporaneità di utilizzo avrà una portata complessiva pari a 136,50 litri/min.

VERIFICA DIMENSIONAMENTO COLONNA ACQUA FREDDA

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont. + N° lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
01-02	52,20	63 mm	299,0	7 X 13,0 X 0,50 + 5 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	169,0	28,00	1461,60	1,35
02-11	110,00	63 mm	234,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00	136,5	20,00	2200,00	1,11
11-12	5,00	1"1/2	234,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + - X 145,0 X 1,00	136,5	65,00	325,00	1,60
12-13	2,00	1"1/2	221,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	136,5	65,00	130,00	1,60
13-14	3,00	1"1/2	188,5	3 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50 + 9 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	118,3	51,00	153,00	1,60
14-15	3,50	1"1/2	156,0	2 X 13,0 X 0,50 + 2 X 6,5 X 0,50 + 8 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	100,1	40,00	140,00	1,80
15-16	3,00	1"1/2	97,5	4 X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00 + 10 X 6,5 X 0,65 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	61,8	15,00	45,00	0,80
15-17	6,00	1"1/2	78,0	2 X 6,5 X 1,00 + 2 X 6,5 X 1,00 + 8 X 6,5 X 0,65 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 0,50	59,8	15,00	90,00	0,80

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont N°lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
17-18	7,00	1"1/4	58,5	2 X 6,5 X 1,00 + 2 X 6,5 X 1,00 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	58,5	43,00	301,00	1,25
18-19	1,50	1"	32,5	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	32,5	45,00	67,50	1,10
19-20	4,00	1"	32,5	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	32,5	45,00	180,00	1,10
20-21	2,00	1"	26,0	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 3 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	26,0	34,00	68,00	0,92
21-22	2,00	1"	19,5	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 2 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	19,5	20,00	40,00	0,65
22-23	2,00	1"	13,0	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 1 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	13,0	9,00	18,00	0,41
23-24	7,00	3/4"	6,5	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	8,00	56,00	0,32

Risultati:

Resistenza totale linea idrica più sfavorita
(01-02-11-12-13-14-15-17-18-19-20-21-22-23-24)
contatore idrico – predisposizione punto acqua magazzino

5.230,10 mm C.A.

Conclusioni:

In considerazione che la pressione utile della rete idrica stradale è pari a 4,50 BAR (valore minimo garantito) e che il dislivello massimo tra le rete stradale e l'utenza più sfavorita è pari a 0,50 mt. e considerando che la massima resistenza totale della linea idrica più sfavorita è pari a 5.230,10 mm C.A., si evince che la pressione utile dell'apparecchio più sfavorito nel momento di massimo consumo idrico nell'edificio non sarà mai inferiore a :

Press. rete idrica strad. 4,50 BAR – ΔH 0,050 BAR – R_{tot} 0,523 BAR = Press. residua utile 3,92 BAR

VERIFICA DIMENSIONAMENTO COLONNA ACQUA CALDA

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont N°lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
01-02	52,20	63 mm	299,0	7 X 13,0 X 0,50 + 5 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50	169,0	28,00	1461,60	1,35
02-11	110,00	63 mm	234,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00	136,5	20,00	2200,00	1,11
11-12	5,00	1"1/2	234,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 2 X 13,0 X 0,50 + - X 145,0 X 1,00	136,5	65,00	325,00	1,60
12-13	2,00	1"1/2	221,0	4 X 13,0 X 0,50 + 4 X 6,5 X 0,50 + 10 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	136,5	65,00	130,00	1,60
13-14	3,00	1"1/2	188,5	3 X 13,0 X 0,50 + 3 X 6,5 X 0,50 + 9 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	118,3	51,00	153,00	1,60
14-15	3,50	1"1/2	156,0	2 X 13,0 X 0,50 + 2 X 6,5 X 0,50 + 8 X 13,0 X 0,65 + 1 X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	100,1	40,00	140,00	1,80
15-16	3,00	1"1/2	97,5	4 X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 1,00 + 10 X 6,5 X 0,65 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	61,8	15,00	45,00	0,80
15-17	6,00	1"1/2	65,0	2 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + 8 X 6,5 X 0,65 + - X 13,0 X 1,00 + - X 145,0 X 0,50	46,8	10,00	60,00	0,60

TRATTO	Lunghezza virtuale Lv metri	Diametro	Portata lt/min	Calcolo portata virtuale	Portata Virtuale lt/min	Resistenza Unitaria Ru	Resistenza Totale Ru x Lv	Velocità m/s
				N°lavabi/lavelli x P x cont. + N°wc x P x cont. + N°docce x P x cont. + N°punti acqua x P x cont N°lavatrici/lavastoviglie x P x cont. +				
17-18	7,00	1"1/4	45,5	2 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	45,5	26,00	182,00	1,00
18-19	1,50	1"	32,5	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	32,5	45,00	67,50	1,10
19-20	4,00	1"	32,5	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 4 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	32,5	45,00	180,00	1,10
20-21	2,00	1"	26,0	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 3 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	26,0	34,00	68,00	0,92
21-22	2,00	1"	19,5	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 2 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	19,5	20,00	40,00	0,65
22-23	2,00	1"	13,0	- X 6,5 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + 1 X 6,5 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 6,5 X 1,00	13,0	9,00	18,00	0,41
23-24	7,00	3/4"	6,5	- X 13,0 X 0,50 + - X 6,5 X 0,50 + - X 13,0 X 1,00 + 1 X 6,5 X 1,00 + - X 145,0 X 1,00	6,5	8,00	56,00	0,32

Risultati:

Resistenza totale linea

(01-02-11-12-13-14-15-17-18-19-20-21-22-23-24)

contatore idrico – predisposizione punto acqua magazzino

5.126,10 mm C.A.

Conclusioni:

In considerazione che la pressione utile della rete idrica stradale è pari a 4,50 BAR (valore minimo garantito) e che il dislivello massimo tra le rete stradale e l'utenza più sfavorita è pari a 0,50 mt. e considerando che la massima resistenza totale della linea idrica più sfavorita è pari a 5.126,10 mm C.A., si evince che la pressione utile dell'apparecchio più sfavorito nel momento di massimo consumo idrico nell'edificio non sarà mai inferiore a :

Press. rete idrica strad. 4,50 BAR – ΔH 0,050 BAR – R_{tot} 0,513 BAR = Press. residua utile 3,93 BAR

RELAZIONE TECNICA
DI CUI ALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10,
ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI
CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI.
APPLICAZIONE DPR 59 del 10-06-2009
in attuazione ai DECRETI LEGISLATIVI
19 Agosto 2005, N. 192 e 29 Dicembre 2006 N. 311

*Opere relative ad edifici di nuova costruzione o a ristrutturazione di edifici nei casi
previsti dall'Art. 3, Comma 2, lettere a) e b)*

*In ottemperanza a quanto disposto dall'Art. 11 del DLgs N. 192+311 in fase transitoria,
il calcolo del fabbisogno di energia primaria, dei rendimenti impianto e della potenza di picco, è
disciplinato dalla Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 e relativo D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993.*

*Ai sensi del Decreto n°115 del 30 Maggio 2008 Allegato 3, per il calcolo delle prestazioni
energetiche degli edifici, si sono adottate le norme UNI TS 11300*

*Valutazione standard e di progetto: Parte 1 : Determinazione fabbisogno energia termica
dell'edificio per climatizzazione estiva ed invernale*

*Parte 2 : Determinazione dell'energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale
e per la produzione di acqua calda sanitaria*

*Altre procedure di calcolo adottate: UNI EN ISO 13786 "Caratteristiche termiche dinamiche"
UNI EN ISO 13788 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia"*

Opere relative a:	Nuova costruzione
Località :	TRIESTE Via Campanelle
Tipo di edificio :	Edificio adibito a servizi di supporto alle attività sportive
Categoria :	E.6(3) (Spogliatoio)
Committente :	
Progettisti :	

1) INFORMAZIONI GENERALI

1.1 - Comune di TRIESTE

1.2 - Progetto per la realizzazione di Nuova costruzione

1.3 - sito in Via Campanelle

1.4 – Permesso di costruire _

1.5 - Classificazione dell'edificio: E.6(3) edificio adibito a servizi di supporto alle attività sportive

1.6 - Numero delle unita' abitative: 1

1.7 - Committente: _

1.8 - Progettista degli impianti termici: _

1.9 - Progettista dell'isolamento termico dell'edificio: _

1.10 - Direttore dei lavori degli impianti termici: _

1.11 - Direttore dei lavori dell'isolamento termico dell'edificio: _

1.12 - L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti a uso pubblico ai fini dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia previste dall'art.5 comma 15 del decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n° 412 e del comma 14 (allegato I) del decreto legislativo 192:

☐ Sì ☒ No

2) FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

I seguenti elementi tipologici (contrassegnati) sono forniti in allegato:

- ☐ 2.1 - piante di ciascun piano degli edifici con l'impianto di riscaldamento e i codici delle strutture utilizzate
- ☐ 2.2 - sezione dell'edificio con i codici delle strutture utilizzate
- ☐ 2.3 - elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

3) PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

- 3.1 - Gradi-giorno [GG] : 2102
- 3.2 - Temperatura minima di progetto dell'aria esterna (UNI5364) [°C] : -5

4) DATI TECNICO-COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

- 4.1 - Volume degli ambienti al lordo delle strutture che li delimitano (V) [m³] : 631
- 4.2 - Superficie esterna che delimita il volume (S) [m²] : 588
- 4.3 - Rapporto S/V [m¹] : 0.932
- 4.4 - Superficie utile dell'edificio [m²] : 136.44
- 4.5 - Valori di progetto della temperatura interna [°C] : 20
- 4.6 - Valori di progetto dell'umidità interna [%] : 50

5) DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

5.1.a) Descrizione generale dell'impianto termico contenente i seguenti elementi:

5.1.a.1 - Tipologia:

Impianto termico autonomo per riscaldamento ambienti e produzione di acqua calda ad uso sanitario (ACS). Si prevede la formazione di una rete di distribuzione che si dirama dai collettori posti in cassetta di ispezione facilmente accessibile.

Il sistema consente una buona integrazione con le strutture edilizie, tempi di messa a regime omogenei e minori perdite di carico.

La produzione di ACS è integrata da pannelli solari termici in copertura.

5.1.a.2 - Sistemi di generazione:

N° 2 generatori di calore a pompa di calore collegati in cascata. Marca e modello vedi schemi dell'impianto termico.

5.1.a.3 - Sistemi di termoregolazione:

Regolatore della temperatura ambiente con orologio programmatore settimanale e giornaliero del tipo on/off.

Valvole termostatiche con elemento sensibile ad olio.

5.1.a.4 - Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

Non previsti.

5.1.a.5 - Sistemi di distribuzione del vettore termico:

La distribuzione del fluido termovettore si dipartirà dalla centrale termica e sarà del tipo a collettore complanare con tubazioni in rame isolate di andata e ritorno per ogni singolo corpo scaldante.

Si prescrive che il collettore sia completo a monte di valvole di intercettazione e di eventuali sfoghi dell'aria se alimentato dal basso.

Collettore, cassetta di ispezione, valvole ed accessori Marca FAR o equivalente.

5.1.a.6 - Sistemi di ventilazione forzata (tipologie):

Previsto impianto di estrazione e rinnovo dell'aria con recupero di calore (vedi tavole allegate).

5.1.a.7 - Sistemi di accumulo termico (tipologie):

N°1 puffer acqua calda / refrigerata da 100 litri dotato di apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua.

5.1.a.8 - Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

Lo stesso generatore di calore, pompa di calore, provvederà anche alla produzione dell'acqua calda sanitaria a mezzo di apposito boiler di accumulo bivalente con doppio serpentino da 1500 litri, dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria. La distribuzione dell'acqua calda sanitaria sarà eseguita in tubazioni di multistrato coibentate in conformità alla tabella B del DPR 412/93; inoltre sarà prevista una linea di ricircolo.

5.1.a.9 - Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore (per potenza installata uguale o maggiore a 350 kW): Dato non richiesto.

5.1.b) Specifiche dei generatori di energia

5.1.b.1 - Generatore numero 1 – 2

POMPA DI CALORE:

Energia utilizzata: elettrica assorbita dal motore.

Sorgente esterna a temperatura variabile.

COP(Tr): coefficiente di effetto utile alla temperatura (Tr) di riferimento: 1.730 cad.

5.1.b.2 - Fluido termovettore: Acqua

5.1.b.3 - Valore nominale della potenza termica utile (Pn) kW 9.7 cad.

5.1.b.4 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% di Pn:

5.1.b.4.1 - valore di progetto [%]

5.1.b.4.2 - valore minimo prescritto [%]

5.1.b.4.3 - verifica

5.1.b.5 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% di Pn:

5.1.b.5.1 - valore di progetto [%]

5.1.b.5.2 - valore minimo prescritto [%]

5.1.b.5.3 - verifica

5.1.b.6 - Combustibile utilizzato: Energia Elettrica

5.1.b.7 - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, collettori solari, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove possibile, le vigenti norme tecniche.

Non previsti.

5.1.c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

5.1.c.1 - Tipo di conduzione previsto in sede di progetto:

continuo con attenuazione notturna: ☐

intermittente: ☒

5.1.c.2 - Sistema di telegestione dell'impianto termico:

Non previsto.

5.1.c.3 - Sistema di regolazione climatica in centrale termica:

5.1.c.3.1 - centralina climatica: Non prevista (in quanto impianto non centralizzato).

5.1.c.3.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore: _

5.1.c.3.3 - organi di attuazione: Non previsti.

5.1.c.4 - Regolatori climatici delle singole zone o unita' immobiliari:

Cronotermostato ambiente elettronico settimanale e giornaliero tipo XELUX FULL o equivalente, con almeno due livelli di temperatura, orologio programmatore in grado di attivare/disattivare il generatore in base alla temperatura richiesta nel locale pilota; termostato ambiente e/i incorporato su ogni ventilconvettore.

5.1.c.4.1 - numero di apparecchi: 3

5.1.c.4.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore: 2

5.1.c.5 - Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali (o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizione uniformi) (descrizione sintetica dei dispositivi):

Valvole termostatiche tipo 148 EUROTHERM o equivalente con elemento sensibile ad olio, poste sui singoli corpi scaldanti, la cui installazione è obbligatoria ai sensi del comma 7 Art. 7.

5.1.c.5.1 - numero di apparecchi: 12

5.1.d) - Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unita' immobiliari servite da impianto termico centralizzato:

Non previsto.

5.1.d.1 - numero di apparecchi: _

5.1.e) - Terminali di erogazione dell'energia termica

5.1.e.1 - numero di apparecchi: 18 (vedi tavole allegate)

5.1.e.2 - tipo: radiatori in ghisa e ventilconvettori posti a pavimento

5.1.e.3 - potenza termica nominale: secondo UNI EN 442/97 (dT nominale 25K)

5.1.f) - Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione - descrizione e caratteristiche principali (dimensionamento secondo norma tecnica):

Non richiesti.

5.1.g) - Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Non richiesti.

5.1.h) - Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tube in rame isolato secondo la tabella B del DPR 412/93, in funzione del diametro delle tubazioni, o fornite preisolate nelle modalità e limiti di coibentazione fissate dalle norme tecniche UNI.

5.1.i) - Specifiche della pompa di circolazione:

Incorporata nel generatore di calore.

5.1.j) - Impianti solari termici:

N° 1 boiler di accumulo bivalente da 1500 litri dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria, e secondo scambiatore per circuito solare; inoltre saranno previsti n° 8 collettori solari piani tipo BUDERUS modello LOGASOL SKS4.0-S o equivalenti, posti sopra la copertura dell'edificio e collegati al medesimo boiler di cui sopra.

5.1.k) - Schemi funzionali degli impianti termici:

Previsti.

5.2) - Impianti fotovoltaici:

Previsto impianto fotovoltaico multicristallino composto da pannelli posti sopra la copertura dell'edificio per un totale di 128,9 mq e una potenza nominale di 19,2 kW.

5.3) - Altri impianti:

Non previsti.

6) PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Note in ottemperanza al DL192

6.a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

6.a.1 - Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite: (vedere tabelle allegate e paragrafo 6.a.5).

6.a.2 - Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni. Confronto con i valori limite: (vedere tabelle allegate e paragrafo 6.a.5).

6.a.3 - Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate : Previste vetrature con vetro selettivo aventi fattore solare inferiore o uguale a 0.5 e dei tendaggi interni.

6.a.4 - Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli) : In corrispondenza dei punti ove si può verificare un innesto di elementi strutturali diversi (pilastri, solai e pareti), è prescritto che non vi sia discontinuità di isolamento termico; lo spessore di isolante è adeguato per rendere la trasmittanza termica della parete fittizia non superiore del 15% alla trasmittanza termica della parete corrente.

6.a.5 - Confronto trasmittanza termica con i valori limite (tabelle 2,3 e 4 - Allegato C) :

Codice	Tipo	Esposizione	Ms(kg/m ²)	U(W/m ² K)	Verifica	Limite
171 P.E	verticale opaca	Esterno	319.5	0.226	NR	U<0.31
279 S.E	serramento	Esterno	64.8	1.553	NR	U<1.98
279 S.E	vetro	Esterno	64.8	1.200	NR	U<1.53
354 P.I	verticale opaca	Non riscaldati	106.1	0.295	NR	U<0.31
578 PAV	orizzontale opaca	T2	359.8	0.264	NR	U<0.30
655 SOF	orizzontale opaca	Esterno	313.6	0.262	NR	U<0.27

6.a.6 - Trasmittanza termica (U) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti (confronto con il valore limite):

vedere tabella paragrafo 6.a.5 e dettaglio CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE alla riga con esposizione TF

6.a.7 - Verifica termigrometrica (vedere tabelle allegate)

6.a.8 - Coefficiente volumico di dispersione termica per trasmissione Cd [W/m³K] :

6.a.8.1 - valore massimo risultante dal progetto (Cd) : 0.313

6.a.8.2 - valore massimo consentito dal DM 30-7-86 (CdL) : 0.803

6.a.8.3 - verifica: non richiesta

6.a.8.4 - riduzione percentuale del Cd rispetto al CdL: 61.1 %

6.a.9 - Numero di volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 ore [h¹]) :

6.a.9.1 - zona: diversificata

6.a.9.2 - valore di progetto: 0.5 - 2.0 - 8.0

6.a.9.3 - valore minimo da norme: 0.5 - 2.0 - 8.0

6.a.10 - Portata aria ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata) [m³/h]: 370

6.a.11 - Portata aria attraverso apparecchiature di recupero [m³/h] : 180

6.a.12 - Rendimento termico delle apparecchiature di recupero (se previste): > 50 %

6.b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto e limite [%] :

6.b.1 - Rendimento di produzione di progetto : 116.5

6.b.2 - Rendimento di regolazione di progetto : 99.0

6.b.3 - Rendimento di distribuzione di progetto : 99.4

6.b.4 - Rendimento di emissione di progetto : 96.0

6.b.5 - Rendimento globale di progetto : 107.7

6.b.6 - Rendimento globale limite [%] : 81.9

6.c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

6.c.1 - Metodo di calcolo : UNITS 11300

6.c.2 - Valore di progetto (EPci): 9.9 kWh/m³anno

6.c.3 - Valore limite Tabella 1-Allegato C (EPciL): 20.3 kWh/m³anno

6.c.4 - Verifica: a norma di legge

6.c.5 - Riduzione percentuale dell'EPci rispetto all'EPciL : - 51.0 %

6.c.6 - Fabbisogno di combustibile: _

6.c.7 - Fabbisogno di energia elettrica da rete [kWh] : 2882

6.c.8 - Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale [kWh] : 2830

6.d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

6.d.1 - Valore di progetto [kJ/m³GG]: 17.0

6.e) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

6.e.1 - Fabbisogno di combustibile: _

6.e.2 - Fabbisogno di energia elettrica da rete [kWh]: 1962

6.e.3 - Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale [kWh]: 4178

6.f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

6.f.1 - Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: > 50 %

6.g) Impianti fotovoltaici

6.g.1 - Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: > 50 %

6.h) - Indice di prestazione termica per la climatizzazione estiva o il raffrescamento:

Valore di progetto (E_{pe,invol}): 6.7 kWh/m³anno

Valore limite (E_{pe,invol,L}): 10.0 kWh/m³anno

6.i) - Limitazione fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva :

6.i.1 La prescrizione del pto 18.a (DPR 59): vedi punto 6.a3

6.i.2 La prescrizione del pto 18.b (DPR 59) : vedi allegato Ms-YIE

7) ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

Non presenti.

8) VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate:

Solare termico composto da n° 8 collettori solari posti sopra la copertura dell'edificio collegati ad un boiler di accumulo bivalente da 1500 litri, dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria; la circolazione di detto circuito sarà garantito dal set idraulico completo di pompa e vaso di espansione.

Impianto fotovoltaico composto da pannelli posti sopra la copertura dell'edificio per un totale di 128,9 mq.

9) DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (per quanto applicabile)

- N. 1 piante di ciascun piano dell'edificio con indicato l'impianto di riscaldamento e i codici delle strutture e pannelli solari (separate dalla relazione);
- N. 1 schema funzionale dell'impianto termico contenente gli elementi di cui all'analogia voce del punto e), (separato dalla relazione);
- N. 4 tabelle con indicazione caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio;
- N. 1 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio;

Altri eventuali allegati: dati di progetto, riepilogo delle dispersioni di picco per singolo ambiente, schema di calcolo energia primaria riscaldamento, schema di calcolo energia primaria in acqua calda sanitaria e riepilogo dimensionamento impianto di riscaldamento.

10) DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto iscritto
al con il n°

a conoscenza delle sanzioni previste dall'art. 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91/CE;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data

Il progettista
(timbro e firma)

DATI di PROGETTO

Altitudine	[m]	2
Latitudine		45°39'
Longitudine		13°47'
Temperatura esterna	Te	[°C] -5
Località di riferimento per temperatura esterna		TRIESTE
Gradi giorno	[°C•24h]	2102
Località di riferimento per gradi giorno		TRIESTE
Zona climatica		E
Velocità del vento media giornaliera [media annuale]	[m/s]	2.6
Direzione prevalente del vento		E
Località di riferimento del vento		
Zona vento		3
Località rif. irradiazione		;

Irradiazione globale su superficie verticale (MJ/m²)											
mese	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	oriz	Te
ottobre	2.9	3.0	3.9	5.6	7.4	9.2	10.7	11.8	12.4	9.6	15.5
novembre	1.8	1.8	2.0	2.9	4.1	5.4	6.8	8.0	8.5	5.1	10.6
dicembre	1.4	1.4	1.5	2.1	3.2	4.5	5.8	7.1	7.5	3.9	6.9
gennaio	1.6	1.6	1.7	2.4	3.3	4.4	5.6	6.6	7.0	4.2	4.9
febbraio	2.5	2.5	3.0	4.2	5.5	6.9	8.2	9.2	9.8	7.2	6.2
marzo	3.6	4.0	5.1	6.6	8.1	9.3	10.1	10.5	10.7	11.1	9.4
aprile	5.3	6.2	7.8	9.5	10.7	11.4	11.4	10.8	10.3	15.6	13.5

Inizio riscaldamento		15-10
Fine riscaldamento		15-04
Durata periodo di riscaldamento	p	[giorno] 183
Ore giornaliere di riscaldamento		[ore] 14
Situazione esterna :		in complesso urbano
Temperatura aria ambiente	Ta	[°C] 20.0
Umidità interna	Ui	[%] 50.0
Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni: (si veda singola struttura finestrata)		

RIEPILOGO DISPERSIONI

GLOBALE EDIFICIO	588.0	631.0	0.932	0.313	0.803	9156
-------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Appart/zona/ambiente	A	volume	S/V	Cdr	Cdl	dispers
-----------------------------	----------	---------------	------------	------------	------------	----------------

Piano/Scala: 01 piano terra	9156					
---	-------------	--	--	--	--	--

0101 zona 1	239.1	221.8	1.078			3997
--------------------	--------------	--------------	--------------	--	--	-------------

01	magazzino	109.90	92.40	1.189		1497
02	spogliatoio	88.65	91.71	0.967		1408
03	docce	30.13	26.52	1.136		773
04	anti w.c.	3.82	5.73	0.667		124
05	w.c.	6.60	5.40	1.222		194

0102 zona 2	134.4	129.4	1.039			2538
--------------------	--------------	--------------	--------------	--	--	-------------

01	w.c.	6.60	5.40	1.222		194
02	anti w.c.	3.82	5.73	0.667		124
03	docce	30.13	26.52	1.136		773
04	spogliatoio	93.87	91.71	1.024		1447

0103 zona 3	78.4	58.2	1.348			2621
--------------------	-------------	-------------	--------------	--	--	-------------

01	w.c.	6.66	5.04	1.321		393
02	doccia	6.66	5.04	1.321		393
03	anti w.c.	3.06	4.59	0.667		99
04	spogliatoio arbitro	16.73	14.43	1.159		370
05	spogliatoio arbitro	20.33	14.43	1.409		402
06	anti w.c.	7.17	4.59	1.562		136
07	doccia	6.66	5.04	1.321		393
08	w.c.	11.16	5.04	2.214		434

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010101 magazzino

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	0.5	30.80	1.00	3.00	92.4	404

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	disptr
01	171 P.E	1	SW	0.23	25	5.00	3.00	15.00	84.75	1.05	89
02	706 PTE	2		0.15	25	5.00	1.00	0.00	37.50	1.00	38
03	171 P.E	1	SE	0.23	25	6.10	3.00	18.30	103.39	1.10	114
04	706 PTE	2		0.15	25	6.10	1.00	0.00	45.75	1.00	46
05	171 P.E	1	NE	0.23	25	5.00	3.00	10.34	58.39	1.20	70
06	279 S.E	1	NE	1.87	25	2.85	0.90	2.57	119.90	1.20	144
07	279 S.E	1	NE	1.87	25	1.00	2.10	2.10	98.18	1.20	118
08	707 PTE	1	NE	0.14	25	13.70	1.00	0.00	47.95	1.20	58
09	706 PTE	2		0.15	25	5.00	1.00	0.00	37.50	1.00	38
10	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	30.80	30.80	178.64	1.00	179
11	655 SOF	1		0.26	25	1.00	30.80	30.80	201.74	1.00	202
TOTALI:	dispvol	+		(disptr•au%)		=	A	volume	S/V		
	404			1093	0%	1497	109.90	92.4	1.19		

AMBIENTE : 010102 spogliatoio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	0.5	30.57	1.00	3.00	91.7	401

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	disptr
01	171 P.E	1	SW	0.23	25	3.01	3.00	7.32	41.36	1.05	43
02	279 S.E	1	SW	1.87	25	1.90	0.90	1.71	79.94	1.05	84
03	707 PTE	1	SW	0.14	25	5.60	1.00	0.00	19.60	1.05	21
04	706 PTE	2		0.15	25	3.01	1.00	0.00	22.58	1.00	23
05	171 P.E	1	NE	0.23	25	6.16	3.00	13.82	78.05	1.20	94
06	279 S.E	1	NE	1.87	25	2.85	0.90	2.57	119.91	1.20	144
07	279 S.E	1	NE	1.87	25	1.00	2.10	2.10	98.18	1.20	118
08	707 PTE	1	NE	0.14	25	13.70	1.00	0.00	47.95	1.20	58
09	706 PTE	2		0.15	25	6.16	1.00	0.00	46.20	1.00	46
10	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	30.57	30.57	177.31	1.00	177
11	655 SOF	1		0.26	25	1.00	30.57	30.57	200.23	1.00	200
TOTALI:	dispvol	+		(disptr•au%)		=	A	volume	S/V		
	401			1007	0%	1408	88.65	91.7	0.97		

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010103 docce

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	8.84	1.00	3.00	26.5	464

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	SW	0.23	25	4.15	3.00	10.74	60.68	1.05	64
02	279 S.E	1	SW	1.87	25	1.90	0.90	1.71	79.94	1.05	84
03	707 PTE	1	SW	0.14	25	5.60	1.00	0.00	19.60	1.05	21
04	706 PTE	2		0.15	25	4.15	1.00	0.00	31.13	1.00	31
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	8.84	8.84	51.27	1.00	51
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	8.84	8.84	57.90	1.00	58
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		464			309	0%	773	30.13	26.5	1.14	

AMBIENTE : 010104 anti w.c.

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.91	1.00	3.00	5.7	100

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.91	1.91	11.08	1.00	11
02	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.91	1.91	12.51	1.00	13
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		100			24	0%	124	3.82	5.7	0.67	

AMBIENTE : 010105 w.c.

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.80	1.00	3.00	5.4	94

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NE	0.23	25	1.00	3.00	2.28	12.88	1.20	15
02	279 S.E	1	NE	1.87	25	0.80	0.90	0.72	33.66	1.20	40
03	707 PTE	1	NE	0.14	25	3.40	1.00	0.00	11.90	1.20	14
04	706 PTE	2		0.15	25	1.00	1.00	0.00	7.50	1.00	8
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.80	1.80	10.44	1.00	10
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.80	1.80	11.79	1.00	12
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		94			100	0%	194	6.60	5.4	1.22	

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010201 w.c.

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.80	1.00	3.00	5.4	94

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NE	0.23	25	1.00	3.00	2.28	12.88	1.20	15
02	279 S.E	1	NE	1.87	25	0.80	0.90	0.72	33.66	1.20	40
03	707 PTE	1	NE	0.14	25	3.40	1.00	0.00	11.90	1.20	14
04	706 PTE	2		0.15	25	1.00	1.00	0.00	7.50	1.00	8
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.80	1.80	10.44	1.00	10
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.80	1.80	11.79	1.00	12
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		94			100	0%	194	6.60	5.4	1.22	

AMBIENTE : 010202 anti w.c.

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.91	1.00	3.00	5.7	100

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.91	1.91	11.08	1.00	11
02	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.91	1.91	12.51	1.00	13
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		100			24	0%	124	3.82	5.7	0.67	

AMBIENTE : 010203 docce

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.0	8.84	1.00	3.00	26.5	464

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	SW	0.23	25	4.15	3.00	10.74	60.68	1.05	64
02	279 S.E	1	SW	1.87	25	1.90	0.90	1.71	79.94	1.05	84
03	707 PTE	1	SW	0.14	25	5.60	1.00	0.00	19.60	1.05	21
04	706 PTE	2		0.15	25	4.15	1.00	0.00	31.13	1.00	31
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	8.84	8.84	51.27	1.00	51
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	8.84	8.84	57.90	1.00	58
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		464			309	0%	773	30.13	26.5	1.14	

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010204 spogliatoio

Te = - 5							
Ta = 20	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	30.57	1.00	3.00	91.7	401

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	disptra
01	171 P.E	1	SW	0.23	25	3.01	3.00	7.32	41.36	1.05	43
02	279 S.E	1	SW	1.87	25	1.90	0.90	1.71	79.94	1.05	84
03	707 PTE	1	SW	0.14	25	5.60	1.00	0.00	19.60	1.05	21
04	706 PTE	2		0.15	25	3.01	1.00	0.00	22.58	1.00	23
05	354 P.I	1	U1	0.30	15	1.74	3.00	5.22	23.10	1.00	23
06	705 PTE	2		0.30	15	1.74	1.00	0.00	15.66	1.00	16
07	171 P.E	1	NE	0.23	25	6.16	3.00	13.82	78.05	1.20	94
08	279 S.E	1	NE	1.87	25	2.85	0.90	2.57	119.91	1.20	144
09	279 S.E	1	NE	1.87	25	1.00	2.10	2.10	98.18	1.20	118
10	707 PTE	1	NE	0.14	25	13.70	1.00	0.00	47.95	1.20	58
11	706 PTE	2		0.15	25	6.16	1.00	0.00	46.20	1.00	46
12	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	30.57	30.57	177.31	1.00	177
13	655 SOF	1		0.26	25	1.00	30.57	30.57	200.23	1.00	200
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)			=	A	volume	S/V		
	401			1046	0%	1447	93.87	91.7	1.02		

AMBIENTE : 010301 w.c.

Te = - 5 Ta = 20	<table><tr><th>q</th><th>ric</th><th>largh</th><th>lungh</th><th>altez</th><th>volume</th><th>dispvol</th></tr><tr><td>1</td><td>8.0</td><td>1.68</td><td>1.00</td><td>3.00</td><td>5.0</td><td>353</td></tr></table>	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol	1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353
q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol									
1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353									

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	disptra
01	354 P.I	1	U1	0.30	15	1.10	3.00	3.30	14.60	1.00	15
02	706 PTE	2		0.15	15	1.10	1.00	0.00	4.95	1.00	5
03	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.68	1.68	9.74	1.00	10
04	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.68	1.68	11.00	1.00	11
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)			=	A	volume	S/V		
	353			40	0%	393	6.66	5.0	1.32		

AMBIENTE : 010302 doccia

Te = - 5 Ta = 20	<table><tr><th>q</th><th>ric</th><th>largh</th><th>lungh</th><th>altez</th><th>volume</th><th>dispvol</th></tr><tr><td>1</td><td>8.0</td><td>1.68</td><td>1.00</td><td>3.00</td><td>5.0</td><td>353</td></tr></table>	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol	1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353
q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol									
1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353									

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	disptra
01	354 P.I	1	U1	0.30	15	1.10	3.00	3.30	14.60	1.00	15
02	706 PTE	2		0.15	15	1.10	1.00	0.00	4.95	1.00	5
03	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.68	1.68	9.74	1.00	10
04	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.68	1.68	11.00	1.00	11
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)			=	A	volume	S/V		
	353			40	0%	393	6.66	5.0	1.32		

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010303 anti w.c.

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	2.0	1.53	1.00	3.00	4.6	80

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.53	1.53	8.87	1.00	9
02	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.53	1.53	10.02	1.00	10
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		80			19	0%	99	3.06	4.6	0.67	

AMBIENTE : 010304 spogliatoio arbitro

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	4.81	1.00	3.00	14.4	63

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NE	0.23	25	2.37	3.00	4.11	23.22	1.20	28
02	279 S.E	1	NE	1.87	25	1.00	3.00	3.00	140.25	1.20	168
03	707 PTE	1	NE	0.14	25	8.00	1.00	0.00	28.00	1.20	34
04	706 PTE	2		0.15	25	2.37	1.00	0.00	17.78	1.00	18
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	4.81	4.81	27.90	1.00	28
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	4.81	4.81	31.51	1.00	32
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		63			307	0%	370	16.73	14.4	1.16	

AMBIENTE : 010305 spogliatoio arbitro

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	4.81	1.00	3.00	14.4	63

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NE	0.23	25	2.37	3.00	4.11	23.22	1.20	28
02	279 S.E	1	NE	1.87	25	1.00	3.00	3.00	140.25	1.20	168
03	707 PTE	1	NE	0.14	25	8.00	1.00	0.00	28.00	1.20	34
04	706 PTE	2		0.15	25	2.37	1.00	0.00	17.78	1.00	18
05	171 P.E	1	NW	0.23	25	1.20	3.00	3.60	20.34	1.15	23
06	706 PTE	2		0.15	25	1.20	1.00	0.00	9.00	1.00	9
07	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	4.81	4.81	27.90	1.00	28
08	655 SOF	1		0.26	25	1.00	4.81	4.81	31.51	1.00	32
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		63			339	0%	402	20.33	14.4	1.41	

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010306 anti w.c.

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	2.0	1.53	1.00	3.00	4.6	80

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NW	0.23	25	1.37	3.00	4.11	23.22	1.15	27
02	706 PTE	2		0.15	25	1.37	1.00	0.00	10.28	1.00	10
03	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.53	1.53	8.87	1.00	9
04	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.53	1.53	10.02	1.00	10
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		80			56	0%	136	7.17	4.6	1.56	

AMBIENTE : 010307 doccia

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	354 P.I	1	U1	0.30	15	1.10	3.00	3.30	14.60	1.00	15
02	706 PTE	2		0.15	15	1.10	1.00	0.00	4.95	1.00	5
03	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.68	1.68	9.74	1.00	10
04	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.68	1.68	11.00	1.00	11
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		353			40	0%	393	6.66	5.0	1.32	

AMBIENTE : 010308 w.c.

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	8.0	1.68	1.00	3.00	5.0	353

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	354 P.I	1	U1	0.30	15	1.10	3.00	3.30	14.60	1.00	15
02	706 PTE	2		0.15	15	1.10	1.00	0.00	4.95	1.00	5
03	171 P.E	1	NW	0.23	25	1.50	3.00	4.50	25.43	1.15	29
04	706 PTE	2		0.15	25	1.50	1.00	0.00	11.25	1.00	11
05	578 PAV	1	T2	0.29	20	1.00	1.68	1.68	9.74	1.00	10
06	655 SOF	1		0.26	25	1.00	1.68	1.68	11.00	1.00	11
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		353			81	0%	434	11.16	5.0	2.21	

Nelle pagine successive sono riportate le tabelle relative alle:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

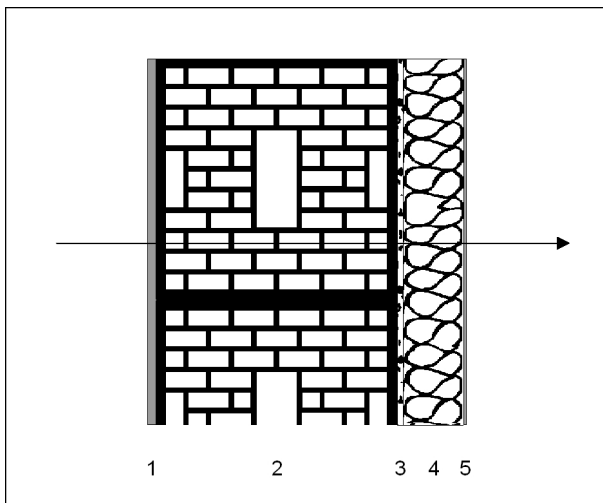
LEGENDA

s	[m]	Spessore dello strato
λ	[W/mK]	Conduttività termica del materiale
C	[W/m ² K]	Conduttanza unitaria
ρ	[kg/m ³]	Massa volumica
$\delta_a 10^{12}$	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50 %
$\delta_u 10^{12}$	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95 %
R	[m ² K/W]	Resistenza termica dei singoli strati
Ag	[m ²]	Area del vetro
Af	[m ²]	Area del telaio
Lg	[m]	Lunghezza perimetrale della superficie vetrata
Ug	[W/m ² K]	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
Uf	[W/m ² K]	Trasmittanza termica del telaio
Ψ_l	[W/mK]	Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)
Uw	[W/m ² K]	Trasmittanza termica totale del serramento
c	[J/(kg·K)]	Capacità termica specifica
δ	[m]	Profondità di penetrazione periodica di un'onda termica
ξ	[-]	Rapporto tra lo spessore dello strato e la profondità di penetrazione
χ	[J/(m ² K)]	Capacità termica areica
Ymn	[W/(m ² K)]	Ammettenza termica dinamica
Zmn		Elemento della matrice di trasmissione del calore
Z11	[-]	
Z12	[m ² ·K/W]	
Z21	[W/(m ² K)]	
Z22	[-]	
T	[s]	Periodo delle variazioni
Δt	[s]	Variazione di tempo: anticipo (se positiva) o ritardo (se negativa)

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Parete esterna in POROTON da 40 cm isolata con cappotto esterno in polistirene (EPS) da cod 171 P.E 10 cm.

Massa [kg/m²]		350.5	Capacità [kJ/m²K]		343.9	Type Ashrae		17
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Blocchi di grande formato tipo POROTON in laterizio alleggerito per murature isolanti e portanti.	0,4000	0,230	0,57	760	20,0000	20,0000	1,739
3	Collante edile a base cementizia extra bianco (A 964 - FASSA BORTOLO) per lastre in EPS e in lana di roccia	0,0100	0,750	75,00	1350	5,3000	13,0000	0,013
4	Polistirene espanso, sinterizzato a vapore, ISOFORM in lastre EPS 150	0,1000	0,034	0,34	20	3,0000	3,0000	2,941
5	Intonaco di malta cementizia 2000 per esterno	0,0050	1,400	280,00	2000	6,2500	6,2500	0,004
SPESSORE TOTALE [m]		0,5300						



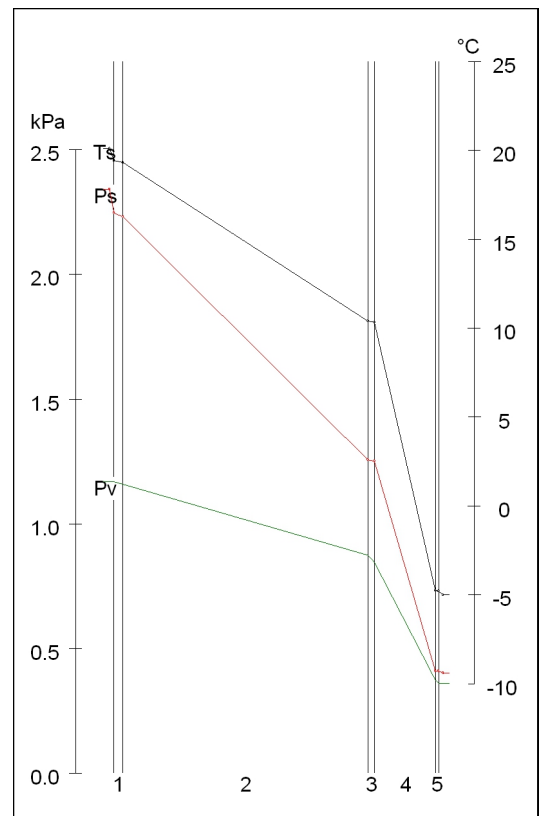
Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,130
--	---	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
--	----	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0,205	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	4,889
--	-------	--	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

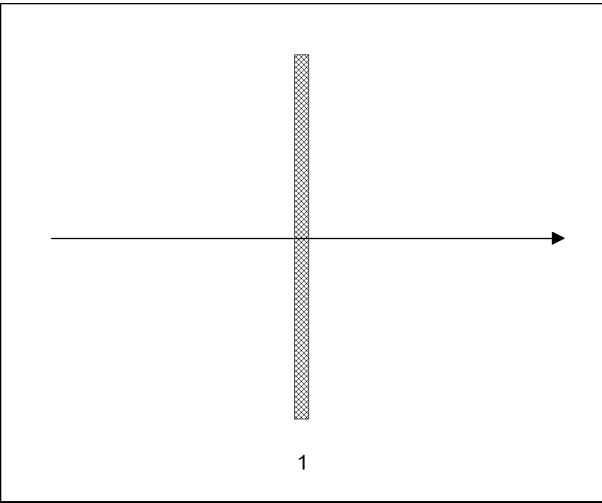
CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	- 5.0	362
ESTIVA: agosto	26.0	2689	32.0	2969
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				37
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m ²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1075



CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato in vetro camera a taglio termico e basso emissivo 44.1be+16a+44.1, cod 279 S.E adimensionale, telaio in alluminio.

Massa [kg/m²]		64.8	Capacità [kJ/m²K]		54.4					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)			s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δα 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 44.1be+16a+44.1 (Ug=1,100) telaio in alluminio con vetro a basso emissivo.			0,0240		2,818	2700	0,0000	0,0000	0,355
SPESSORE TOTALE [m]				0,0240						



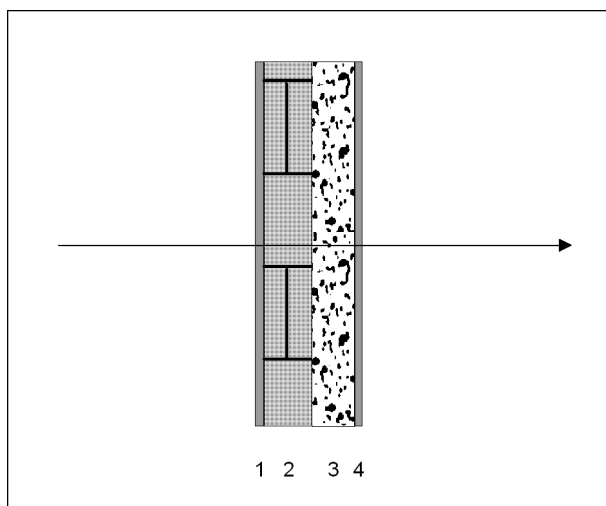
Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0,140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	1,870	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	0,535

Descrizione	Ag (m²)	Af (m²)	Lg (m)	Ug (W/m²K)	Uf (W/m²K)	Ψl (W/mK)	Uw (W/m²K)
Serramento singolo	2.17	0.36	4.84	1.200	2.200	0.110	1.553
Doppio serramento e/o combinato							

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Parete interna in mattoni da 8 cm con controparete in cartongesso e isolamento intermedia in cod 354 P.I poliuretano da 6 cm.

Massa [kg/m ²]		138.4	Capacità [kJ/m ² K]		117.2	Type Ashrae		4
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Laterizio misto generico da 1300 per pareti interne	0,0800	0,500	6,25	1300	26,7900	26,7900	0,160
3	Poliuretano espanso STIFERITE GT per isolazioni di coperture, pavimenti e pareti.	0,0700	0,024	0,34	30	2,3400	2,3400	2,917
4	Intonaco formato da pannelli in cartongesso	0,0125	0,400	32,00	900	23,5000	23,5000	0,031
SPESSORE TOTALE [m]		0,1775						



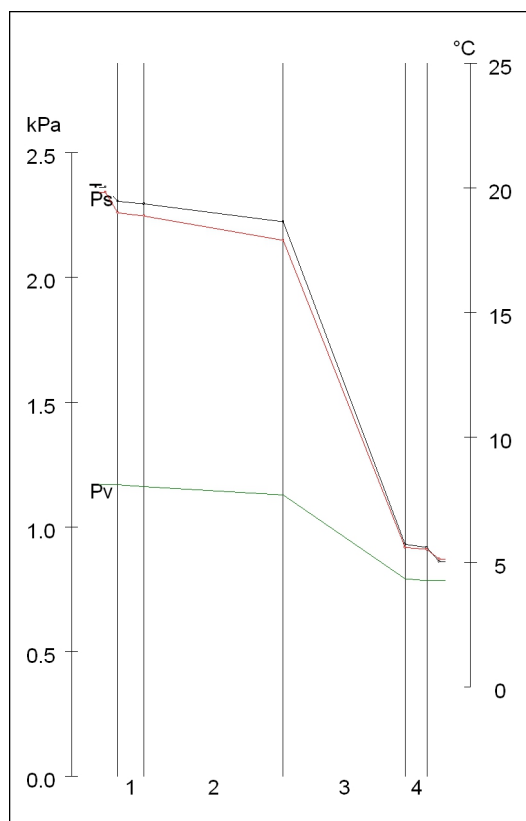
Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,130
--	---	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	8	Resistenza unitaria superficie esterna	0,130
--	---	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0,295	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	3,389
--	-------	--	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	5.0	785
ESTIVA: agosto	26.0	2689	26.0	2353
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				126
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m ²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1088

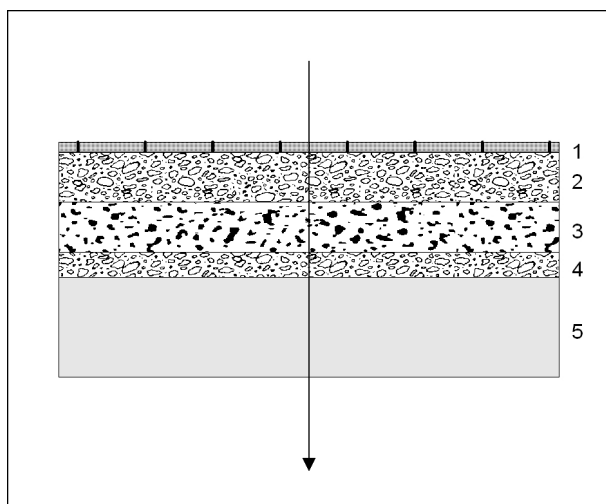


CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Pavimento su iglù, isolato.

cod 578 PAV

Massa [kg/m²]		359.8	Capacità [kJ/m²K]		308.5	Type Ashrae		37		
N	Descrizione strato		s	λ	C	ρ	δα 10 ¹²	δu 10 ¹²	R	
	(dall'interno verso l'esterno)		(m)	(W/mK)	(W/m²K)	(kg/m³)	(kg/msPa)	(kg/msPa)	(m²K/W)	
1	Piastrelle di ceramica		0,0200	1,000	50,00	2300	0,9380	0,9380	0,020	
2	Sottofondo sabbia e cemento		0,1000	1,200	12,00	1900	7,5000	7,5000	0,083	
3	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)		0,1000	0,035	0,35	35	0,9400	0,9400	2,857	
4	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2400 per pareti interne o esterne protette		0,0500	1,910	38,20	2400	1,8800	2,8800	0,026	
5	Intercapedine d'aria ventilata sp. 200 mm , superfici opache, flusso di calore discendente UNI 6946		0,2000		11,111	1,30	193,0000	193,0000	0,090	
SPESSORE TOTALE [m]			0,4700							



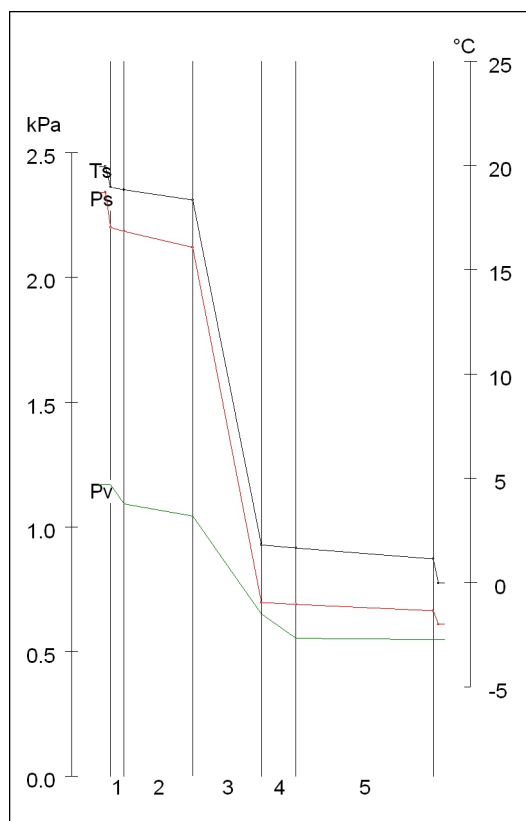
Conduttanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0,170
--	---	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	5	Resistenza unitaria superficie esterna	0,200
--	---	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0,290	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	3,447
-------------------------------	-------	-------------------------------------	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

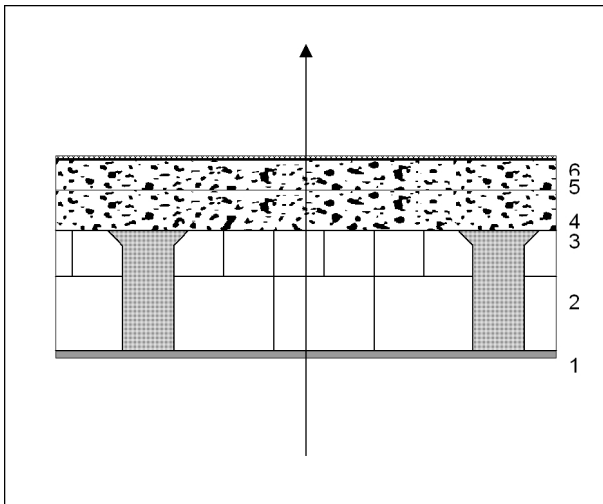
CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	0.0	549
ESTIVA: agosto	26.0	2689	2.0	494
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				47
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1030



CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Copertura piana in solaio tipo Predalles da 24 cm isolata, finitura in lamiera.
cod 655 SOF

Massa [kg/m²]	334.6	Capacità [kJ/m²K]	284.5	Type Ashrae	25			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δα 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Solaio con blocchi di polistirene da 16; sp tot 24 cm, da 1200 (da UNI 10355)	0,2400		1,923	1200	3,0000	3,0000	0,520
3	Polietilene (PE)	0,0002	0,350	1750,00	950	0,0038	0,0038	0,001
4	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0,0800	0,035	0,44	35	0,9400	0,9400	2,286
5	Calcestruzzo alleggerito per massetti GRIGOLIN PB 30	0,0600	0,072	1,20	300	3,0000	3,0000	0,833
6	Guaina	0,0030	0,280	93,33	1000	0,0000	0,0000	0,011
7	Lamiera di acciaio	0,0002	52,000	260000,00	8000	0,0000	0,0000	0,000
SPESSORE TOTALE [m]		0,3984						



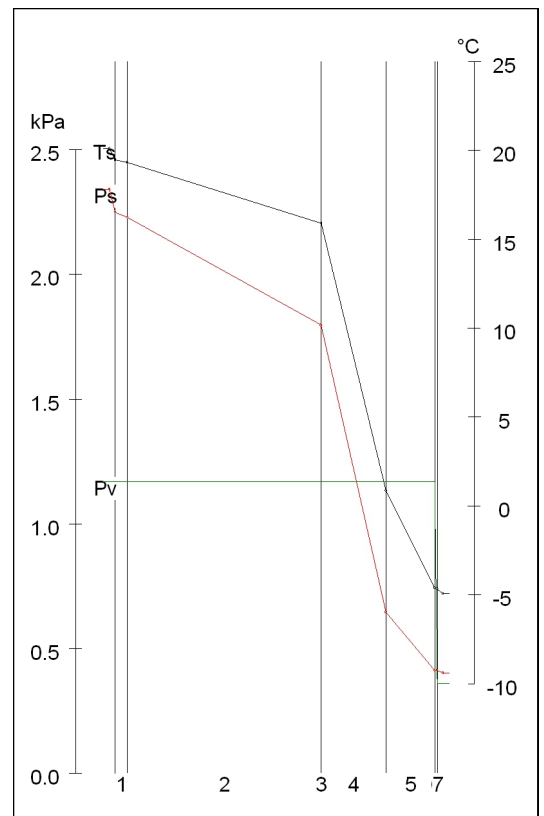
Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0,100
--	----	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
--	----	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0,262	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	3,812
-------------------------------	-------	-------------------------------------	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	- 5.0	362
ESTIVA: agosto	26.0	2689	32.0	2969
<input type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				



DPR 59 - Par. 18.b				
LIMITAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA				
Irradianza sul piano orizzontale solare	Im,s	270	W/m ²	
Massa superficiale	Ms		kg/m ²	
Modulo trasmittanza termica periodica	YiE		W/m ² K	

Parete		Ms	YiE	Verifica
P.E 171 verticale		320	0.00	SI
SOF 655 orizzontale		314	0.04	SI

IMPOSTAZIONI DEI SOTTOSISTEMI ENERGETICI PER IL CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO RISCALDAMENTO

SOTTOSISTEMA DI RECUPERO

Assente

SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE

Terminali emissione: Ventilconvettori

Tipo di funzionamento: Sistema con funzionamento continuo

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di emissione

 η_e

[-]

0.960

Altezza del locale

 h

[m]

3.0

Potenza elettrica ausiliari

 W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE

Tipo di regolazione: Climatico e singolo ambiente

Caratteristiche: P banda prop. 0.5°C

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di regolazione

 η_{eH}

[-]

0.990

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Metodo di calcolo: Prospetti

Tipo di impianto: Autonomo

Numero di piani: 5 e più

Anno di installazione: (Legge 10/91) dopo il 1993

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di distribuzione

 η_d

[-]

0.990

Rendimento di distribuzione corretto $[1-(1-n)*0.60]$

 $\eta_{d,cor}$

[-]

0.994

Tipo di funzionamento: Sistema con funzionamento continuo

Potenza elettrica ausiliari

 W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO

Sistema di accumulo presente :

☒

Volume dell'accumulo: da 50 a 200 litri

Coefficiente di perdita definito dall'utente :

☐

Coefficiente di perdita

[W]

60.0

Tipo di funzionamento: Sistema senza resistenza di backup

Potenza elettrica ausiliari

 W_{aux}

[kW]

0.050

Ubicato in ambiente riscaldato :

☐

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE PRIORITARIO 1

Tipo generatore: PDC

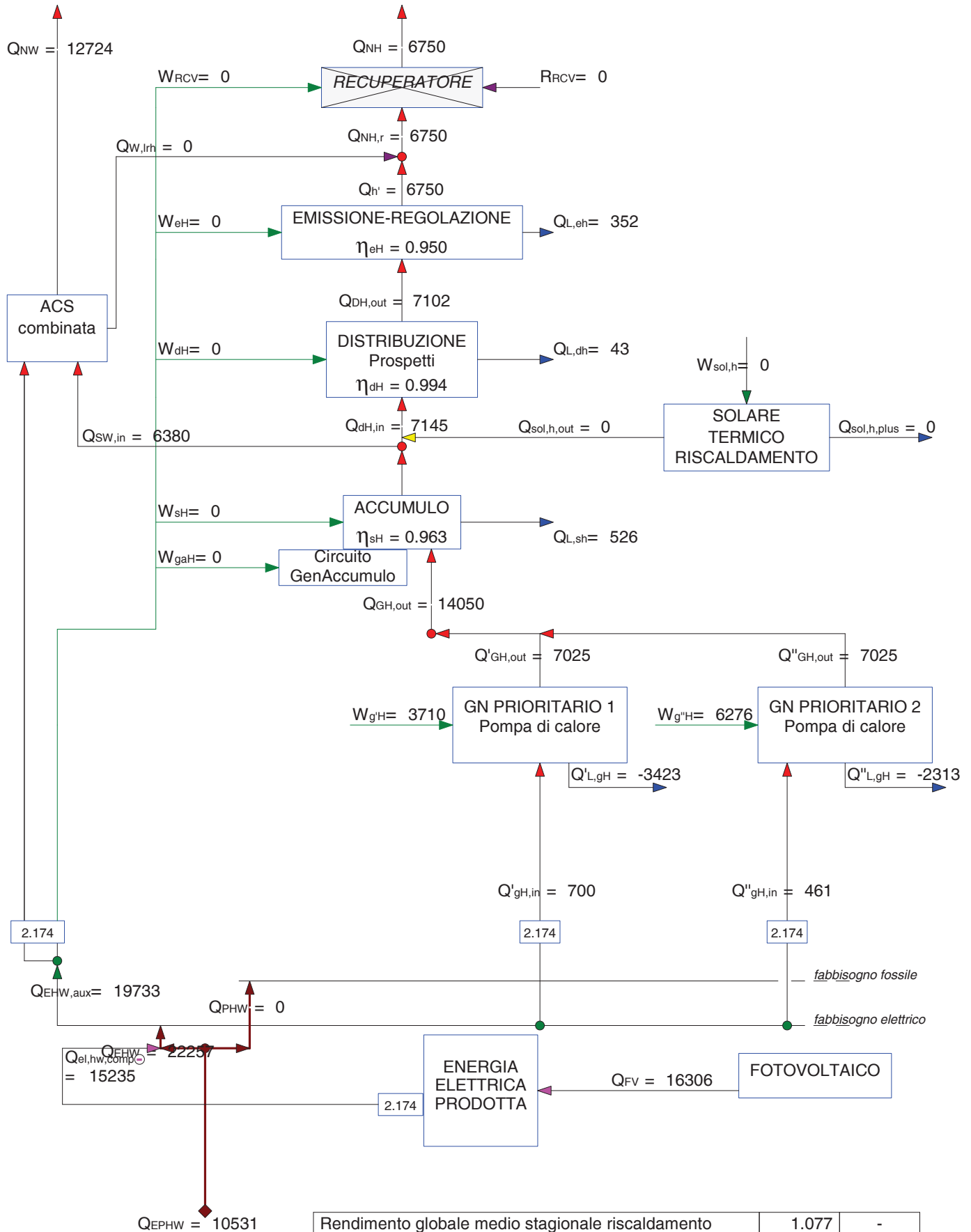
SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE PRIORITARIO 2

Tipo generatore: PDC

SOTTOSISTEMA DI INTEGRAZIONE

Generatore con metodo di calcolo: Prospetti

SCHEMA DI CALCOLO ENERGIA PRIMARIA RISCALDAMENTO E ACS



Rendimento globale medio stagionale riscaldamento	1.077	-
Fabbisogno di energia primaria specifica per riscaldamento	9.9	kWh/m ³

ENERGIA PRIMARIA RISCALDAMENTO

Legenda:

Q_{NH}	[kWh]	fabbisogno termico per il riscaldamento dell'involucro
Q_{NW}	[kWh]	fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria
W_{RCV}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica del sistema di ventilazione
η_{RCV}	[-]	efficienza del recuperatore di calore
R_{RCV}	[kWh]	contributo di un eventuale recuperatore di calore
$Q_{NH,r}$	[kWh]	fab. termico riscaldamento involucro corretto dal contributo eventuale recuperatore
$Q_{W,lrh}$	[kWh]	perdite recuperate dal sistema di produzione acqua calda sanitaria
$Q_{h'}$	[kWh]	$Q_{h'} = Q_{NH,r} - Q_{W,lrh}$
W_{eH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di emissione
η_{eH}	[-]	rendimento del sistema di emissione
$Q_{L,eH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di emissione
$Q_{dH,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di distribuzione
W_{dH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di distribuzione
η_{dH}	[-]	rendimento del sistema di distribuzione
$Q_{L,dH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di distribuzione
$Q_{dH,in}$	[kWh]	energia termica in ingresso al sistema di distribuzione
$W_{sol,h}$	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del solare termico
$Q_{sol,h,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal solare termico
$Q_{sol,h,plus}$	[kWh]	energia termica prodotta in surplus dal solare termico
$Q_{sw,in}$	[kWh]	energia termica prodotta dal solare termico in ingresso all'impianto ACS
W_{sH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di accumulo
η_{sH}	[-]	rendimento del sistema di accumulo
$Q_{L,sH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di accumulo
W_{gaH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del circuito del sistema di accumulo
$Q_{gH,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di generazione per riscaldamento
$Q_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal sistema di generazione/integrazione
$Q'_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal primo generatore prioritario
$Q''_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal secondo generatore prioritario
W_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di generazione/integrazione
W'_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del primo sistema di generazione prioritario
W''_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del secondo sistema di generazione prioritario
η_{gH}	[-]	rendimento del sistema di generazione/integrazione
$Q_{L,gH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione/integrazione
$Q_{L,g'H}$	[kWh]	perdita termica del primo generatore prioritario
$Q_{L,g''H}$	[kWh]	perdita termica del secondo generatore prioritario
$Q_{CG,el,exp}$	[kWh]	energia elettrica esportata del cogeneratore
$Q_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore/integrazione
$Q'_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al primo generatore prioritario
$Q''_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al secondo generatore prioritario
Q_{FV}	[kWh]	contributo energetico dovuto agli impianti solari fotovoltaici
η_{FV}	[-]	efficienza media del pannello dell'impianto fotovoltaico
Q_{WD}	[kWh]	contributo energetico dovuto agli impianti eolici
$Q_{el,h,comp}$	[kWh]	energia elettrica compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{p,h,comp}$	[kWh]	energia primaria compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{el,exp,h}$	[kWh]	energia elettrica esportata dall'impianto
$Q_{EH,aux}$	[kWh]	energia primaria in ingresso agli ausiliari
Q_{EH}	[kWh]	energia primaria elettrica
Q_{PH}	[kWh]	energia primaria fossile
Q_{EPH}	[kWh]	fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento dell'involucro edilizio

IMPOSTAZIONI DEI SOTTOSISTEMI ENERGETICI PER IL CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO ACS

IMPIANTO COMBINATO (ACS e climatizzazione invernale)



FABBISOGNO ACS

Edifici non residenziali - Tipo: Edifici adibiti ad attività sportive

Fattore medio di occupazione giornaliera

F_{oc}

[-]

8

Indice di affollamento

ns

[pers/m²]

0.70

Fattore di correzione

f_{cor}

[-]

0.23

Profilo occupazione mensile

Gen

Feb

Maz

Apr

Mag

Giu

Lug

Ago

Set

Ott

Nov

Dic

Giorni

31

28

31

30

31

30

31

31

30

31

30

31

Temperatura di erogazione

θ_{er}

[°C]

40.0

Temperatura di ingresso dell'acqua fredda

θ_o

[°C]

10.0

Area utile totale

A

[m²]

136.4

Fabbisogno specifico definito dall'utente :



Fabbisogno specifico

Q'_{w}

[Wh/pers.giorno]

1095

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE

Rendimento di erogazione

η_e

[-]

0.950

Resistenza elettrica per riscaldamento istantaneo ACS:



Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Metodo di calcolo: Prospetti

Sistema di distribuzione: ACS Installato dopo la 373 - ACS con ricircolo

Rendimento definito dall'utente :



Rendimento di distribuzione

η_d

[-]

0.850

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.050

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO

Sistema di accumulo presente :



Volume dell'accumulo: da 200 a 1500 litri

Coefficiente di perdita definito dall'utente :



Coefficiente di perdita

[W]

120.0

Tipo di funzionamento: Sistema senza resistenza di backup

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.050

Ubicato in ambiente riscaldato :



SOLARE TERMICO

Solare termico presente

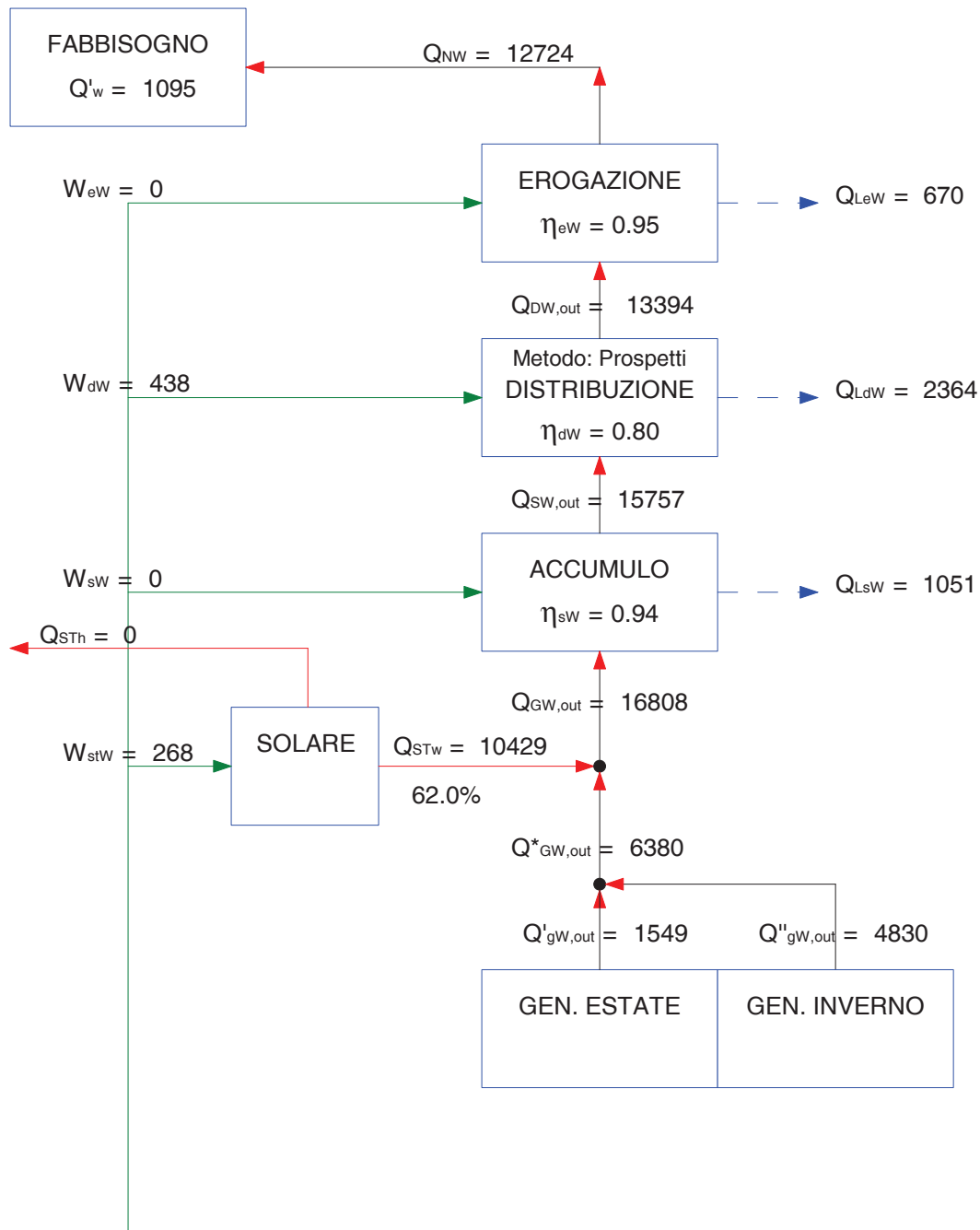


Tipo di utilizzo: solo acs

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

Combinato

SCHEMA DI CALCOLO ENERGIA PRIMARIA ACS



Rendimento globale medio stagionale ACS	2.98	-
Fabbisogno di energia primaria specifica per ACS	6.8	kWh/m³

ENERGIA PRIMARIA ACS

Legenda:

Q'_{w}	[Wh/g]	fabbisogno energetico specifico giornaliero per la produzione ACS (al m ² o per persona)
Q_{NW}	[kWh]	fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria
W_{eW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di erogazione
η_{eW}	[-]	rendimento del sistema di erogazione
$Q_{L,eW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di erogazione
$Q_{dW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di distribuzione
W_{dW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di distribuzione
η_{dW}	[-]	rendimento del sistema di distribuzione
$Q_{L,dW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di distribuzione
$Q_{sW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di accumulo
W_{sW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di accumulo
η_{sW}	[-]	rendimento del sistema di accumulo
$Q_{L,sW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di accumulo
Q_{rke}	[kWh]	energia termica prodotta dal kit di recupero della pompa di calore endotermica
$Q_{gW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di generazione
$Q'_{gW,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal sistema di generazione/integrazione
$Q''_{gW,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal generatore prioritario
W_{gW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del generatore di integrazione
W'_{gW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del generatore prioritario
$Q'_{L,gW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione/integrazione
$Q''_{L,gW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione prioritario
$Q'_{gW,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore/integrazione
$Q''_{gW,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore prioritario
Q_{STw}	[kWh]	energia prodotto dal solare termico per la soddisfazione del fabbisogno ACS
Q_{STh}	[kWh]	energia prodotto dal solare termico per la soddisfazione del fabbisogno riscaldamento
$Q_{el,w,comp}$	[kWh]	energia elettrica compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{p,w,comp}$	[kWh]	energia primaria compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{el,exp,w}$	[kWh]	energia elettrica esportata dall'impianto
$Q_{EW,aux}$	[kWh]	energia primaria in ingresso agli ausiliari
Q_{EW}	[kWh]	energia primaria elettrica
Q_{PW}	[kWh]	energia primaria fossile
Q_{EPw}	[kWh]	fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

RIEPILOGO DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Locale	disp. Term. Watt	n° el. Tipo	Interasse	diam. mm	Lv m	Ru	resistenza mm. C.A.	reg. giri ap.
0101:01	1497	AWC	2030	16	39,6	6	550	4,0
0101:02A	704	AWC	1030	16	38,6	5	505	3,5
0101:02B	704	AWC	1030	16	31,0	5	467	3,0
0101:03	773	8	1800	12	27,0	10	582	A
0101:04	124	2	1800	12	24,6	5	435	2,0
0101:05	194	2	1800	12	29,6	5	460	2,5

Totale zona	3996							
-------------	------	--	--	--	--	--	--	--

0102:01	194	2	1800	12	38,8	5	400	3,5
0102:02	124	2	1800	12	38,0	5	396	3,0
0102:03	773	8	1800	12	31,6	10	522	A
0102:04A	724	AWC	1030	16	39,6	5	404	4,0
0102:04B	723	AWC	1030	16	32,0	5	366	2,5

Totale zona	2538							
-------------	------	--	--	--	--	--	--	--

0103:01	393	4	1800	12	30,0	5	332	2,5
0103:02	393	4	1800	12	28,0	5	322	1,5
0103:03	99	2	1800	12	33,8	5	351	3,5
0103:04	370	4	1800	12	35,6	5	360	A
0103:05	402	5	1800	12	34,4	5	354	4,0
0103:06	136	2	1800	12	32,2	5	343	3,0
0103:07	393	4	1800	12	26,0	5	312	1,0
0103:08	434	5	1800	12	28,4	5	324	2,0

Totale zona	2621							
-------------	------	--	--	--	--	--	--	--

Totale	9156							
--------	------	--	--	--	--	--	--	--

Distribuzione principale, in partenza dal generatore di calore sarà eseguita in tubo acciaio diam. = 1"

Perdita di carico totale del circuito zona 1: $R_t = 582$ mm C.A.

Perdita di carico totale del circuito zona 2: $R_t = 522$ mm C.A.

Perdita di carico totale del circuito zona 3: $R_t = 360$ mm C.A.

RELAZIONE TECNICA
DI CUI ALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10,
ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI
CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI.
APPLICAZIONE DPR 59 del 10-06-2009
in attuazione ai DECRETI LEGISLATIVI
19 Agosto 2005, N. 192 e 29 Dicembre 2006 N. 311

*Opere relative ad edifici di nuova costruzione o a ristrutturazione di edifici nei casi
previsti dall'Art. 3, Comma 2, lettere a) e b)*

*In ottemperanza a quanto disposto dall'Art. 11 del DLgs N. 192+311 in fase transitoria,
il calcolo del fabbisogno di energia primaria, dei rendimenti impianto e della potenza di picco, è
disciplinato dalla Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 e relativo D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993.*

*Ai sensi del Decreto n°115 del 30 Maggio 2008 Allegato 3, per il calcolo delle prestazioni
energetiche degli edifici, si sono adottate le norme UNI TS 11300*

*Valutazione standard e di progetto: Parte 1 : Determinazione fabbisogno energia termica
dell'edificio per climatizzazione estiva ed invernale*

*Parte 2 : Determinazione dell'energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale
e per la produzione di acqua calda sanitaria*

*Altre procedure di calcolo adottate: UNI EN ISO 13786 "Caratteristiche termiche dinamiche"
UNI EN ISO 13788 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia"*

Opere relative a:	Nuova costruzione
Località :	TRIESTE Via Campanelle

Tipo di edificio :	Edificio adibito a servizi di supporto alle attività sportive
Categoria :	E.6(3) (sede sportiva)
Committente :	
Progettisti :	

1) INFORMAZIONI GENERALI

1.1 - Comune di TRIESTE

1.2 - Progetto per la realizzazione di Nuova costruzione

1.3 - sito in Via Campanelle

1.4 – Permesso di costruire _

1.5 - Classificazione dell'edificio: E.6(3) edificio adibito a servizi di supporto alle attività sportive

1.6 - Numero delle unita' abitative: 1

1.7 - Committente: _

1.8 - Progettista degli impianti termici: _

1.9 - Progettista dell'isolamento termico dell'edificio: _

1.10 - Direttore dei lavori degli impianti termici: _

1.11 - Direttore dei lavori dell'isolamento termico dell'edificio: _

1.12 - L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti a uso pubblico ai fini dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia previste dall'art.5 comma 15 del decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n° 412 e del comma 14 (allegato I) del decreto legislativo 192:

☐ Sì ☒ No

2) FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

I seguenti elementi tipologici (contrassegnati) sono forniti in allegato:

- ☐ 2.1 - piante di ciascun piano degli edifici con l'impianto di riscaldamento e i codici delle strutture utilizzate
- ☐ 2.2 - sezione dell'edificio con i codici delle strutture utilizzate
- ☐ 2.3 - elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

3) PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

- 3.1 - Gradi-giorno [GG] : 2102
- 3.2 - Temperatura minima di progetto dell'aria esterna (UNI5364) [°C] : -5

4) DATI TECNICO-COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

- 4.1 - Volume degli ambienti al lordo delle strutture che li delimitano (V) [m³] : 496
- 4.2 - Superficie esterna che delimita il volume (S) [m²] : 520
- 4.3 - Rapporto S/V [m¹] : 1.048
- 4.4 - Superficie utile dell'edificio [m²] : 162.10
- 4.5 - Valori di progetto della temperatura interna [°C] : 20
- 4.6 - Valori di progetto dell'umidità interna [%] : 50

5) DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

5.1.a) Descrizione generale dell'impianto termico contenente i seguenti elementi:

5.1.a.1 - Tipologia:

Impianto termico autonomo per riscaldamento ambienti e produzione di acqua calda ad uso sanitario (ACS). Si prevede la formazione di una rete di distribuzione che si dirama dai collettori posti in cassetta di ispezione facilmente accessibile.

Il sistema consente una buona integrazione con le strutture edilizie, tempi di messa a regime omogenei e minori perdite di carico.

La produzione di ACS è integrata da pannelli solari termici in copertura.

5.1.a.2 - Sistemi di generazione:

N° 1 generatore di calore a pompa di calore. Marca e modello vedi schemi dell'impianto termico.

5.1.a.3 - Sistemi di termoregolazione:

Regolatore della temperatura ambiente con orologio programmatore settimanale e giornaliero del tipo on/off.

Valvole termostatiche con elemento sensibile ad olio.

5.1.a.4 - Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

Non previsti.

5.1.a.5 - Sistemi di distribuzione del vettore termico:

La distribuzione del fluido termovettore si dipartirà dalla centrale termica e sarà del tipo a collettore complanare con tubazioni in rame isolate di andata e ritorno per ogni singolo corpo scaldante.

Si prescrive che il collettore sia completo a monte di valvole di intercettazione e di eventuali sfoghi dell'aria se alimentato dal basso.

Collettore, cassetta di ispezione, valvole ed accessori Marca FAR o equivalente.

5.1.a.6 - Sistemi di ventilazione forzata (tipologie):

Previsto impianto di estrazione e rinnovo dell'aria con recupero di calore (vedi tavole allegate).

5.1.a.7 - Sistemi di accumulo termico (tipologie):

N°1 puffer acqua calda / refrigerata da 50 litri dotato di apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua.

5.1.a.8 - Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

Lo stesso generatore di calore, pompa di calore, provvederà anche alla produzione dell'acqua calda sanitaria a mezzo di apposito boiler di accumulo bivalente con doppio serpentino da 300 litri, dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria. La distribuzione dell'acqua calda sanitaria sarà eseguita in tubazioni di multistrato coibentate in conformità alla tabella B del DPR 412/93; inoltre sarà prevista una linea di ricircolo.

5.1.a.9 - Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore (per potenza installata uguale o maggiore a 350 kW): Dato non richiesto.

5.1.b) Specifiche dei generatori di energia

5.1.b.1 - Generatore numero 1

POMPA DI CALORE:

Energia utilizzata: elettrica assorbita dal motore.

Sorgente esterna a temperatura variabile.

COP(Tr): coefficiente di effetto utile alla temperatura (Tr) di riferimento: 1.830

5.1.b.2 - Fluido termovettore: Acqua

5.1.b.3 - Valore nominale della potenza termica utile (Pn) kW 7.5

5.1.b.4 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% di Pn:

5.1.b.4.1 - valore di progetto [%]

5.1.b.4.2 - valore minimo prescritto [%]

5.1.b.4.3 - verifica

5.1.b.5 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% di Pn:

5.1.b.5.1 - valore di progetto [%]

5.1.b.5.2 - valore minimo prescritto [%]

5.1.b.5.3 - verifica

5.1.b.6 - Combustibile utilizzato: Energia Elettrica

5.1.b.7 - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, collettori solari, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove possibile, le vigenti norme tecniche.

Non previsti.

5.1.c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

5.1.c.1 - Tipo di conduzione previsto in sede di progetto:

continuo con attenuazione notturna: ☐

intermittente: ☒

5.1.c.2 - Sistema di telegestione dell'impianto termico:

Non previsto.

5.1.c.3 - Sistema di regolazione climatica in centrale termica:

5.1.c.3.1 - centralina climatica: Non prevista (in quanto impianto non centralizzato).

5.1.c.3.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore: _

5.1.c.3.3 - organi di attuazione: Non previsti.

5.1.c.4 - Regolatori climatici delle singole zone o unita' immobiliari:

Cronotermostato ambiente elettronico settimanale e giornaliero tipo XELUX FULL o equivalente, con almeno due livelli di temperatura, orologio programmatore in grado di attivare/disattivare il generatore in base alla temperatura richiesta nel locale pilota; termostato ambiente e/i incorporato su ogni ventilconvettore.

5.1.c.4.1 - numero di apparecchi: 1

5.1.c.4.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore: 2

5.1.c.5 - Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali (o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizione uniformi) (descrizione sintetica dei dispositivi):

Valvole termostatiche tipo 148 EUROTHERM o equivalente con elemento sensibile ad olio, poste sui singoli corpi scaldanti, la cui installazione è obbligatoria ai sensi del comma 7 Art. 7.

5.1.c.5.1 - numero di apparecchi: 5

5.1.d) - Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unita' immobiliari servite da impianto termico centralizzato:

Non previsto.

5.1.d.1 - numero di apparecchi: _

5.1.e) - Terminali di erogazione dell'energia termica

5.1.e.1 - numero di apparecchi: 9 (vedi tavole allegate)

5.1.e.2 - tipo: radiatori in ghisa e ventilconvettori posti a pavimento

5.1.e.3 - potenza termica nominale: secondo UNI EN 442/97 (dT nominale 25K)

5.1.f) - Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione - descrizione e caratteristiche principali (dimensionamento secondo norma tecnica):

Non richiesti.

5.1.g) - Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Non richiesti.

5.1.h) - Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tube in rame isolato secondo la tabella B del DPR 412/93, in funzione del diametro delle tubazioni, o fornite preisolate nelle modalità e limiti di coibentazione fissate dalle norme tecniche UNI.

5.1.i) - Specifiche della pompa di circolazione:

Incorporata nel generatore di calore.

5.1.j) - Impianti solari termici:

N° 1 boiler di accumulo bivalente da 300 litri dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria, e secondo scambiatore per circuito solare; inoltre saranno previsti n° 1 collettore solare piano, posto sopra la copertura dell'edificio e collegato al medesimo boiler di cui sopra.

5.1.k) - Schemi funzionali degli impianti termici:

Previsti.

5.2) - Impianti fotovoltaici:

Non previsto.

5.3) - Altri impianti:

Non previsti.

6) PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Note in ottemperanza al DL192

6.a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

6.a.1 - Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite: (vedere tabelle allegate e paragrafo 6.a.5).

6.a.2 - Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni. Confronto con i valori limite: (vedere tabelle allegate e paragrafo 6.a.5).

6.a.3 - Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate : Previste vetrature con vetro selettivo aventi fattore solare inferiore o uguale a 0.5 e dei tendaggi interni.

6.a.4 - Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli) : In corrispondenza dei punti ove si può verificare un innesto di elementi strutturali diversi (pilastri, solai e pareti), è prescritto che non vi sia discontinuità di isolamento termico; lo spessore di isolante è adeguato per rendere la trasmittanza termica della parete fittizia non superiore del 15% alla trasmittanza termica della parete corrente.

6.a.5 - Confronto trasmittanza termica con i valori limite (tabelle 2,3 e 4 - Allegato C) :

Codice	Tipo	Esposizione	Ms(kg/m ²)	U(W/m ² K)	Verifica	Limite
171 P.E	verticale opaca	Esterno	205.9	0.207	NR	U<0.34
279 S.E	serramento	Esterno	64.8	0.952	NR	U<2.20
279 S.E	vetro	Esterno	64.8	0.500	NR	U<1.70
578 PAV	orizzontale opaca	T2	312.9	0.290	NR	U<0.33
679 SOF	orizzontale opaca	Esterno	3.7	0.202	NR	U<0.30

6.a.6 - Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (confronto con il valore limite):

vedere tabella paragrafo 6.a.5 e dettaglio CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE alla riga con esposizione TF

6.a.7 - Verifica termigrometrica (vedere tabelle allegate)

6.a.8 - Coefficiente volumico di dispersione termica per trasmissione Cd [W/m³K] :

6.a.8.1 - valore massimo risultante dal progetto (Cd) : 0.304

6.a.8.2 - valore massimo consentito dal DM 30-7-86 (CdL) : 0.889

6.a.8.3 - verifica: non richiesta

6.a.8.4 - riduzione percentuale del Cd rispetto al CdL: 65.8 %

6.a.9 - Numero di volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 ore [h⁻¹]) :

6.a.9.1 - zona: unica

6.a.9.2 - valore di progetto: 0.5

6.a.9.3 - valore minimo da norme: 0.5

6.a.10 - Portata aria ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata) [m³/h]: Non prevista.

6.a.11 - Portata aria attraverso apparecchiature di recupero [m³/h] : Non prevista.

6.a.12 - Rendimento termico delle apparecchiature di recupero (se previste): Non richiesto.

6.b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto e limite [%] :

6.b.1 - Rendimento di produzione di progetto : 77.8

6.b.2 - Rendimento di regolazione di progetto : 99.0

6.b.3 - Rendimento di distribuzione di progetto : 99.0

6.b.4 - Rendimento di emissione di progetto : 95.0

6.b.5 - Rendimento globale di progetto : 70.5

6.b.6 - Rendimento globale limite [%] : 68.5

6.c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

6.c.1 - Metodo di calcolo : UNITS 11300

6.c.2 - Valore di progetto (EPci): 14.8 kWh/m³anno

6.c.3 - Valore limite Tabella 1-Allegato C (EPciL): 22.5 kWh/m³anno

6.c.4 - Verifica: a norma di legge

6.c.5 - Riduzione percentuale dell'EPci rispetto all'EPciL : - 34.4 %

6.c.6 - Fabbisogno di combustibile:

6.c.7 - Fabbisogno di energia elettrica da rete [kWh] : 3371

6.c.8 - Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale [kWh] : 0

6.d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

6.d.1 - Valore di progetto [kJ/m³GG]: 25.3

6.e) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

6.e.1 - Fabbisogno di combustibile:

6.e.2 - Fabbisogno di energia elettrica da rete [kWh]: 0

6.e.3 - Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale [kWh]: 0

6.f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

6.f.1 - Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: > 50 %

6.g) Impianti fotovoltaici

6.g.1 - Percentuale di copertura del fabbisogno annuo:

6.h) - Indice di prestazione termica per la climatizzazione estiva o il raffrescamento:

Valore di progetto (E_{pe,invol}): 7.0 kWh/m³anno

Valore limite (E_{pe,invol,L}): 10.0 kWh/m³anno

6.i) - Limitazione fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva :

6.i.1 La prescrizione del pto 18.a (DPR 59): vedi punto 6.a3

6.i.2 La prescrizione del pto 18.b (DPR 59) : vedi allegato Ms-YIE

7) ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

Non presenti.

8) VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate:

Solare termico composto da n° 1 collettore solare posti sopra la copertura dell'edificio collegato ad un boiler di accumulo bivalente da 300 litri, dotato di scambiatore di calore incorporato e apposito termostato di regolazione della temperatura dell'acqua sanitaria; la circolazione di detto circuito sarà garantito dal set idraulico completo di pompa e vaso di espansione.

9) DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (per quanto applicabile)

- N. 1 piante di ciascun piano dell'edificio con indicato l'impianto di riscaldamento e i codici delle strutture e pannelli solari (separate dalla relazione);
- N. 1 schema funzionale dell'impianto termico contenente gli elementi di cui all'analogia voce del punto e), (separato dalla relazione);
- N. 3 tabelle con indicazione caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio;
- N. 1 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio;

Altri eventuali allegati: dati di progetto, riepilogo delle dispersioni di picco per singolo ambiente, schema di calcolo energia primaria riscaldamento, schema di calcolo energia primaria in acqua calda sanitaria e riepilogo dimensionamento impianto di riscaldamento.

10) DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto iscritto
al con il n°

a conoscenza delle sanzioni previste dall'art. 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91/CE;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data

Il progettista
(timbro e firma)

DATI di PROGETTO

Altitudine	[m]	2
Latitudine		45°39'
Longitudine		13°47'
Temperatura esterna	Te	[°C] -5
Località di riferimento per temperatura esterna		TRIESTE
Gradi giorno	[°C•24h]	2102
Località di riferimento per gradi giorno		TRIESTE
Zona climatica		E
Velocità del vento media giornaliera [media annuale]	[m/s]	2.6
Direzione prevalente del vento		E
Località di riferimento del vento		
Zona vento		3
Località rif. irradiazione		;

Irradiazione globale su superficie verticale (MJ/m²)											
mese	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	oriz	Te
ottobre	2.9	3.0	3.9	5.6	7.4	9.2	10.7	11.8	12.4	9.6	15.5
novembre	1.8	1.8	2.0	2.9	4.1	5.4	6.8	8.0	8.5	5.1	10.6
dicembre	1.4	1.4	1.5	2.1	3.2	4.5	5.8	7.1	7.5	3.9	6.9
gennaio	1.6	1.6	1.8	2.4	3.4	4.6	5.8	6.9	7.3	4.3	4.9
febbraio	2.5	2.5	3.0	4.2	5.5	6.9	8.2	9.2	9.8	7.2	6.2
marzo	3.6	4.0	5.1	6.6	8.1	9.3	10.1	10.5	10.7	11.1	9.4
aprile	5.3	6.2	7.8	9.5	10.7	11.4	11.4	10.8	10.3	15.6	13.5

Inizio riscaldamento		15-10
Fine riscaldamento		15-04
Durata periodo di riscaldamento	p	[giorno] 183
Ore giornaliere di riscaldamento		[ore] 14
Situazione esterna :		in complesso urbano
Temperatura aria ambiente	Ta	[°C] 20.0
Umidità interna	Ui	[%] 50.0
Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni: (si veda singola struttura finestrata)		

RIEPILOGO DISPERSIONI						
----------------------------	--	--	--	--	--	--

GLOBALE EDIFICIO	520.0	496.0	1.048	0.304	0.889	6620
-------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Appart/zona/ambiente	A	volume	S/V	Cdr	Cdl	dispers
----------------------	---	--------	-----	-----	-----	---------

Piano/Scala: 01	piano terra					6620
-----------------	--------------------	--	--	--	--	-------------

0101		468.3	442.4	1.059			6620
01	ufficio	35.90	24.65	1.457			497
02	ufficio	22.72	19.49	1.166			373
03	lavanderia	61.71	41.03	1.504			660
04	magazzino	114.84	115.34	0.996			1307
05	bagno	17.80	13.94	1.277			1100
06	anti bagno	11.34	8.93	1.270			118
07	bar	204.02	218.98	0.932			2565

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010101 ufficio

Te = - 5							
Ta = 20	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	10.27	1.00	2.40	24.6	108

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	SW	0.21	25	3.00	2.40	7.20	37.26	1.05	39
02	706 PTE	2		0.15	25	3.00	1.00	0.00	22.50	1.00	22
03	171 P.E	1	NW	0.21	25	3.40	2.40	5.85	30.27	1.15	35
04	279 S.E	1	NW	1.87	25	1.10	2.10	2.31	107.99	1.15	124
05	707 PTE	1	NW	0.14	25	6.40	1.00	0.00	22.40	1.15	26
06	706 PTE	2		0.15	25	3.40	1.00	0.00	25.50	1.00	25
07	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	10.27	10.27	65.11	1.00	65
08	679 SOF	1		0.20	25	1.00	10.27	10.27	51.86	1.00	52
TOTALI:		dispvol	+ (dispra•au%)		=	A	volume	S/V			
		108	389		0%	497	35.90	24.6	1.46		

AMBIENTE : 010102 ufficio

AMBIENTE 1 - 515152 - anelli							
Te = - 5							
Ta = 20	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	8.12	1.00	2.40	19.5	85

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NW	0.21	25	2.70	2.40	4.17	21.58	1.15	25
02	279 S.E	1	NW	1.87	25	1.10	2.10	2.31	107.99	1.15	124
03	707 PTE	1	NW	0.14	25	6.40	1.00	0.00	22.40	1.15	26
04	706 PTE	2		0.15	25	2.70	1.00	0.00	20.25	1.00	20
05	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	8.12	8.12	51.48	1.00	51
06	679 SOF	1		0.20	25	1.00	8.12	8.12	41.01	1.00	41
TOTALI:		dispvol	+ (dispra•au%)		=	A	volume	S/V			
		85	288		0%	373	22.72	19.5	1.17		

AMBIENTE : 010103 lavanderia

Te = - 5 Ta = 20							
	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
	1	0.5	17.46	1.00	2.35	41.0	180

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	NE	0.21	25	9.90	2.35	23.27	120.40	1.20	144
02	706 PTE	2		0.15	25	9.90	1.00	0.00	74.25	1.00	74
03	171 P.E	1	NW	0.21	25	1.60	2.20	3.12	16.15	1.15	19
04	279 S.E	1	NW	1.87	25	0.40	1.00	0.40	18.70	1.15	22
05	707 PTE	1	NW	0.14	25	2.80	1.00	0.00	9.80	1.15	11
06	706 PTE	2		0.15	25	1.60	1.00	0.00	12.00	1.00	12
07	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	17.46	17.46	110.70	1.00	111

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010103 lavanderia

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	disptr
08	679 SOF	1		0.20	25	1.00	17.46	17.46	88.17	1.00	88
TOTALI:		dispvol	+		(disptr·au%)		=	A	volume	S/V	
		180			481		0%	660	61.71	41.0	1.50

AMBIENTE : 010104 magazzino

Te = - 5 Ta = 20		q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
		1	0.5	48.06	1.00	2.40	115.3	505

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	disptr
01	171 P.E	1	SW	0.21	25	7.80	2.40	17.04	88.18	1.05	93
02	279 S.E	1	SW	1.87	25	0.80	2.10	1.68	78.54	1.05	82
03	707 PTE	1	SW	0.14	25	5.80	1.00	0.00	20.30	1.05	21
04	706 PTE	2		0.15	25	7.80	1.00	0.00	58.50	1.00	59
05	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	48.06	48.06	304.70	1.00	305
06	679 SOF	1		0.20	25	1.00	48.06	48.06	242.70	1.00	243
TOTALI:		dispvol	+		(disptr·au%)		=	A	volume	S/V	
		505			802		0%	1307	114.84	115.3	1.00

AMBIENTE : 010105 bagno

Te = - 5 Ta = 20		q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
		1	8.0	5.93	1.00	2.35	13.9	975

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	disptr
01	171 P.E	1	NE	0.21	25	2.70	2.20	5.94	30.74	1.20	37
02	706 PTE	2		0.15	25	2.70	1.00	0.00	20.25	1.00	20
03	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	5.93	5.93	37.60	1.00	38
04	679 SOF	1		0.20	25	1.00	5.93	5.93	29.95	1.00	30
TOTALI:		dispvol	+		(disptr·au%)		=	A	volume	S/V	
		975			125		0%	1100	17.80	13.9	1.28

AMBIENTE : 010106 anti bagno

Te = - 5 Ta = 20		q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
		1	0.5	3.80	1.00	2.35	8.9	39

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	disptr
01	171 P.E	1	NE	0.21	25	1.70	2.20	3.74	19.35	1.20	23
02	706 PTE	2		0.15	25	1.70	1.00	0.00	12.75	1.00	13
03	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	3.80	3.80	24.09	1.00	24
04	679 SOF	1		0.20	25	1.00	3.80	3.80	19.19	1.00	19
TOTALI:		dispvol	+		(disptr·au%)		=	A	volume	S/V	
		39			79		0%	118	11.34	8.9	1.27

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010107 bar

Te = - 5
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	0.5	68.43	1.00	3.20	219.0	958

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	171 P.E	1	SW	0.21	25	0.40	3.20	1.28	6.62	1.05	7
02	706 PTE	2		0.15	25	0.40	1.00	0.00	3.00	1.00	3
03	171 P.E	1	NW	0.21	25	2.40	2.80	6.72	34.78	1.15	40
04	706 PTE	2		0.15	25	2.40	1.00	0.00	18.00	1.00	18
05	171 P.E	1	SW	0.21	25	6.60	2.40	14.40	74.52	1.05	78
06	279 S.E	1	SW	1.87	25	1.20	1.20	1.44	67.32	1.05	71
07	707 PTE	1	SW	0.14	25	4.80	1.00	0.00	16.80	1.05	18
08	706 PTE	2		0.15	25	6.60	1.00	0.00	49.50	1.00	49
09	171 P.E	1	SE	0.21	25	11.20	3.20	32.72	169.33	1.10	186
10	279 S.E	1	SE	1.87	25	0.80	2.10	1.68	78.54	1.10	86
11	279 S.E	1	SE	1.87	25	1.20	1.20	1.44	67.32	1.10	74
12	707 PTE	1	SE	0.14	25	10.60	1.00	0.00	37.10	1.10	41
13	706 PTE	2		0.15	25	11.20	1.00	0.00	84.00	1.00	84
14	171 P.E	1	NE	0.21	25	3.40	2.20	7.48	38.71	1.20	46
15	706 PTE	2		0.15	25	3.40	1.00	0.00	25.50	1.00	25
16	578 PAV	1	T2	0.32	20	1.00	68.43	68.43	433.85	1.00	434
17	679 SOF	1		0.20	25	1.00	68.43	68.43	345.57	1.00	346
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	A	volume	S/V	
		958			1607	0%	2565	204.02	219.0	0.93	

Nelle pagine successive sono riportate le tabelle relative alle:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

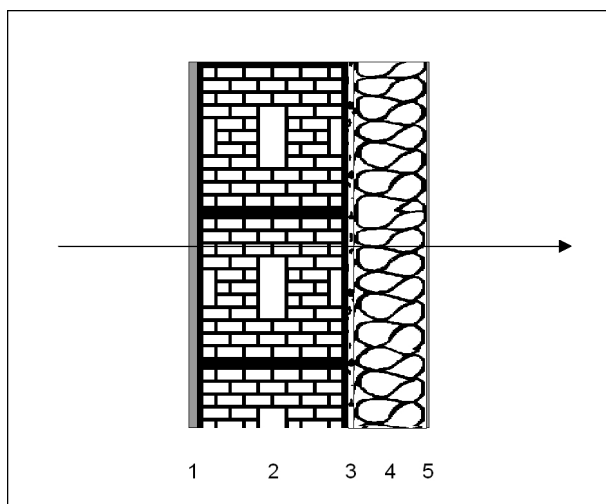
LEGENDA

s	[m]	<i>Spessore dello strato</i>
λ	[W/mK]	<i>Conduttività termica del materiale</i>
C	[W/m ² K]	<i>Conduttanza unitaria</i>
ρ	[kg/m ³]	<i>Massa volumica</i>
$\delta_a 10^{12}$	[kg/msPa]	<i>Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50 %</i>
$\delta_u 10^{12}$	[kg/msPa]	<i>Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95 %</i>
R	[m ² K/W]	<i>Resistenza termica dei singoli strati</i>
Ag	[m ²]	<i>Area del vetro</i>
Af	[m ²]	<i>Area del telaio</i>
Lg	[m]	<i>Lunghezza perimetrale della superficie vetrata</i>
Ug	[W/m ² K]	<i>Trasmittanza termica dell'elemento vetrato</i>
Uf	[W/m ² K]	<i>Trasmittanza termica del telaio</i>
Ψ_l	[W/mK]	<i>Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)</i>
Uw	[W/m ² K]	<i>Trasmittanza termica totale del serramento</i>
c	[J/(kg·K)]	<i>Capacità termica specifica</i>
δ	[m]	<i>Profondità di penetrazione periodica di un'onda termica</i>
ξ	[-]	<i>Rapporto tra lo spessore dello strato e la profondità di penetrazione</i>
χ	[J/(m ² K)]	<i>Capacità termica areica</i>
Ymn	[W/(m ² K)]	<i>Ammettenza termica dinamica</i>
Zmn		<i>Elemento della matrice di trasmissione del calore</i>
Z11	[-]	
Z12	[m ² ·K/W]	
Z21	[W/(m ² K)]	
Z22	[-]	
T	[s]	<i>Periodo delle variazioni</i>
Δt	[s]	<i>Variazione di tempo: anticipo (se positiva) o ritardo (se negativa)</i>

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Parete esterna in POROTON da 25 cm isolata con cappotto esterno in polistirene (EPS) da cod 171 P.E 12 cm.

Massa [kg/m²]		236.9	Capacità [kJ/m²K]		230.4	Type Ashrae		22
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	$\delta a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta u \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Blocchi di grande formato tipo POROTON in laterizio alleggerito per murature isolanti e portanti.	0,2500	0,230	0,92	760	20,0000	20,0000	1,087
3	Collante edile a base cementizia extra bianco (A 964 - FASSA BORTOLO) per lastre in EPS e in lana di roccia	0,0100	0,750	75,00	1350	5,3000	13,0000	0,013
4	Polistirene espanso, sinterizzato a vapore, ISOFORM in lastre EPS 150	0,1200	0,034	0,28	20	3,0000	3,0000	3,529
5	Intonaco di malta cementizia 2000 per esterno	0,0050	1,400	280,00	2000	6,2500	6,2500	0,004
SPESSORE TOTALE [m]		0,4000						



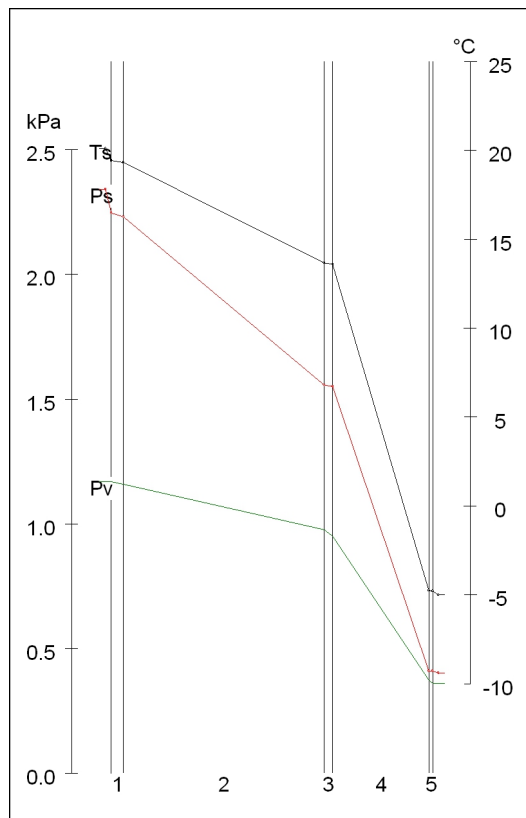
Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,130
--	---	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
--	----	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0,207	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	4,825
-------------------------------	-------	-------------------------------------	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

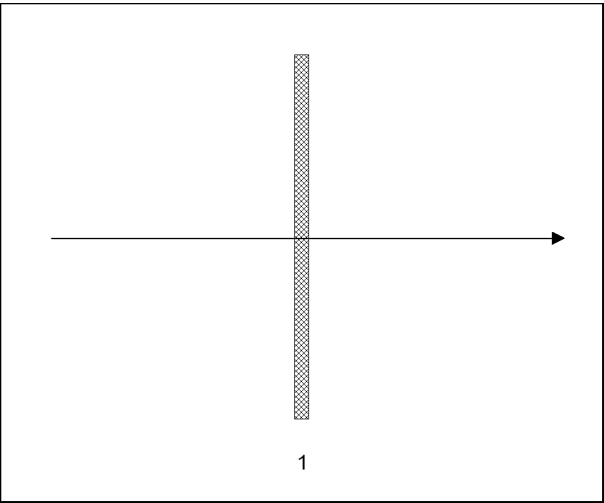
CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	- 5.0	362
ESTIVA: agosto	26.0	2689	32.0	2969
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				37
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1074



CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato in vetro camera a taglio termico e basso emissivo 44.1be+16a+44.1, cod 279 S.E adimensionale, telaio in alluminio.

Massa [kg/m²]		64.8	Capacità [kJ/m²K]		54.4					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)			s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 44.1be+16a+44.1 (Ug=1,100) telaio in alluminio con vetro a basso emissivo.			0,0240		2,818	2700	0,0000	0,0000	0,355
SPESSORE TOTALE [m]				0,0240						



Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0,140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	1,870	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	0,535

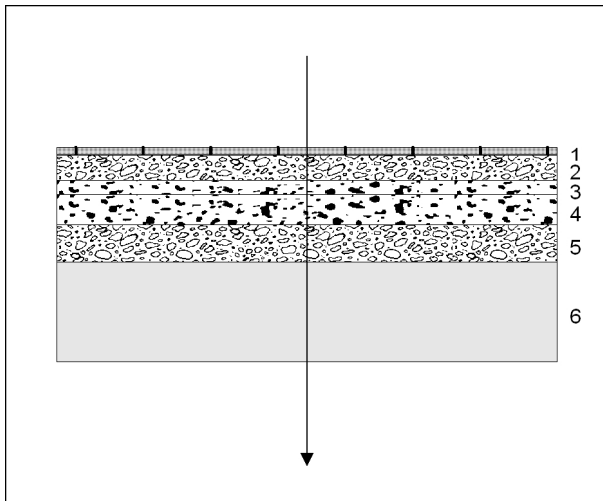
Descrizione	Ag (m²)	Af (m²)	Lg (m)	Ug (W/m²K)	Uf (W/m²K)	Ψl (W/mK)	Uw (W/m²K)
Serramento singolo	2.17	0.36	4.84	0.500	2.200	0.110	0.952
Doppio serramento e/o combinato							

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Pavimento su iglù, isolato.

cod 578 PAV

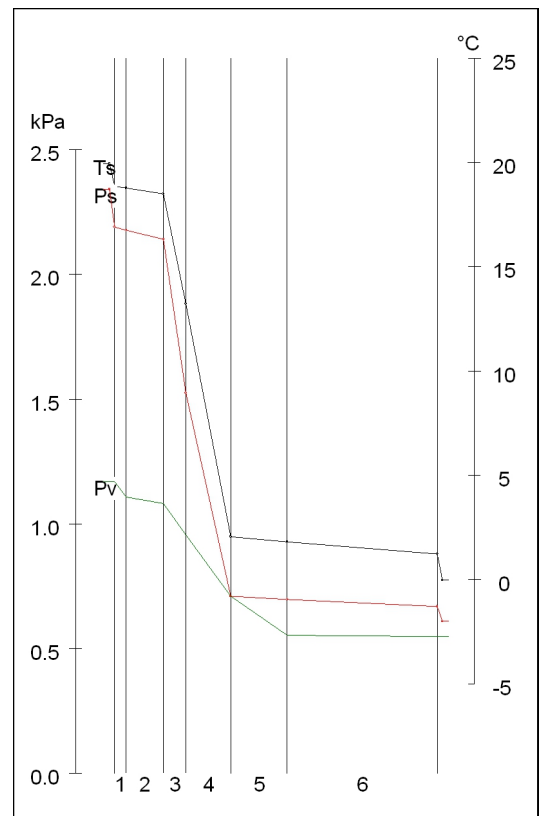
Massa [kg/m²]	312.9	Capacità [kJ/m²K]	271.4	Type Ashrae	25			
N	Descrizione strato	s	λ	C	ρ	δα 10 ¹²	δu 10 ¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	(m)	(W/mK)	(W/m²K)	(kg/m³)	(kg/msPa)	(kg/msPa)	(m²K/W)
1	Piastrelle di ceramica	0,0150	1,000	66,67	2300	0,9380	0,9380	0,015
2	Sottofondo sabbia e cemento	0,0500	1,200	24,00	1900	7,5000	7,5000	0,042
3	Polistirene espanso estruso standard	0,0300	0,036	1,20	35	0,9400	0,9400	0,833
4	Polistirene espanso estruso Styrodur C	0,0600	0,034	0,57	35	0,9400	0,9400	1,765
5	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2400 per pareti interne o esterne protette	0,0750	1,910	25,47	2400	1,8800	2,8800	0,039
6	Intercapedine d'aria ventilata sp. 200 mm , superfici opache, flusso di calore discendente UNI 6946	0,2000		11,111	1,30	193,0000	193,0000	0,090
SPESSORE TOTALE [m]		0,4300						



Conduttanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0,170
Conduttanza unitaria superficie esterna	5	Resistenza unitaria superficie esterna	0,200
TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0,317	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	3,154

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

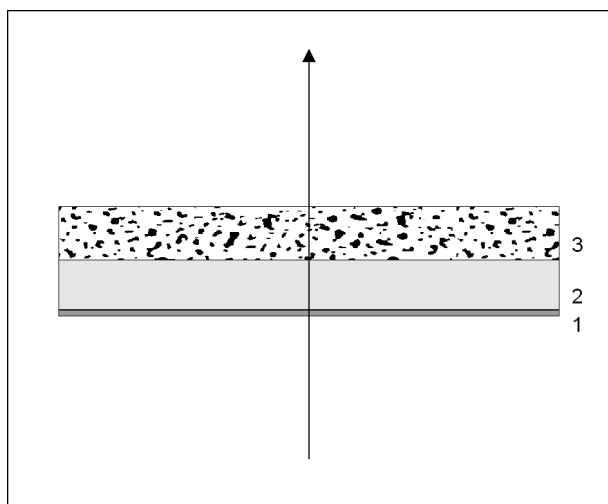
CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	0.0	549
ESTIVA: agosto	26.0	2689	2.0	494
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				2
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1018



CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Copertura prefabbricata in pannelli metallici coibentati tipo Brollo Tetto PGB TD5, con cod 679 SOF controsoffitto interno in cartongesso .

Massa [kg/m²]	15.0	Capacità [kJ/m²K]	14.8	Type Ashrae	1			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco formato da pannelli in cartongesso	0,0125	0,400	32,00	900	23,5000	23,5000	0,031
2	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 100 mm , superfici opache, flusso di calore ascendente UNI 6946	0,1000		6,250	1,30	193,0000	193,0000	0,160
3	Pannelli in schiuma poliuretanica delimitati da due strati di lamiera BROLLO TETTO PGB TD5 100 (pannelli copertura).	0,1000	0,022	0,22	36	2,3400	2,3400	4,630
SPESSORE TOTALE [m]		0,2125						



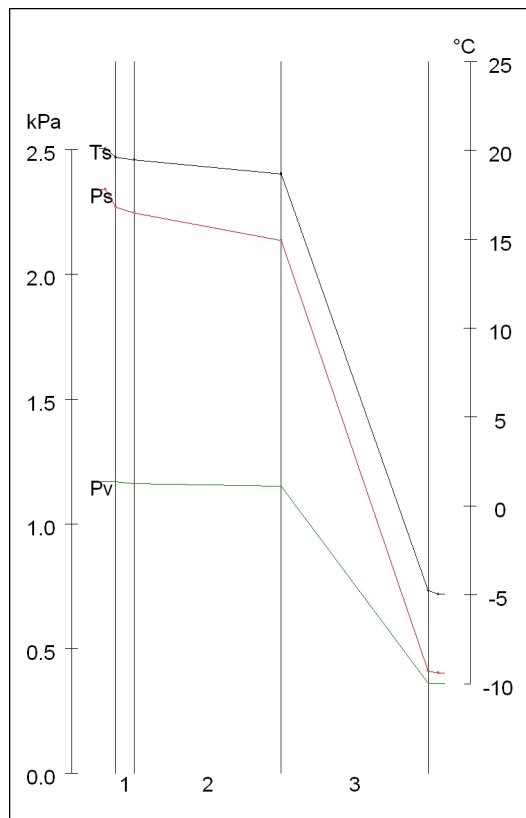
Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0,100
--	----	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
--	----	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0,202	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	4,961
-------------------------------	-------	-------------------------------------	-------

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1169	- 5.0	362
ESTIVA: agosto	26.0	2689	32.0	2969
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				985
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				1098



DPR 59 - Par. 18.b			
LIMITAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA			
Irradianza sul piano orizzontale solare	Im,s	270	W/m ²
Massa superficiale	Ms		kg/m ²
Modulo trasmittanza termica periodica	YI _E		W/m ² K

Parete		Ms	YI _E	Verifica
P.E 171 verticale		206	0.02	SI
SOF 679 orizzontale		4	0.20	SI

IMPOSTAZIONI DEI SOTTOSISTEMI ENERGETICI PER IL CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO RISCALDAMENTO

SOTTOSISTEMA DI RECUPERO

Assente

SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE

Terminali emissione: Radiatori su parete esterna isolata

Parete riflettente: ☐

Parete non isolata: ☐

Parete non isolata: ☐

Tipo di funzionamento: Sistema con funzionamento continuo

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di emissione

η_e

[-]

0.950

Altezza del locale

h

[m]

2.8

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE

Tipo di regolazione: Climatico e singolo ambiente

Caratteristiche: P banda prop. 0.5°C

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di regolazione

η_{eH}

[-]

0.990

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Metodo di calcolo: Prospetti

Tipo di impianto: Autonomo

Numero di piani: 5 e più

Anno di installazione: (Legge 10/91) dopo il 1993

Rendimento definito dall'utente :

☐

Rendimento di distribuzione

η_d

[-]

0.990

Correzione per radiatori a temperatura 70/55 :

☐

Tipo di funzionamento: Sistema con funzionamento continuo

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO

Sistema di accumulo presente :

☒

Volume dell'accumulo: da 10 fino a 50 litri

Coefficiente di perdita definito dall'utente :

☐

Coefficiente di perdita

[W]

30.0

Tipo di funzionamento: Sistema senza resistenza di backup

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

Ubicato in ambiente riscaldato :

☒

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE PRIORITARIO 1

Tipo generatore: PDC

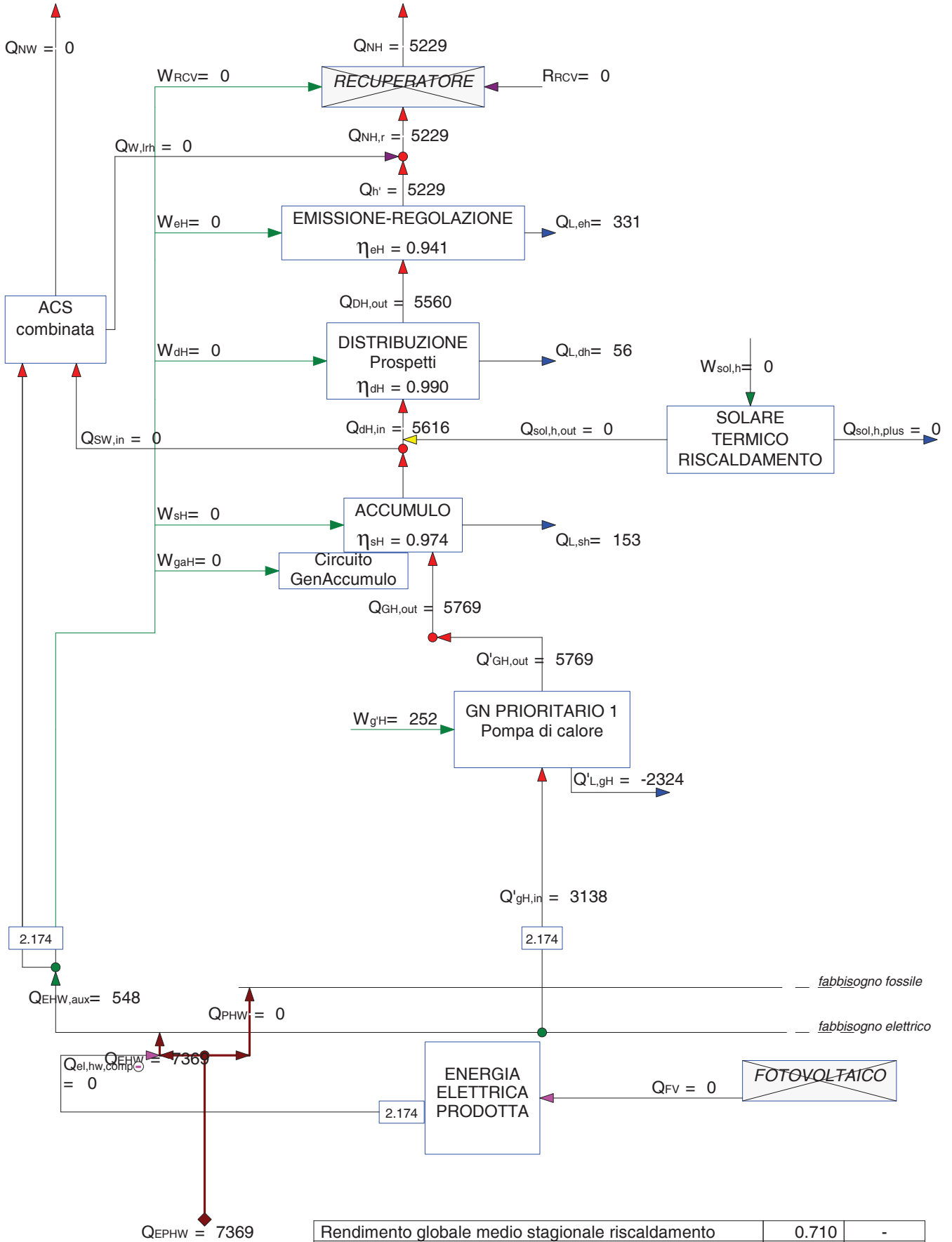
SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE PRIORITARIO 2

Tipo generatore: Nessuno

SOTTOSISTEMA DI INTEGRAZIONE

Generatore con metodo di calcolo: Prospetti

SCHEMA DI CALCOLO ENERGIA PRIMARIA RISCALDAMENTO E ACS



Rendimento globale medio stagionale riscaldamento	0.710	-
Fabbisogno di energia primaria specifica per riscaldamento	14.9	kWh/m³

ENERGIA PRIMARIA RISCALDAMENTO

Legenda:

Q_{NH}	[kWh]	fabbisogno termico per il riscaldamento dell'involucro
Q_{NW}	[kWh]	fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria
W_{RCV}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica del sistema di ventilazione
η_{RCV}	[-]	efficienza del recuperatore di calore
R_{RCV}	[kWh]	contributo di un eventuale recuperatore di calore
$Q_{NH,r}$	[kWh]	fab. termico riscaldamento involucro corretto dal contributo eventuale recuperatore
$Q_{W,lrh}$	[kWh]	perdite recuperate dal sistema di produzione acqua calda sanitaria
$Q_{h'}$	[kWh]	$Q_{h'} = Q_{NH,r} - Q_{W,lrh}$
W_{eH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di emissione
η_{eH}	[-]	rendimento del sistema di emissione
$Q_{L,eH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di emissione
$Q_{dH,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di distribuzione
W_{dH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di distribuzione
η_{dH}	[-]	rendimento del sistema di distribuzione
$Q_{L,dH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di distribuzione
$Q_{dH,in}$	[kWh]	energia termica in ingresso al sistema di distribuzione
$W_{sol,h}$	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del solare termico
$Q_{sol,h,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal solare termico
$Q_{sol,h,plus}$	[kWh]	energia termica prodotta in surplus dal solare termico
$Q_{sw,in}$	[kWh]	energia termica prodotta dal solare termico in ingresso all'impianto ACS
W_{sH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di accumulo
η_{sH}	[-]	rendimento del sistema di accumulo
$Q_{L,sH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di accumulo
W_{gaH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del circuito del sistema di accumulo
$Q_{gH,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di generazione per riscaldamento
$Q_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal sistema di generazione/integrazione
$Q'_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal primo generatore prioritario
$Q''_{gH,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal secondo generatore prioritario
W_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di generazione/integrazione
W'_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del primo sistema di generazione prioritario
W''_{gH}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del secondo sistema di generazione prioritario
η_{gH}	[-]	rendimento del sistema di generazione/integrazione
$Q_{L,gH}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione/integrazione
$Q_{L,g'H}$	[kWh]	perdita termica del primo generatore prioritario
$Q_{L,g''H}$	[kWh]	perdita termica del secondo generatore prioritario
$Q_{CG,el,exp}$	[kWh]	energia elettrica esportata del cogeneratore
$Q_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore/integrazione
$Q'_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al primo generatore prioritario
$Q''_{gH,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al secondo generatore prioritario
Q_{FV}	[kWh]	contributo energetico dovuto agli impianti solari fotovoltaici
η_{FV}	[-]	efficienza media del pannello dell'impianto fotovoltaico
Q_{WD}	[kWh]	contributo energetico dovuto agli impianti eolici
$Q_{el,h,comp}$	[kWh]	energia elettrica compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{p,h,comp}$	[kWh]	energia primaria compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{el,exp,h}$	[kWh]	energia elettrica esportata dall'impianto
$Q_{EH,aux}$	[kWh]	energia primaria in ingresso agli ausiliari
Q_{EH}	[kWh]	energia primaria elettrica
Q_{PH}	[kWh]	energia primaria fossile
Q_{EPH}	[kWh]	fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento dell'involucro edilizio

IMPOSTAZIONI DEI SOTTOSISTEMI ENERGETICI PER IL CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO ACS

IMPIANTO COMBINATO (ACS e climatizzazione invernale)



FABBISOGNO ACS

Edifici non residenziali - Tipo: Edifici adibiti ad attività sportive

Fattore medio di occupazione giornaliera

F_{oc}

[-]

8

Indice di affollamento

ns

[pers/m²]

0.70

Fattore di correzione

f_{cor}

[-]

0.23

Profilo occupazione mensile
Giorni

Gen
31

Feb
28

Maz
31

Apr
30

Mag
31

Giu
30

Lug
31

Ago
31

Set
30

Ott
31

Nov
30

Dic
31

Temperatura di erogazione

θ_{er}

[°C]

40.0

Temperatura di ingresso dell'acqua fredda

θ_o

[°C]

15.0

Area utile totale

A

[m²]

162.1

Fabbisogno specifico definito dall'utente :



Fabbisogno specifico

Q'_{w}

[Wh/pers.giorno]

0

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE

Rendimento di erogazione

η_e

[-]

0.950

Resistenza elettrica per riscaldamento istantaneo ACS:



Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Metodo di calcolo: Prospetti

Sistema di distribuzione: ACS Autonomo Con Generatore Combinato o Dedicato Minore di 35kW - ACS senza ricircolo

Rendimento definito dall'utente :



Rendimento di distribuzione

η_d

[-]

0.850

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO

Sistema di accumulo presente :



Volume dell'accumulo: da 200 a 1500 litri

Coefficiente di perdita definito dall'utente :



Coefficiente di perdita

[W]

120.0

Tipo di funzionamento: Sistema senza resistenza di backup

Potenza elettrica ausiliari

W_{aux}

[kW]

0.000

Ubicato in ambiente riscaldato :



SOLARE TERMICO

Solare termico presente

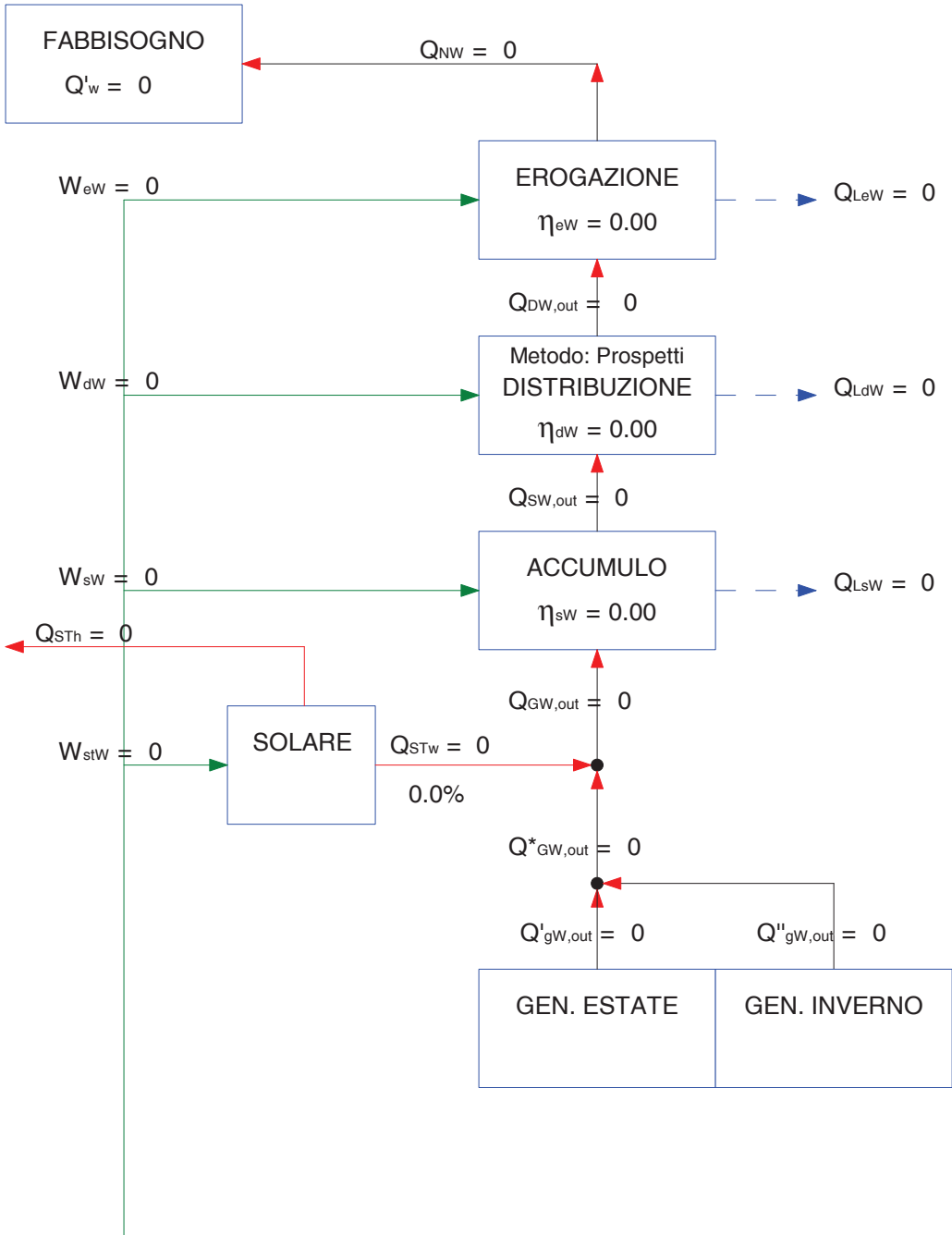


Tipo di utilizzo: solo acs

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

Combinato

SCHEMA DI CALCOLO ENERGIA PRIMARIA ACS



Rendimento globale medio stagionale ACS	0.00	-
Fabbisogno di energia primaria specifica per ACS	0.0	kWh/m ³

ENERGIA PRIMARIA ACS

Legenda:

Q'_{w}	[Wh/g]	fabbisogno energetico specifico giornaliero per la produzione ACS (al m ² o per persona)
Q_{NW}	[kWh]	fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria
W_{eW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di erogazione
η_{eW}	[-]	rendimento del sistema di erogazione
$Q_{L,eW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di erogazione
$Q_{dW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di distribuzione
W_{dW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di distribuzione
η_{dW}	[-]	rendimento del sistema di distribuzione
$Q_{L,dW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di distribuzione
$Q_{sW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di accumulo
W_{sW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di accumulo
η_{sW}	[-]	rendimento del sistema di accumulo
$Q_{L,sW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di accumulo
Q_{rke}	[kWh]	energia termica prodotta dal kit di recupero della pompa di calore endotermica
$Q_{gW,out}$	[kWh]	energia termica richiesta al sistema di generazione
$Q'_{gW,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal sistema di generazione/integrazione
$Q''_{gW,out}$	[kWh]	energia termica prodotta dal generatore prioritario
W_{gW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del generatore di integrazione
W'_{gW}	[kWh]	fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del generatore prioritario
$Q'_{L,gW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione/integrazione
$Q''_{L,gW}$	[kWh]	perdita termica del sistema di generazione prioritario
$Q'_{gW,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore/integrazione
$Q''_{gW,in}$	[kWh]	energia primaria in ingresso al generatore prioritario
Q_{STw}	[kWh]	energia prodotto dal solare termico per la soddisfazione del fabbisogno ACS
Q_{STh}	[kWh]	energia prodotto dal solare termico per la soddisfazione del fabbisogno riscaldamento
$Q_{el,w,comp}$	[kWh]	energia elettrica compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{p,w,comp}$	[kWh]	energia primaria compensata dall'energia elettrica prodotta dall'impianto
$Q_{el,exp,w}$	[kWh]	energia elettrica esportata dall'impianto
$Q_{EW,aux}$	[kWh]	energia primaria in ingresso agli ausiliari
Q_{EW}	[kWh]	energia primaria elettrica
Q_{PW}	[kWh]	energia primaria fossile
Q_{EPw}	[kWh]	fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

RIEPILOGO DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Locale	disp. Term. Watt	n° el. Tipo	Interasse	diam. mm	Lv m	Ru	resistenza mm. C.A.	reg. giri ap.
0101:01	497	6	1800	12	44,8	5	304	3,5
0101:02	373	4	1800	12	50,2	5	331	4,0
0101:03	660	7	1800	12	27,4	7	272	1,5
0101:04A	654	AWC	1030	16	40,2	5	281	2,0
0101:04B	653	AWC	1030	16	42,0	5	290	3,0
0101:05	1100	7	1800	12	44,8	18	886	A
0101:06	118	2	1800	12	44,0	5	300	3,5
0101:07A	1283	AWC	2030	16	41,4	5	287	2,5
0101:07B	1283	AWC	2030	16	50,0	5	330	4,0
Totale	6620							

Distribuzione principale, in partenza dal generatore di calore sarà eseguita in tubo acciaio
diam. = 1”

Perdita di carico totale del circuito zona 1: $R_t = 886 \text{ mm C.A.}$

COMUNE DI TRIESTE

PROVINCIA DI TRIESTE

**PROGETTO
PER LA REALIZZAZIONE DI DUE EDIFICI A SERVIZIO
DEL CAMPO DI CALCIO**

VIA CAMPANELLE

IL PROGETTISTA

ing. Luigi SCHIAVON



O G G E T T O

- relazione sui materiali
- relazione di calcolo
- relazione sulle fondazioni
- piano di manutenzione

TAVOLA

St 0

10 luglio 2011

0. INDICE

1. Riferimenti normativi
2. Premessa
3. Caratteristiche dei materiali
 - 3.1 Calcestruzzo cls 25/30
 - 3.2 Acciaio per armature B450C
 - 3.3 Muratura portante POROTON
 - 3.4 Acciaio da carpenteria S235
 - 3.5 Legno lamellare G24H
4. Analisi dei carichi
5. Analisi di calcolo
 - 5.1 Analisi sismica
 - 5.1.1 Strutture in muratura
 - 5.2 Analisi non sismica
 - 5.2.1 Strutture in muratura
 - 5.2.2 Verifiche solai
 - 5.3 Verifica scala in acciaio
 - 5.3.1 Verifiche HEB200
 - 5.3.2 Verifiche UPN220
 - 5.3.3 Verifiche nodi alla base
 - 5.4 Verifica sulle fondazioni
6. Piano di manutenzione delle strutture

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 14/19/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 Febbraio 2009 n° 617
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003 n.3274 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- L.N. 1086/71 "Norme per la disciplina di opere in conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica."
- Legge 26/05/1965 n.595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 14/02/1992 " Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996 " Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n° 252 AA.GG./S.T.C. " Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 09.01.1996"
- Decreto ministeriale 16/01/1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi."
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n° 156 AA.GG./S.T.C. dd. 04/07/1996 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16.01.1996"
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 " Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 20/11/1987 " Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"
- Norma UNI 9858 "Calcestruzzo: prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità"
- Norma UNI-ENV 197/1 "Composizione, specificazione e criteri di conformità Cementi comuni"
- L.R.27 del 9 maggio 1988 "Norme sull'osservanza delle disposizioni sismiche ed attuazione dell'art.20 della legge 10 dicembre 1981 n.741"
- D.P.G.R. n°164/Pres del 5 aprile 1989 Regolamento di attuazione della L.R.27 del 9 maggio 1988.

2. PREMESSA

La presente relazione di calcolo e sui materiali fa parte integrante del progetto strutturale relativo al progetto per la realizzazione di due edifici (edificio principale e edificio spogliatoi) presso il campo di calcio di via Campanelle a Trieste.

L'intervento prevede pertanto la realizzazione di un fabbricato ad uso servizi e spogliatoi di tipologia estremamente semplice: pianta rettangolare, ad un livello di piano realizzato in muratura portante in blocchi in laterizio tipo POROTON perimetrale ed interna di spina in entrambe le direzioni, solaio di copertura in lastre di cemento e blocchi di polistirolo interposto tipo TRIGON della Giuliane Solai. A livello fondazionale è prevista una platea in cemento armato per evitare la formazione di cedimenti differenziali.

Ed un secondo fabbricato, definito edificio principale, anche esso di tipologia estremamente semplice: pianta rettangolare, a 2 livelli di piano realizzato in muratura portante in blocchi in laterizio tipo POROTON perimetrale in entrambe le direzioni, solaio di copertura in lastre di cemento e blocchi di polistirolo interposto tipo TRIGON della Giuliane Solai. Parte del piano terra verrà chiuso con un porticato in legno lamellare che poggia su una struttura portante perimetrale (muro in laterizio e pilastri in legno lamellare) e sul muro del fabbricato. A livello fondazionale è prevista una platea in cemento armato per evitare la formazione di cedimenti differenziali.

Dal punto di vista sismico, in entrambi i casi, essendo il solaio considerabile infinitamente rigido nel piano, la muratura verrà verificata applicando la ridistribuzione delle forze orizzontali valutando il comportamento di ciascun pannello alle sollecitazioni nel piano e fuori piano. Nel calcolo, infine, i solai sono considerati come aree di carico, pertanto il dimensionamento e la verifica dei suddetti elementi è stata fatta manualmente ed è riportata in relazione.

Infine, per accedere al secondo livello dell'edificio principale verrà realizzata una scala in acciaio autoportante con relativo pianerottolo di passaggio; questo elemento verrà trattato come elemento strutturale secondario.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo C15/20

$$E = 3.1476e+004 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\nu = 0.200$$

$$G = 1.3115e+004 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_s = 25,00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\alpha = 1e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

$$\gamma_{m,c} = 1.5$$

$$\gamma_{m,t} = 1.5$$

$$\gamma_{m,ecc} = 1$$

$$R_{ck} = 30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ctk} = 1.7955 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ctm} = 2.565 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Coeff.riduz.addiz} = 1 \times f_{cd}$$

$$\text{GrpEsig} = a$$

Parametri per verifiche di fessurazione:

Per le verifiche di formazione delle fessure il moltiplicatore di f_{ctm} è: 1,0;

Per le verifiche di apertura delle fessure i valori ammissibili delle aperture delle fessure sono:

per le armature sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.2 mm	0.3 mm

per le armature poco sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.3 mm	0.4 mm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.1.2, par.4.1.2.1.3 DM 14/01/2008):

$$CR_{d,c} = 0.18/\gamma_c, v_{min} = 0.175 * k^{3/2}, k_1 = 0.15, f_{cd}'/f_{cd} = 0.5$$

3.2 Acciaio per Armature B450C

$$E = 2.1e+005 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\nu = 0.300$$

$$G = 7.6923e+004 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_s = 78,50 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_u = 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\gamma_{m,c} = 1.15$$

$$\gamma_{m,t} = 1.15$$

$$\gamma_{m,ecc} = 1$$

Aderenza Migliorata = Si

Tipo Armatura = armatura poco sensibile

3.3 Muratura portante POROTON

Resistenza caratteristica a compressione	f_k	=6,42 (N/mm ²)
Resistenza di calcolo a compressione (sismico)	f_d	=3,21 (N/mm ²)
Resistenza caratteristica-media a taglio	f_{vk0}	=0,20 (N/mm ²)
Coefficiente di attrito del materiale	μ	=0,4
Coefficiente di sicurezza parziale del materiale	Y_m	=2
Modulo elastico normale	E	=6420 (N/mm ²)
Modulo elastico tangente	G	=2568 (N/mm ²)
Peso specifico	P_s	=8 (kN/m ³)

3.4 Acciaio da Carpenteria S 235

$E = 2.1e+005$ (N/mm²)
 $\nu = 0.300$
 $G = 8.0769e+004$ (N/mm²)
 $P_s = 78,50$ (kN/m³)
 $\alpha = 1.2e-004$ (1/°C)
 $f_y = 235$ (N/mm²)
 $f_{y1} = 215$ (N/mm²)
 $\gamma_{M0,c} = 1.05$
 $\gamma_{M0,t} = 1.05$
 $\gamma_{M1} = 1.05$
 $\gamma_{m,ecc} = 1$
 $f_u = 360$ (N/mm²)

3.5 Legno lamellare omogeneo GL24h

conforme alla UNI EN 1194 (tab. 18-4 DT 206)
 Classe di servizio della struttura = 2
 $f_{m,k} = 24,0$ N/mm²
 $f_{t,0,k} = 16,5$ N/mm²
 $f_{t,90,k} = 0,40$ N/mm²
 $f_{c,0,k} = 24,0$ N/mm²
 $f_{c,90,k} = 2,7$ N/mm²
 $f_{v,k} = 2,7$ N/mm²
 $E_{0,m} = 11600$ N/mm²
 $E_{0,05} = 9400$ N/mm²
 $G_m = 720$ N/mm²
 $\rho_k = 380$ kg/m³ (trave)
 $kh = \min[(830/h)^{0,1}; 1,1] = 1,1$ (coefficiente per $f_{m,k}$ e $f_{t,0,k}$)
 $k_{def} = 0,80$
 $k_{mod} = 0,60$ (per carichi permanenti) (tab. 4.4.IV NTC)
 $k_{mod} = 0,80$ (per carichi variabili di media durata) (tab. 4.4.IV NTC)

4. ANALISI DEI CARICHI

solai interpiano [ED1]

- carichi permanenti **G1**;
 peso solaio in opera $Sp.=4+20+4 \text{ cm} / 120$ 3.67 kN/m^2
Totale Permanenti: 3.67 KN/m²
- carichi permanenti non strutturali **G2**;
 tramezzi 1.00 kN/m^2
 massetto e pavimentazione 1.00 kN/m^2
 intonaco $Sp.=1,5\text{cm}$: 0.30 kN/m^2
Totale Permanenti: 2.30 KN/m²
- carichi accidentali **Q1**;
 sovraccarichi cat A 2.00 kN/m^2
Totale accidentali: 2.00 kN/m²

solai di copertura [ED1]

- carichi permanenti **G1**;
 peso solaio in opera $Sp.=4+20+4 \text{ cm} / 120$ 3.67 kN/m^2
Totale Permanenti: 3.67 KN/m²
- carichi permanenti non strutturali **G2**;
 Sottofondo e guaina 0.70 kN/m^2
 intonaco $Sp.=1,5\text{cm}$: 0.30 kN/m^2
Totale Permanenti: 1.00 KN/m²
- carichi accidentali **Q1**;
 sovraccarichi per livello praticabile C1 0.50 kN/m^2
 sovraccarichi per neve 0.80 kN/m^2
Totale accidentali: 1.22 kN/m²

solai di copertura [ED2]

- carichi permanenti **G1**;
 peso solaio in opera $Sp.=4+16+4 \text{ cm} / 120$ 3.33 kN/m^2
Totale Permanenti: 3.33 KN/m²
- carichi permanenti non strutturali **G2**;
 Sottofondo e guaina 0.70 kN/m^2

intonaco $Sp.=1,5\text{cm}$:0.30 kN/m^2 **Totale Permanenti: 1.00 kN/m^2**

- carichi accidentali **Q1**;

sovraccarichi per livello praticabile C1

0.50 kN/m^2

sovraccarichi per neve

0.80 kN/m^2 **Totale accidentali: 1.22 kN/m^2** **variabile neve** (zona II; a_s 42 m):

$$q_{sk} = 1,0 \quad \mu_1 = 0,8$$

$$q_{1k} = \mathbf{0,80 \text{ kN/m}^2}$$

variabile vento

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 = 563 \text{ N/m}^2$$

classe di rugosità B Zona 1 classe d'esposizione IV

$$z_{\min} = 8 \text{ m} \quad z_0 = 0,30 \text{ m} \quad k_r = 0,22$$

$$c_e = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] = 1,63 \text{ per } z > z_{\min} \quad c_p = 0,8 \quad c_d = 1$$

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = \mathbf{0,734 \text{ kN/m}^2}$$

5. ANALISI DI CALCOLO

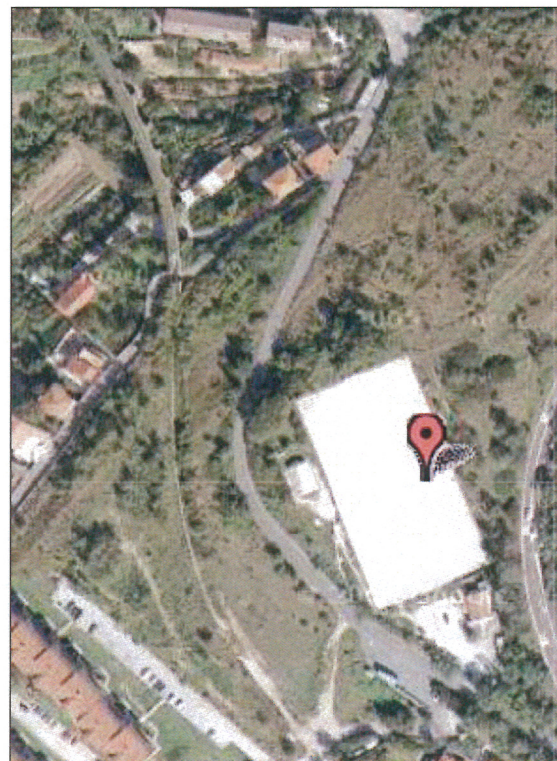
5.1 ANALISI SISMICA

Dati sismici

Latitudine	Longitudine
<input type="text" value="45.63133307"/>	<input type="text" value="13.80635977"/>
Classe dell'edificio	
<input type="text" value="III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi..."/>	
Vita Nominale Struttura	<input type="text" value="50"/>
Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75	

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività	45	0.038	2.575	0.224
Danno	75	0.049	2.602	0.248
Salvaguardia Vita	712	0.126	2.490	0.329
Prevenzione Collasso	1462	0.159	2.573	0.342



Vita nominale della struttura: 50 anni

Classe d'uso della struttura: III

Periodo di riferimento: $50 \times 1,5 = 75$ anni

In base alle classificazioni delle NTC 2008 il terreno ha le seguenti caratteristiche:

edificio PRINCIPALE [ED1]

Categoria stratigrafica **B**

Coefficiente **$S_s = 1.2$**

[SLD] $a_g=0.049$ $F_o=2.602$ $T_c^*=0.248$ $C_c = 1.45$
 $S=1.2$ **$T_B=0.120$** **$T_C=0.360$** **$T_D=1.796$**

[SLV] $a_g=0.126$ $F_o=2.490$ $T_c^*=0.329$ $C_c = 1.37$
 $S=1.2$ **$T_B=0.150$** **$T_C=0.450$** **$T_D=2.104$**

edificio SPOGLIATOI [ED2]

Categoria stratigrafica

E

Coefficiente

 $S_s = 1.6$

[SLD] $a_g=0.049$ $F_0=2.602$ $T_C^*=0.248$ $C_C = 2.01$
 $S=1.6$ $T_B=0.166$ $T_C=0.498$ $T_D=1.796$

[SLV] $a_g=0.126$ $F_0=2.490$ $T_C^*=0.329$ $C_C = 1.79$
 $S=1.6$ $T_B=0.196$ $T_C=0.589$ $T_D=2.104$

Analisi statica lineare

Secondo le NTC2008 (§7.3.3.2) per le sole costruzioni la cui risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori, è possibile utilizzare il metodo dell'analisi statica lineare.

Per costruzioni con altezza minore di 40 m:

$$\text{[ED1]} \quad T_1 = C_1 H^{3/4} = 0.05 \times 6.50^{3/4} = 0.203 \text{ s}$$

$$\text{[ED2]} \quad T_1 = C_1 H^{3/4} = 0.05 \times 3.00^{3/4} = 0.114 \text{ s}$$

Verifiche del periodo del modo di vibrare principale:

per SLV $T_1 < 2T_C$ ok
 $T_1 < T_D$ ok

per SLD $T_1 < 2T_C$ ok
 $T_1 < T_D$ ok

Fattori di struttura

Il fattore di struttura per muratura non armata sarà pari a:

$$q = q_0 K_R \quad \text{con} \quad q_0 = 2.0 \alpha_u / \alpha_1$$

[ED1] muratura ordinaria ad due o più piani: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.8$

[ED2] muratura ordinaria ad un piano: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.4$

Edifici regolari in altezza: $K_R = 1$ Risulta pertanto :

$$\text{[ED1]} \quad q = 2.0 \times 1.8 \times 1 = 3.6$$

$$\text{[ED2]} \quad q = 2.0 \times 1.4 \times 1 = 2.8$$

5.1.1 STRUTTURE IN MURATURA

Per ogni singolo pannello l'azione sismica viene determinata mediante un forza da applicare a ciascuna massa pari a

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j z_j \cdot W_j$$

Con

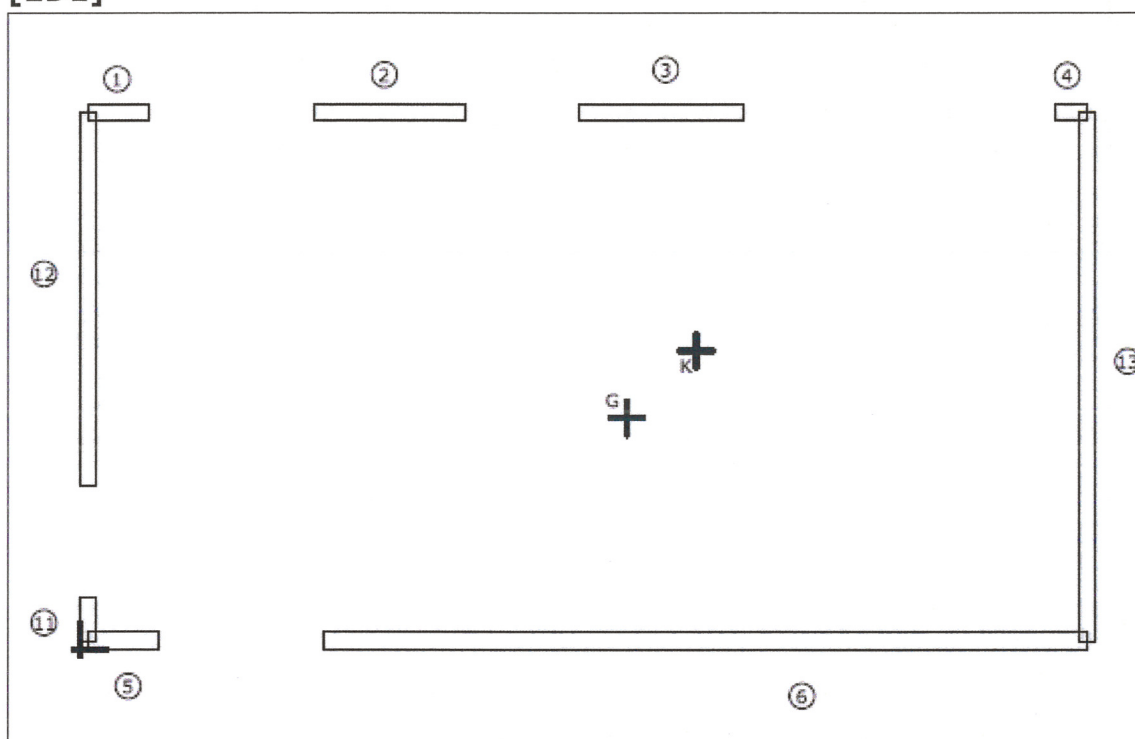
$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

[ED1] Essendo $T_B < T_1 < T_C$ e $\lambda = 1$:

$$S_d(T_1) [\text{SLV}] = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \frac{1}{q} = \mathbf{0.105}$$

$$S_d(T_1) [\text{SLD}] = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o = \mathbf{0.153}$$

[ED1]



Dati dei pannelli

[ED1]							
EL.	X [cm]	Y [cm]	L [cm]	t [cm]	H [cm]	W[kg]	J [cm ⁴]
1	59	814	92	25	650	1196	1,62E+06
2	465	814	225	25	650	2925	2,37E+07
3	872	814	248	25	650	3224	3,18E+07
4	1489	814	60	25	650	780	4,50E+05
5	65	12,5	105	25	650	1365	2,41E+06
6	940	12,5	1148	25	650	14924	3,15E+09
11	12,5	45	70	25	650	910	7,15E+05
12	12,5	530	570	25	650	7410	3,86E+08
13	1513	413	800	25	650	10400	1,07E+09

Calcolo delle sollecitazioni SLV**[ED1]**

EL.	L [cm]	t [cm]	H [cm]	F _x [kg]	F _y [kg]	V _{sd} [kN]	M _{sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	σ ₀ [kg/cm ²]
1	92	25	650	5,16	0	0,05	0,34	77,79	3,382
2	225	25	650	70,35	0	0,70	4,57	190,24	3,382
3	248	25	650	92,56	0	0,93	6,02	209,68	3,382
4	60	25	650	1,44	0	0,01	0,09	50,73	3,382
5	105	25	650	6,98	0	0,07	0,45	88,78	3,382
6	1148	25	650	2786,36	0	27,86	181,11	970,63	3,382
11	70	25	650	0	2,15	0,02	0,14	9,10	0,520
12	570	25	650	0	742,23	7,42	48,25	74,10	0,520
13	800	25	650	0	1645,27	16,45	106,94	104,00	0,520

Verifiche delle azioni

Verranno eseguite le verifiche di pressoflessione e taglio nel piano e di pressoflessione fuori piano per ogni singolo elemento:

[ED1]

EL.	Msd [kNm]	Mrd [kNm]	Vsd [kN]	Vrd [kN]	Nsd[kN]	Nrd [kN]	Msd [kNm]	Mrd[kNm]
	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Fuori piano	Fuori piano
1	0,34	31,22	0,1	31,0	77,8	738,3	4,94	8,52
2	4,57	186,72	0,7	75,4	190,2	1805,6	12,07	20,83
3	6,02	226,85	0,9	83,0	209,7	1990,2	13,31	22,96
4	0,09	13,28	0,0	20,2	50,7	481,5	3,22	5,56
5	0,45	40,66	0,1	35,4	88,8	842,6	5,63	9,72
6	181,11	4860,93	27,9	365,2	970,6	9212,7	61,60	106,29
11	0,14	3,12	0,0	23,5	9,1	561,8	0,38	1,12
12	48,25	207,04	7,4	153,8	74,1	4574,3	3,06	9,09
13	106,94	407,84	16,5	184,6	104,0	6420,0	4,29	12,75

Verifiche degli spostamenti

La verifica degli spostamenti verrà condotta in base alle azioni derivanti dall'analisi agli SLD

[ED1]

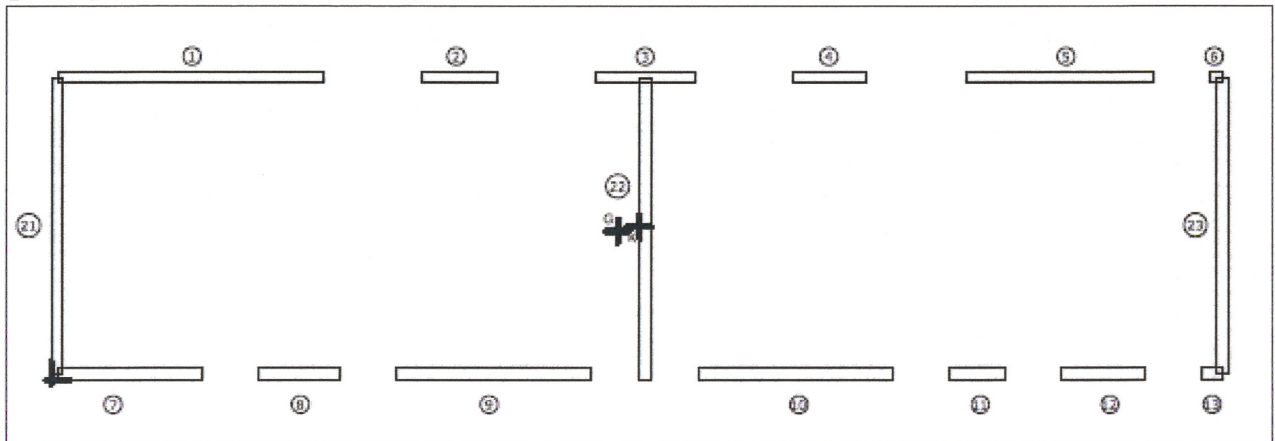
EL.	dr [mm]	0,003*h [mm]	EL.	dr [cm]	0,003*h [cm]
1	0,0454	9,75	11	0,0429	9,75
2	0,0423	9,75	12	0,0274	9,75
3	0,0415	9,75	13	0,0220	9,75
4	0,0458	9,75			
5	0,0413	9,75			
6	0,0126	9,75			

[ED2] Essendo $T_1 < T_B < T_C$ e $\lambda = 1$:

$$S_d(T_1) [\text{SLV}] = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \cdot \frac{1}{q} = \mathbf{0.134}$$

$$S_d(T_1) [\text{SLD}] = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] = \mathbf{0.165}$$

[ED2]



Dati dei pannelli

[ED2]							
EL.	X [cm]	Y [cm]	L [cm]	t [cm]	H [cm]	W[kg]	J [cm ⁴]
1	299	653	571	25	280	3198	3,88E+08
2	876	653	158	25	280	885	8,22E+06
3	1276	653	215	25	280	1204	2,07E+07
4	1675	653	139	25	280	778	5,60E+06
5	2172	653	410	25	280	2296	1,44E+08
6	2511	653	30	25	280	168	5,63E+04
7	169	12,5	314	25	280	1758	6,45E+07
8	534	12,5	176	25	280	986	1,14E+07
9	951	12,5	419	25	280	2346	1,53E+08
10	1600	12,5	419	25	280	2346	1,53E+08
11	1992	12,5	124	25	280	694	3,97E+06
12	2267	12,5	187	25	280	1047	1,36E+07
13	2503	12,5	60	25	280	336	4,50E+05
21	12,5	333	640	25	280	3584	5,46E+08
22	1276	326	652	25	280	3651	5,77E+08
23	2525	333	640	25	280	3584	5,46E+08

Calcolo delle sollecitazioni SLV**[ED2]**

EL.	L [cm]	t [cm]	H [cm]	Fx [kg]	Fy [kg]	V _{sd} [kN]	M _{sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	σ _o [kg/cm ²]
1	571	25	280	825,26	0	8,25	23,11	161,02	1,128
2	158	25	280	58,14	0	0,58	1,63	44,56	1,128
3	215	25	280	125,82	0	1,26	3,52	60,63	1,128
4	139	25	280	41,39	0	0,41	1,16	39,20	1,128
5	410	25	280	482,50	0	4,83	13,51	115,62	1,128
6	30	25	280	0,49	0	0,00	0,01	8,46	1,128
7	314	25	280	150,40	0	1,50	4,21	134,24	1,710
8	176	25	280	39,70	0	0,40	1,11	75,24	1,710
9	419	25	280	259,16	0	2,59	7,26	179,12	1,710
10	419	25	280	259,16	0	2,59	7,26	179,12	1,710
11	124	25	280	15,69	0	0,16	0,44	53,01	1,710
12	187	25	280	46,26	0	0,46	1,30	79,94	1,710
13	60	25	280	1,97	0	0,02	0,06	25,65	1,710
21	640	25	280	0	379,18	3,79	10,62	35,84	0,224
22	652	25	280	0	481,56	4,82	13,48	36,51	0,224
23	640	25	280	0	558,17	5,58	15,63	35,84	0,224

Verifiche delle azioni

Verranno eseguite le verifiche di pressoflessione e taglio nel piano e di pressoflessione fuori piano per ogni singolo elemento:

[ED2]

EL.	Msd [kNm]	Mrd [kNm]	Vsd [kN]	Vrd [kN]	Nsd[kN]	Nrd [kN]	Msd [kNm]	Mrd[kNm]
	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Nel piano	Fuori piano	Fuori piano
1	23,11	440,16	8,3	173,0	161,0	4582,3	5,69	19,30
2	1,63	33,70	0,6	51,9	44,6	1268,0	1,57	5,34
3	3,52	62,41	1,3	69,6	60,6	1725,4	2,14	7,27
4	1,16	26,08	0,4	45,9	39,2	1115,5	1,38	4,70
5	13,51	226,94	4,8	126,8	115,6	3290,3	4,08	13,86
6	0,01	1,22	0,0	10,1	8,5	240,8	0,30	1,01
7	4,21	197,16	1,5	103,6	134,2	2519,9	3,13	15,73
8	1,11	61,94	0,4	58,8	75,2	1412,4	1,75	8,82
9	7,26	351,06	2,6	137,3	179,1	3362,5	4,17	20,99
10	7,26	351,06	2,6	137,3	179,1	3362,5	4,17	20,99
11	0,44	30,75	0,2	41,6	53,0	995,1	1,23	6,21
12	1,30	69,93	0,5	62,4	79,9	1500,7	1,86	9,37
13	0,06	7,20	0,0	20,2	25,7	481,5	0,60	3,01
21	10,62	113,72	3,8	170,3	35,8	5136,0	0,64	4,44
22	13,48	118,02	4,8	162,0	36,5	5232,3	0,65	4,53
23	15,63	113,72	5,6	148,7	35,8	5136,0	0,64	4,44

Verifiche degli spostamenti

La verifica degli spostamenti verrà condotta in base alle azioni derivanti dall'analisi agli SLD

[ED2]

EL.	dr [mm]	0,003*h [mm]	EL.	dr [cm]	0,003*h [cm]
1	0,0024	8,40	21	0,0008	8,40
2	0,0081	8,40	22	0,0010	8,40
3	0,0069	8,40	23	0,0012	8,40
4	0,0084	8,40			
5	0,0038	8,40			
6	0,0099	8,40			
7	0,0027	8,40			
8	0,0040	8,40			
9	0,0019	8,40			
10	0,0019	8,40			
11	0,0045	8,40			
12	0,0039	8,40			
13	0,0050	8,40			

5.2 ANALISI NON SISMICA

Le azioni che vengono considerate nel calcolo per il dimensionamento delle strutture sono: i pesi permanenti dati dall'analisi dei carichi degli elementi costituenti la struttura e i carichi accidentali, il tutto secondo le NTC2008. Nello specifico le combinazioni di carico adottate nei singoli elementi strutturali sono riportate in seguito.

per gli **SLU (STR)**

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{1k} + \sum_{i=1}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ik})$$

per gli **SLE**

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \sum_{i=1}^n \psi_{0i} \cdot Q_{ik} \quad \text{Combinazione rara}$$

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_Q \cdot \psi_{11} Q_{k1} + \gamma_q \sum_{i=1}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ik} \quad \text{Combinazione frequente}$$

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_q \sum_{i=1}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ik} \quad \text{Combinazione quasi permanente}$$

5.2.1 STRUTTURE IN MURATURA

La muratura portante oggetto d'intervento, rispettando le seguenti limitazioni:

- a) le pareti strutturali della costruzione siano continue dalle fondazioni alla sommità;
- b) nessuna altezza interpiano sia superiore a 3,5 ;
- c) il numero di piani non sia superiore a 3 (entro e fuori terra) per costruzioni in muratura ordinaria ed a 4 per costruzioni in muratura armata;
- d) la planimetria dell'edificio sia inscritibile in un rettangolo con rapporti fra lato minore e lato maggiore non inferiore a 1/3;
- e) la snellezza della muratura non sia in nessun caso superiore a 12;
- f) il carico variabile per i solai non sia superiore a 3,00 kN/m².

Risulta verificata qualora si intende soddisfatta se risulta:

$$\sigma = N / (0,65 A) \leq f_k / \gamma_M$$

Con $\gamma_M = 4,2$

$$\text{[ED1]} \quad \sigma = 1.41 \text{ N/mm}^2 < 6,42/4.2 = 1,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{[ED2]} \quad \sigma = 0.98 \text{ N/mm}^2 < 6,42/4.2 = 1,53 \text{ N/mm}^2$$

5.2.2 VERIFICA SOLAI

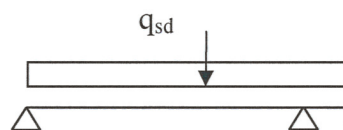
I solai sono stati modellati come una trave continua su 1 campato più uno sbalzo, semplicemente appoggiata. I carichi agenti appartengono alle condizioni Permanente, Permanente non strutturale e Accidentale. L'analisi è stata effettuata per le combinazioni quasi permanente, frequente, rara e ultima. La verifica degli elementi resistenti è effettuata sulle sezioni significative e sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni definite dalla combinazione di carico considerata.

[ED1] Analisi dei carichi:

$$G_{1,\text{solaio}} = 3,67 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,\text{solaio}} = 2,30 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{1,\text{solaio}} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

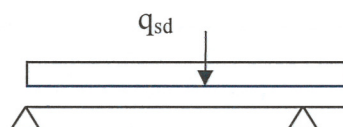


[ED2] Analisi dei carichi:

$$G_{1,\text{solaio}} = 3,33 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,\text{solaio}} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{1,\text{solaio}} = 1,22 \text{ kN/m}^2$$



Verifica agli SLU

La verifica degli elementi resistenti è effettuata sulle sezioni significative e sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni definite dalle combinazioni di carico considerate.

[ED1] $q_{sd,comb_caratt.} = 11,33 \text{ kN/m}$

$$M_{sd}^+ = 81,14 \text{ kNm}$$

$$M_{sd}^- = 48,57 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 41,83 \text{ kN}$$

[ED2] $q_{sd,comb_caratt.} = 7,66 \text{ kN/m}$

$$M_{sd}^+ = 31,13 \text{ kNm}$$

$$M_{sd}^- = 10,55 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 25,27 \text{ kN}$$

Sono state rispettate in fase di progetto le seguenti specifiche:

- In corrispondenza di ciascun appoggio è stata disposta inferiormente un'armatura longitudinale convenientemente ancorata, in grado di assorbire interamente uno sforzo di trazione uguale al taglio massimo.

- Lo sforzo di taglio è assorbito interamente dal calcestruzzo, tenendo conto delle dimensioni di fascia piena e semipiena a assegnate
- Le armature longitudinali sono prolungate oltre la sezione in cui vengono computate alla resistenza per una distanza minima ad assicurare l'ancoraggio nell'ipotesi di aderenza tra barra e calcestruzzo.

Per la realizzazione del solaio si utilizza il solaio a lastre tralicciate e polistirolo interposto della Giuliane RDB s.p.a., in particolare:

[ED1] Solaio a lastre Trigon 4+20+4

[ED2] Solaio a lastre Trigon 4+16+4

Verifica a momento positivo

Momenti resistenti e sollecitanti in campata:

Sol.	Luce [m]	A_s [mm ² /m]	M_{sdu} [kNm/m]	M_{rd} [kNm/m]
S1.1 [ED1]	7,76	1371	81,12	82,14
S1.1 [ED2]	6,15	570	31,13	34,72

Verifica momento negativo e a taglio:

Per l'armatura superiore a momento negativo si è optato per l'utilizzo di un unico diametro $\varnothing 12$.

Momenti resistenti e sollecitanti agli appoggi e taglio resistente:

Sol.	barre/i	A_s [mm ² /m]	M_{sdu} [kNm]	M_{rd} [kNm]	V_{sdu} [kNm]	V_{rd} [kNm]
S1.1 [ED1]	2 $\varnothing 12$	565	48,57	59,64	41,83	45,90
S1.1 [ED2]	2 $\varnothing 12$	565	10,55	51,12	25,27	38,70

Ancoraggi delle barre

Le barre tese devono essere prolungate oltre la sezione nella quale vengono considerate ai fini statici, questo per assicurare un ancoraggio adeguato al calcestruzzo nelle ipotesi di ripartizione uniforme delle tensioni tangenziali di aderenza.

Se le barre sono ad aderenza incrementata, non sono necessari gli uncini, purché l'ancoraggio sia almeno di 20 diametri e comunque non minore di 15 cm.

Si ottiene la seguente corrispondenza:

Lunghezza di ancoraggio			
diametro barra	20 Ø [mm]	lunghezza min [mm]	dalla formula [mm]
Ø12	240	150	395

Larghezza ed interasse delle nervature

La larghezza minima delle nervature del solaio gettato in opera non verrà considerata inferiore ad 1/8 dell'interasse e comunque non minore di 8 cm. Avendo i solai in progetto interasse di 50 cm e 62 cm, si ha:

$$\frac{60}{8} = 7,5 < 8 < 12 \text{ cm}$$

la verifica dunque è soddisfatta

Verifica agli SLE

Le verifica alla fessurazione è stata effettuata in base all'aggressività ambientale ed alla sensibilità delle armature alla corrosione in accordo ai criteri esposti al punto §4.1.2.2.4 delle NTC2008. In particolare si è assunto:

condizioni ambientali:	ordinarie
sensibilità alla corrosione arm. lente:	bassa
sensibilità alla corrosione arm. pretese:	alta
lembo inf.	
apertura fessure per combinazione Frequente	(Wflim = 0.30 mm)
apertura fessure per combinazione Q. permanente	(Wflim = 0.20 mm)
lembo sup.	
apertura fessure per combinazione Frequente	(Wflim = 0.40 mm)
apertura fessure per combinazione Q. permanente	(Wflim = 0.30 mm)

Le verifica di deformabilità è stata effettuata controllando che il valore della freccia massima elastica su ogni campata risulti

f_{\max} carichi permanenti e variabili	< 1/500 luce
f_{\max} carichi variabili	< 1/1000 luce

[ED1]

$$f_{\max,1} = 5/384 G_k l^4 / EJ = 0,97 \text{ mm}$$

$$f_{\max,2} = 5/384 Q_k l^4 / EJ = 0,32 \text{ mm}$$

$$f_{\max,TOT} = \delta_1 + \delta_2 = 1,29 \text{ mm}$$

$$f_{\max,2}/L = 0,32/7760 = 0,04 \cdot 10^{-3} < 1/1000 = 1,00 \cdot 10^{-3}$$

$$f_{\max,TOT}/L = 1,29/7760 = 0,17 \cdot 10^{-3} < 1/500 = 2,00 \cdot 10^{-3}$$

Verifiche delle tensioni di esercizio

dove

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione rara

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente

$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$

	ψ_1	ψ_2	$f_{d\ r}$	$f_{d\ fr}$	$f_{d\ qp}$	W_2	W_3
	0,50	0,30	6,64	6,03	5,79	0,3	0,4
	$\sigma_{c\ r}$	$\sigma_{c\ qp}$	$\sigma_{s\ r}$	$\sigma_{s\ qp}$		$W_{k\ fr}$	$W_{k\ qp}$
Sez appoggio	13,13	10,62	182,64	146,22	ok		
Sez mezzeria	12,91	9,88	211,52	201,71	ok	0,0622	0,0598

[ED2]

$$f_{\max,1} = 5/384 G_k l^4 / EJ = 0,42 \text{ mm}$$

$$f_{\max,2} = 5/384 Q_k l^4 / EJ = 0,12 \text{ mm}$$

$$f_{\max,TOT} = \delta_1 + \delta_2 = 0,54 \text{ mm}$$

$$f_{\max,2}/L = 0,12/6150 = 0,02 \cdot 10^{-3} < 1/1000 = 1,00 \cdot 10^{-3}$$

$$f_{\max,TOT}/L = 0,54/6150 = 0,09 \cdot 10^{-3} < 1/500 = 2,00 \cdot 10^{-3}$$

Verifiche delle tensioni di esercizio

dove

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione rara

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente

$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$

	ψ_1	ψ_2	$f_{d\ r}$	$f_{d\ fr}$	$f_{d\ qp}$	W_2	W_3
	0,50	0,30	6,64	6,03	5,79	0,3	0,4
	$\sigma_{c\ r}$	$\sigma_{c\ qp}$	$\sigma_{s\ r}$	$\sigma_{s\ qp}$		$W_{k\ fr}$	$W_{k\ qp}$
Sez appoggio	13,13	10,62	144,61	138,97	ok		
Sez mezzeria	12,91	9,88	181,52	166,05	ok	0,0618	0,0553

5.3 VERIFICHE SCALA IN ACCIAIO

5.3.1 PROGETTO E VERIFICA DELLA COLONNA SEZIONE "HEB 200"

Verifiche secondo il DM 14/01/2008

La colonna è di classe 1 $d/t_w = 134/6,5 = 20,61 < 33e = 33$ per l'anima e classe 1 $c/t_f = 100/10 = 10 \leq 10e = 10$ per le piattabande (con $c = b/2$)

Materiale S235

$$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

sollecitazioni

$$N_{Ed,G} = 73,05 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,E} = 8,86 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,G} = 17,34 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,E} = 3,49 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 16,68 \text{ kN}$$

PROGETTO-VERIFICA per COMPRESSIONE

$$N_{ed}/N_{c,Rd} = 110,67 \text{ kN} / 1316 \text{ kN} = 0,08 < 1$$

$$N_{ed} = N_{Ed,G} + 1,1 * \gamma_{Rd} * \Omega N_{Ed,E} = 110,67 \text{ kN}$$

$$\Omega = M_{Pl,i}/M_{ed,i} = 37,24/12,6 = 2,95$$

$$N_{c,Rd} = A f_{yk} / \gamma_{M0} = 1316 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = M_{Ed,G} + 1,1 * \gamma_{Rd} * \Omega M_{Ed,E} = 30,95 \text{ kNm}$$

$$n = N_{ed}/N_{Pl,Rd} = 137,6 \text{ kN} / 1316 \text{ kN} = 0,1$$

$$N_{Pl,Rd} = A f_{yk} / \gamma_0 = 1316 \text{ kN}$$

$$a = (A - 2b t_f) / A = 0,32$$

$$\text{Poichè } n < a \quad M_{N,z,Rd} = M_{Pl,yz,Rd} = W_{pl,z} * f_{yk} / \gamma_{M0} = 45,61 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} / M_{N,z,Rd} = 30,95 / 45,61 = 0,67 < 1$$

PROGETTO-VERIFICA per INSTABILITA'

$$N_{ed} / N_{b,Rd} + k_y M_{z,ed} / W_{pl,y} / \gamma_{M1} = 110,67 / 1261 = 0,087$$

$$\text{Con } N_{b,Rd} = c A f_{yk} / \gamma_{M1} = 1261 \text{ kN}$$

$$c = 1 / (F + \sqrt{(F^2 - I^2)}) = 1 / (0,5911 + \sqrt{(0,5911^2 - 0,38^2)}) = 0,958$$

$$F = 0,5 [1 + a (I - 0,2) + I^2] = 0,5 [1 + 0,21 * (0,38 - 0,2) + (0,38)^2] = 0,5911$$

$$l = \sqrt{(A \cdot f_{yk} / N_{cr})} = 0,38$$

$$N_{cr} = p^2 EA / l^2 = 9279 \text{ KN}$$

$$l_z = l_0 / i = b_l / i = 1 \cdot 300 / 8,28 = 36,23$$

$$b = 1$$

5.3.2 PROGETTO E VERIFICA DELLA SEZIONE "UPN 220 "

La trave è di classe 3 $c/t_f = 133/11,5 = 13,13 < 15e = 150$ per l'anima e
 classe 1 $c/t_f = 66,5/11,5 = 11,56 < 10e = 10$ per le piattabande (con $c = b - t_w$)

Materiale S235

$$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi
 come sezione associata la sezione in esame:

$$M_{Ed} = 14,31 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 13,06 \text{ kN}$$

PROGETTO-VERIFICA per MOMENTO FLETTENTE

Poichè $V_{ed} < 0,5 V_{CRd} = 0,5 \cdot A_v \cdot f_{yk} / \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} = 1,11 \text{ kN}$ si trascura

$$M_{sd} = 14,31 \text{ kNm} < W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 228 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 235 \text{ KN/m}^2 \cdot 10^3 / 1,05 = 51,03 \text{ kNm}$$

PROGETTO-VERIFICA per TAGLIO

$$V_{ed} = 13,06 \text{ kN} / V_{C,Rd} = 0,05 < 1$$

$$V_{C,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 222 \text{ kN}$$

$$A_v = A - 2b t_f + (t_w + r) t_f = 1725 \text{ mm}^2$$

PROGETTO-VERIFICA per INSTABILITÀ

$$M_{ed} = 13,06 \text{ kNm} / M_{b,Rd} = 0,255 < 1$$

$$M_{b,Rd} = C_{LT} W_y \cdot f_{yk} / \gamma_{M1} = 51,028 \text{ kNm}$$

$$W_y = W_{pl,y} = 228 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

$$C_{LT} = 1 / f^* \cdot 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - b l_{LT}^2)}) = 1 / 0,98 \cdot 1 / (0,5263 + \sqrt{(0,5263^2 - 1 \cdot 0,22^2)}) = 1,015$$

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c)[1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] = 1 - 0,5(1 - 0,9)[1 - 2(0,22 - 0,8)^2] = 0,98$$

$$\Phi_{LT} = 0,5[1 + a_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + b \lambda_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,21 \cdot (0,22 - 0,2) + 1 \cdot (0,22)^2] = 0,5263$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_{yk} / M_{cr})} = 0,22$$

$$M_{cr} = C_1 p^2 EI_z / k L^2 \cdot \sqrt{(k/k_w) \cdot I_w / I_z + k L^2 G I_t / p^2 EI_z} = 9,03 \text{ kNm}$$

$$\text{Con } k = 1$$

$$K_w = 1$$

$$C_1 = 1,132$$

$$I_w = I_z (h - t_f)^2 / 4 = 13146,9 \text{ cm}^6$$

$$G = E / (2 \cdot (1 + \nu)) = 80769,231 \text{ N/mm}^2$$

PROGETTO-VERIFICA per SPOSTAMENTI VERTICALI

N.b. la verifica viene eseguita sul tratto di trave di luce maggiore

$$d_{Tot}=d_1+d_2=10,08 \text{ mm}$$

$$d_1=1/384 \text{ Gkl}^4/EJ=1/384*0,18*6820^4/(26900000*21000)=1,79\text{mm}$$

$$d_2=1/384 \text{ Qkl}^4/EJ=1/384*0,3*6820^4/(26900000*21000)=2,99\text{mm}$$

$$d_2/L=1,79/6280=2,85*10^{-4}<1/300=3,33*10^{-3}$$

$$d_{Tot}/L=4,78/6280=7,61*10^{-4}<1/250=4*10^{-3}$$

5.3.3 PROGETTO E VERIFICA NODO ALLA BASE DELLE COLONNE

Materiale S235

$$f_{yk}=235 \text{ N/mm}^2$$

tirafondi F16

Sollecitazioni massime agenti

Pilastro centrale

S.L.U

$$N_{max} = 73,04 \text{ KN}$$

$$M_{max} = 26,51 \text{ KNm}$$

PROGETTO-VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE DEL GUNTO

$$f_i=b_i*k_i*f_{cd}=0,66*2,25*14,1=20,938$$

$$b_i=2/3=0,66$$

$$k_i=\sqrt{(a_1*b_1)/(a*b)}=2,25$$

$$a=500 \text{ mm}$$

$$b=500 \text{ mm}$$

$$a_1=900$$

$$b_1=900$$

$$c \leq t*[f_y/3*f_i*\gamma_{M0}]^{0,5}=15*[235/3*20,93*1,05]^{0,5}=28,31 \text{ mm}$$

$$F_{t,Rd}=n*(0,9*f_{ub}*A_s)/\gamma_{M2}=2*(0,9*450*201)/1,25=130,248 \text{ KN}$$

$$C_{Rd}=N_{sd}+F_{t,Rd}=73,04+130,248=203,28 \text{ KN}$$

$$x=C_{Rd}/b_{eff}*a*f_{id}=203,28/((200+2*28)*0,85*20,938)=44,61\text{mm}$$

$$M_{Rd}=C_{rd}*y_2-N_{sd}*y_1=203,248*0,256-73,04*0,128=43,687\text{KNm}>M_{sd}=26,61 \text{ KNm}$$

$$y_1=128 \text{ mm}$$

$$y_2=256 \text{ mm}$$

PROGETTO-VERIFICA SALDATURA

$$F_{Wd}=f_u/\sqrt{3}*b*\gamma_{M2}=360/\sqrt{3}*0,85*1,25=195,61\text{N/mm}^2$$

PER LE ALI

$$N_f^M=M_{sd}/z=26,51/0,170=155,94 \text{ KN}$$

$$Z=0,170$$

$$N_f^N=(N_{sd}/A)*A_f=(73,04/5383)*2000=27,13\text{KN}$$

$$N_f=N_f^M+N_f^N=183,07 \text{ KN}$$

$$A_w = N_f / F_{wd} = 183070 / 195,61 = 935,9 \text{ mm}^2$$

$$a = A_w / l_w = 935,9 / 400 = 2,33 \text{ mm} \quad \text{a sar\`a} = 4 \text{ mm}$$

PER L'ANIMA

$$N_f^N = (N_{sd} / A) * A_f = (73,04 / 5383) * 2000 = 27,13 \text{ KN}$$

$$A_w = N_f / F_{wd} = 27130 / 195,61 = 138,73 \text{ mm}^2$$

$$a = A_w / l_w = 138,73 / 170 = 0,81 \text{ mm} \quad \text{a sar\`a} = 4 \text{ mm}$$

PROGETTO-VERIFICA DEI TIRAFONDI

$$F_{t,Rd} = n * (0,9 * f_{ub} * A_s) / \gamma_{M2} = 2 * (0,9 * 450 * 201) / 1,25 = 130,248 \text{ KN}$$

$$L > (F_{t,Rd} / 2) / 2_{prl} * f_{cd} = 91,8 \text{ mm}$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

5.4 VERIFICHE SULLE FONDAZIONI

Verifica della fondazione superficiale

Le NTC2008 prevedono che per fondazioni superficiali (§6.4.2) l'esecuzione delle verifiche nei confronti dello stato limite ultimo e di esercizio

- *EQU*: perdita di equilibrio della struttura.

L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale ed orizzontale, tuttavia essendo le pressioni sul terreno di fondazione tutte di compressione non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.

- *STR*: raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

La verifica di resistenza degli elementi strutturali di fondazione viene effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- *GEO*: raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura

La verifica di resistenza del complesso struttura-terreno viene effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: (A2+M2+R2)

- *UPL*: perdita di equilibrio della struttura o del terreno dovuta alla sottospinta dell'acqua.
Non necessaria
- *HYD*: erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici
Non necessaria

Devono essere pertanto verificate due combinazioni di carico, la prima ([STR]: A1+M1+R1) in cui si applicano coefficienti di amplificazione alle sole azioni (permanenti o variabili, strutturali o geotecniche) e la seconda ([GEO]: A2+M2+R2) in cui si applicano coefficienti di amplificazione alle azioni strutturali variabili e coefficienti di riduzione ai parametri che esprimono le proprietà meccaniche del terreno, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 1 e 2 per le azioni e i parametri geotecnici.

Coefficienti parziali relativi alle azioni per verifiche DM08				
		γ_f		
		EQU	A1 STR	A2 GEO
<i>Permanente favorevole</i>	γ_G	0.9	1.0	1.0
<i>Permanente sfavorevole</i>		1.1	1.3	1.0
<i>Permanenti portati favorevoli</i>	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
<i>Permanenti portati sfavorevoli</i>		1.5	1.5	1.3
<i>Variabile favorevole</i>	γ_Q	0.0	0.0	0.0
<i>Variabile sfavorevole</i>		1.5	1.5	1.3

Tabella 1

Coefficienti parziali per i parametri del terreno			
		γ_m	
		M1	M2
<i>Granulare</i>	$\tan(\varphi'_k)$	1,0	1,25
	c'_k	1,0	1,25
	γ	1,0	1,0
<i>Coesivo</i>	c_{uk}	1,0	1,4
	γ	1,0	1,0

Tabella 2

Nell'ambito di ciascun approccio si calcolano in questo modo l'azione di progetto E_d e la resistenza di progetto R_d , che sono già affette dai coefficienti di sicurezza parziali, per cui la verifica impone semplicemente che sia soddisfatta la disuguaglianza

$$R_d \geq E_d$$

Il valore di progetto delle azioni E_d nei due approcci è calcolata considerando i seguenti coefficienti parziali γ_f (Tabella 1):

$$E_d = \gamma_G \times G + \gamma_Q \times Q$$

I coefficienti parziali interessano i carichi permanenti (strutturali), i carichi permanenti portati (non strutturali, terreno e acqua, per i quali, se compiutamente definiti e non variabili nel tempo, si possono adottare i medesimi coefficienti dei carichi permanenti strutturali), e i carichi variabili, definiti favorevoli e sfavorevoli ai fini della verifica di stabilità da eseguire o della resistenza di progetto R_d i corrispondenti valori di progetto delle proprietà del terreno E_d devono essere ricavati dai "valori caratteristici E_k " mediante la:

$$E_d = E_k / \gamma_m$$

dove γ_m è il coefficiente parziale (Tabella 2).

[ED1] Capacità strutturale (A1+M1+R1)Dati di calcolo

Profondità del piano di posa	0,50	m
Larghezza B della fondazione	0,80	m
Lunghezza L della fondazione	15,90	m
Peso specifico del terreno	2400	kg/m ³
Coesione del terreno	0,80	kg/m ²
Angolo d'attrito del terreno	15°	deg.
Inclinazione della base della fondazione	0	deg.
Inclinazione del piano di campagna	0	deg.

Risultati di calcolo

Fattori di capacità portante	Fattori di forma
$N_\gamma = 1,17$	$S_\gamma = 0,98$
$N_c = 10,91$	$S_c = 1.01$
$N_q = 3,92$	$S_q = 1.02$
Fattori di inclinazione del carico	Fattori di inclinazione della fondazione
$I_\gamma = 1$	$B_\gamma = 1$
$I_c = 1$	$B_c = 1$
$I_q = 1$	$B_q = 1$
Fattori di inclinazione del piano di campagna	
$G_\gamma = 1$	
$G_c = 1$	
$G_q = 1$	

Capacità portante limite ultima $Q_{lim} = 1,178 \quad \text{N/mm}^2$

Pertanto:

(STR): $R_d = \mathbf{1178} \text{ kN/m}^2 > E_d = 46,01 \text{ kN/m}^2 \quad \text{verificato}$

[ED1] Dimensionamento geotecnico (A2+M2+R2)Dati di calcolo

Profondità del piano di posa	0,50	m
Larghezza B della fondazione	0,80	m
Lunghezza L della fondazione	15,90	m
Peso specifico del terreno	24,00	kN/m ³
Coesione del terreno	0,80	N/mm ²
Angolo d'attrito del terreno	15°/γ _{M2}	deg.
Inclinazione della base della fondazione	0	deg.
Inclinazione del piano di campagna	0	deg.

Risultati di calcolo

Fattori di capacità portante

$$\begin{aligned} N_{\gamma} &= 2,99 \\ N_c &= 9,28 \\ N_q &= 0,64 \end{aligned}$$

Fattori di forma

$$\begin{aligned} S_{\gamma} &= 0,98 \\ S_c &= 1,02 \\ S_q &= 1,02 \end{aligned}$$

Fattori di inclinazione del carico

$$\begin{aligned} I_{\gamma} &= 1 \\ I_c &= 1 \\ I_q &= 1 \end{aligned}$$

Fattori di inclinazione della fondazione

$$\begin{aligned} B_{\gamma} &= 1 \\ B_c &= 1 \\ B_q &= 1 \end{aligned}$$

Fattori di inclinazione del piano di campagna

$$\begin{aligned} G_{\gamma} &= 1 \\ G_c &= 1 \\ G_q &= 1 \end{aligned}$$

Capacità portante limite ultima	$Q_{ult} = 0,991$	N/mm ²
Capacità portante di progetto	$Q_d = 0,550$	N/mm ²

Pertanto:

$$(GEO): R_d = \mathbf{550,0 \text{ kN/m}^2} > E_d = 21,01 \text{ kN/m}^2 \quad \mathbf{\text{verificato}}$$

[ED2] Capacità strutturale (A1+M1+R1)Dati di calcolo

Profondità del piano di posa	0,50	m
Larghezza B della fondazione	0,80	m
Lunghezza L della fondazione	27,03	m
Peso specifico del terreno	1900	kg/m ³
Coesione del terreno	0	kg/m ²
Angolo d'attrito del terreno	35°	deg.
Inclinazione della base della fondazione	0	deg.
Inclinazione del piano di campagna	0	deg.

Risultati di calcolo

Fattori di capacità portante	Fattori di forma
$N_\gamma = 33,58$	$S_\gamma = 0,98$
$N_c = 45,56$	$S_c = 1.03$
$N_q = 32,97$	$S_q = 1.03$
Fattori di inclinazione del carico	Fattori di inclinazione della fondazione
$I_\gamma = 1$	$B_\gamma = 1$
$I_c = 1$	$B_c = 1$
$I_q = 1$	$B_q = 1$
Fattori di inclinazione del piano di campagna	
$G_\gamma = 1$	
$G_c = 1$	
$G_q = 1$	

Capacità portante limite ultima $Q_{lim} = 0,623 \quad \text{N/mm}^2$

Pertanto:

(STR): $R_d = 623,0 \text{ kN/m}^2 > E_d = 28,01 \text{ kN/m}^2$ verificato

[ED2] Dimensionamento geotecnico (A2+M2+R2)Dati di calcolo

Profondità del piano di posa	0,50	m
Larghezza B della fondazione	0,80	m
Lunghezza L della fondazione	27,03	m
Peso specifico del terreno	19,00	kN/m ³
Coesione del terreno	0	N/mm ²
Angolo d'attrito del terreno	35°/γ _{M2}	deg.
Inclinazione della base della fondazione	0	deg.
Inclinazione del piano di campagna	0	deg.

Risultati di calcolo

Fattori di capacità portante	Fattori di forma	
N _γ = 13,36	S _γ = 0,98	
N _c = 28,28	S _c = 1,02	
N _q = 16,87	S _q = 1,02	
Fattori di inclinazione del carico	Fattori di inclinazione della fondazione	
I _γ = 1	B _γ = 1	
I _c = 1	B _c = 1	
I _q = 1	B _q = 1	
Fattori di inclinazione del piano di campagna		
G _γ = 1		
G _c = 1		
G _q = 1		
Capacità portante limite ultima	Q _{ult} = 0,293	N/mm ²
Capacità portante di progetto	Q _d = 0,163	N/mm ²

Pertanto:

$$(GEO): R_d = \mathbf{163,0 \text{ kN/m}^2} > E_d = 18,11 \text{ kN/m}^2 \quad \mathbf{\text{verificato}}$$

6. PIANO DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE

Strutture interrato

Le fondazioni a platea del fabbricato di nuova realizzazione sono in cls armato gettato in opera. Il calcestruzzo da impiegarsi sarà il C25/30 con classe di esposizione XC2+XD2. Per la messa in opera sono fondamentali il rapporto acqua-cemento, la consistenza e la granulometria degli inerti oltre alla fase di stagionatura, che deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15-20°.

Anomalie riscontrabili

Nel caso di errato:

- rapporto tra acqua e cemento:
- consistenza e granulometria degli inerti
- stagionatura (che deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15-20 °C)

I quattro principali sintomi di degrado sono:

- 1) efflorescenze e le macchie;
- 2) fessurazioni e crepe causate da ritiro plastico per essiccamento rapido, corrosione delle armature per carbonatazione (verticale) o per cloruri (orizzontale, ritiro igrometrico, scrostatura per azione espansiva dell'armatura ossidata, macchie per flusso di sali, polveri, inquinanti vari;
- 3) la disgregazione (deterioramento con perdita di cemento e liberazione di aggregati). Il fenomeno più dannoso è l'alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua nella rete capillare che dipende in larga misura dalla differenza tra la temperatura esterna e quella del cls e dall'umidità relativa.

Murature

Il livello minimo delle prestazioni è quello di resistere alla spinta del vento e tenuta agli agenti atmosferici. Problematiche strettamente collegate tra di loro.

Anomalie riscontrabili

La deformazione di una facciata continua dovuta alla spinta del vento può innescare fenomeni di distacco nei giunti, con conseguente possibilità di infiltrazione dell'aria e dell'acqua. In ogni caso la tenuta può essere assicurata solo da una visione globale della facciata, più che dal dettaglio di impermeabilizzazione dei giunti.

Risulta così importante la morfologia della facciata, le relazioni con la retrostante struttura nonché le tolleranze di fabbricazione ed installazione.

Incompatibilità con la tipologia di tamponamento esterno che causano problemi di continuità (dilatazioni, ponti termici ecc..)

Parte basale delle murature

La parte basale della parete è un punto critico, perché particolarmente esposta alle intemperie e alla vicina del terreno, ma su cui è facile porre frequentemente l'attenzione. La guarnizione interna (il collegamento tra parete e fondazione) e le zone di raccordo con i marciapiedi e le porte devono essere controllate per rilevare la presenza di eventuali infiltrazioni e/o macchie di umidità. E' anche necessario porre attenzione all'eventuale presenza di attacchi di insetti di cui eventualmente dev'essere quantificata l'entità mediante una ispezione specialistica. Si raccomandano intervalli di ispezione compresi tra 6 mesi e 2 anni, in funzione di località, esposizione e forma dell'edificio.

Copertura

Per il solaio di copertura, le zone di giunzione devono essere frequentemente controllate per rilevare la presenza di infiltrazioni o macchie di umidità. Deve essere spesso verificato il funzionamento del drenaggio del tetto. Le strutture giacenti all'esterno devono essere esaminate annualmente per accertare la presenza di danni causati dall'umidità o da attacchi di insetti di cui eventualmente deve essere quantificata l'entità mediante una ispezione specialistica.

Le chiusure ermetiche, così come le aperture di uscita, devono essere sottoposte annualmente a un'ispezione.

Se si impiega una scala, occorre sempre prendere delle precauzioni contro la caduta ed il ribaltamento. L'accesso alle superfici esterne di un tetto può comportare il rischio di caduta e/o scivolamento, pertanto deve sempre avvenire in maniera sicura. Per gli elementi strutturali portanti è raccomandabile un controllo periodico da parte di uno specialista. Per i tetti piani, si raccomanda un controllo precauzionale ogni 2-3 anni. Il manto di copertura del tetto, in quanto "pelle" della struttura del tetto, è esposto all'azione di vento, pioggia, grandine, neve, ghiaccio, forti escursioni termiche e luce solare. Le sollecitazioni provocate da questi fattori lasciano i loro segni, anche perché le variazioni dimensionali dovute alle variazioni termiche e/o igrometriche sono, per i diversi materiali, assai differenti tra loro. Per questo motivo sono così importanti le

connessioni elastiche nelle giunzioni. La copertura del tetto deve perciò essere sottoposta, almeno una volta all'anno, ad un controllo visivo. Soprattutto dopo violente precipitazioni, giornate molto ventose e dopo il disgelo del manto di neve, occorre verificare la presenza di danni superficiali sul tetto. Oltre a ciò, è necessario controllare se la copertura del tetto mostra segni di deterioramento o è molto sporca. Le parti deteriorate devono essere riparate rapidamente. Gli accumuli di sporco (foglie, fango, crescita di piante), che pregiudicano la funzionalità del tetto, devono essere rimossi. Deve anche essere verificata, all'atto del controllo visivo annuale, la presenza di danni sui bordi e su altri punti di connessione come opere in muratura sporgenti e di eventuali infiltrazioni. Inoltre devono essere controllati i punti di giunzione con le pareti. Le parti terminali del tetto (grondaie, condotti di deflusso e graticci per la neve) devono essere controllate annualmente insieme al rivestimento del tetto. Occorre fare attenzione ai danni da corrosione nelle parti metalliche che, se danneggiate, devono essere riparate o sostituite. Alcune materie plastiche tendono a diventare fragili nel tempo e perdono con ciò la loro capacità di utilizzo. Le parti deteriorate dovrebbero essere cambiate senza indugio. Nei tetti freddi deve essere anche verificata la capacità funzionale delle prese d'aerazione e delle aperture di ventilazione, nella zona della grondaia, del colmo e del comignolo. La sezione d'aerazione non dovrebbe essere bloccata in nessun punto, né in altro modo impedita. In caso di danni, occorre effettuare la riparazione. Il drenaggio dell'acqua dal tetto deve essere controllato ogni 6 mesi. In primavera e/o dopo lo scioglimento di eventuali nevi ed in autunno dopo la caduta delle foglie, le grondaie devono essere interamente controllate e ripulite da foglie, sporcizia, e simili corpi estranei. Con queste misure si provvede anche a garantire un rapido scorrimento dell'acqua e a limitare così la formazione di ghiaccio. Se in inverno si dovesse formare del ghiaccio nella zona delle condutture dell'acqua piovana, esso deve essere rimosso rapidamente ma con cautela, per evitare rotture da gelo nella zona del basamento dell'edificio. Le cause dell'indesiderata formazione di ghiaccio devono essere cercate ed eliminate con appositi provvedimenti. Canali e tubi devono essere privi di deformazioni e fessurazioni, le opere murarie esterne non devono presentare vistose colorazioni nella zona del drenaggio (danni da umidità). Nei canali possono formarsi delle sacche d'acqua. In questo modo lo scolo dell'acqua piovana risulta del tutto ostacolato, oppure avviene in maniera incontrollata da punti non desiderati. Questi danni devono essere riparati il più velocemente possibile ed occorre evitare che si ripetano in futuro.

Di seguito vengono elencate le principali indicazioni di manutenzione fornite per la struttura:

Parte	Attività	Frequenza	Esecuzione
Fondazioni	Controllo visivo dell'opera, di eventuali locali corrosioni, di locali distacchi di copri ferro e/o umidità e infiltrazioni d'acqua	Quando necessario	
Solaio di calpestio	Controllo visivo dell'opera di eventuali locali distacchi del copriferro, dei rivestimenti. Presenza di umidità, ponti termici ed efflorescenze	Ogni 2 anni	Tecnici, manutentori
Muratura	Controllo visivo interno ed esterno di fessure e danni da umidità	Annuale	Tecnici
Solaio di copertura	Manutenzione (rimozione di sporco e foglie, pulizia degli scarichi d'acqua)	Annuale oppure dopo forti temporali	Manutentori
	Controllo visivo dell'impermeabilizzazione e delle connessioni (uscite, aperture)	Annuale	Manutentori
	Controllo visivo dei danni da umidità o delle infestazioni di insetti negli elementi strutturali giacenti all'aperto	Annuale	Manutentori
	Controllo precauzionale della struttura portante	Ogni 10-30 anni	Tecnici, manutentori

Il progettista

