



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. I. Barilli Ordine Ingegneri V.C.O. n° 122</p>  <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i> <i>Tipo di sistema</i> <i>Raggruppamento di opere/attività</i> <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> <i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA CENTRO DIREZIONALE Impianti Impianti meccanici Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> CD0465_F0 </div>
---	--	--

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	1	R	D	C	C	D	I	8	I	M	0	0	0	0	0	2	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. Re	G. Lupi	I. Barilli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE	3
1 Relazione di calcolo impianti di climatizzazione	4
2 Norme di riferimento	4
3 Contenuti del documento	5
4 Classe energetica	6
5 Regolazione della temperatura	6
6 Dimensionamento e verifica tubazioni	7
7 Dimensionamento e verifica canali dell'aria	8
8 Pompe di calore e dimensionamento campo geotermico	9
8.1 Generalità	9
8.2 Resistenza termica del pozzo	10
8.3 Scelta delle caratteristiche delle sonde geotermiche verticali	11
8.4 Calcoli di progetto delle sonde geotermiche verticali	12
8.4.1 Calcolo invernale	13
8.4.2 Calcolo estivo	13
8.4.3 Conclusioni	14
9 Dimensionamento dell'unità di trattamento aria per la climatizzazione a tutt'aria dell'atrio	14
9.1 Calcolo invernale	15
9.2 Calcolo estivo	15
9.3 Conclusioni	17
ALLEGATI	18
All. 1 - Attestato di certificazione energetica Centro Direzionale	18
All. 2 - Attestato di certificazione energetica Edificio Vigili del Fuoco	18
All. 3 - Diagrammi di carico dei consumi di energia elettrica	18
All. 4 - Verifica componenti edilizi secondo L10/91 e s.m.i.	18
All. 5 - Tabella fabbisogni termici, frigoriferi, ricambi aria	18
All. 6 - Verifica dimensionamento circuiti idraulico più sfavorito	18
All. 7 - Verifica dimensionamento ramo canale dell'aria più sfavorito	18

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1 Relazione di calcolo impianti di climatizzazione

La presente relazione di calcolo contiene i calcoli preliminari degli impianti di climatizzazione di cui sarà dotato il Centro Direzionale e l'edificio Vigili del Fuoco presenti nell'area direzionale prevista sul versante calabro delle opere a servizio del Ponte sullo Stretto di Messina.

2 Norme di riferimento

Per la redazione dei calcoli in allegato, si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” e regolamento di attuazione in vigore;
- D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993 “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell’art. 4, comma 4, della L. 10/91”;
- Decreto Legislativo n° 192 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”;
- Decreto Legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”;
- D.P.R. n° 59 del 2 aprile 2009 “Regolamento di attuazione dell’articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”;
- Decreto Ministero Sviluppo Economico del 26 giugno 2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”;
- Norme UNI/TS 11300-1 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale” e sua errata corrige;
- Norme UNI/TS 11300-2 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”;
- Norme UNI/TS 11300-3 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCD18IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

3 Contenuti del documento

In allegato alla presente relazione sono inseriti:

- l'Attestato di Certificazione Energetica del fabbricato Centro Direzionale, elaborato con il software DOCET, redatto da CNR – ENEA, che verifica, in via preliminare, la classe energetica raggiunta dal fabbricato, completo dei dati immessi per il calcolo ed i rapporti relativi all'energia netta utilizzata;
- l'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio Vigili del Fuoco, elaborato con il software DOCET, redatto da CNR – ENEA, che verifica, in via preliminare, la classe energetica raggiunta dal fabbricato, completo dei dati immessi per il calcolo ed i rapporti relativi all'energia netta utilizzata;
- i diagrammi di carico dei consumi di energia elettrica, tra i quali sono evidenziati quelli attinenti ai servizi di climatizzazione e pompaggio;
- le verifiche termo-igrometriche effettuate sui principali componenti edilizi costituenti l'involucro dell'edificio.

Si precisa che le prestazioni dei componenti edilizi presentano valori inferiori a quelli imposti dalla Legge, come dimostrato nella seguente tabella.

COMPONENTE EDILIZIO	Trasmittanza limite di legge [W/m ² °K]	Trasmittanza limite di legge [W/m ² °K]
Strutture opache verticali	0,48	0,259
Coperture	0,38	0,301
Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno	0,49	0,378
Chiusure trasparenti comprensive degli infissi	3,0	ND
Vetri	2,7	2,333

- il dimensionamento del circuito idraulico per la distribuzione dei fluidi termo frigoriferi più sfavorito, in base al quale è stata determinata la prevalenza della pompa;
- il dimensionamento del circuito aeraulico per la distribuzione dell'aria primaria più sfavorito, in base al quale è stata determinata la prevalenza del ventilatore;
- il dimensionamento dell'unità di trattamento aria per la climatizzazione a tutt'aria dell'atrio;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- il dimensionamento del campo geotermico.

4 Classe energetica

Nell'approccio al progetto impiantistico ci si è posto l'obiettivo di raggiungere il massimo grado di efficienza energetica. Il raggiungimento di questo prestigioso traguardo è dimostrato dal conseguimento della classe energetica A+ per il fabbricato (vedi certificazioni energetiche allegate); infatti, l'energia consumata per climatizzazione ed acqua calda sanitaria è compensata dall'autoproduzione di energia da fonte rinnovabile.

Le strategie che hanno portato al conseguimento di questa elevatissima prestazione sono:

1. la riduzione al minimo dei consumi energetici, tramite l'adozione di componenti edilizi che garantiscano condizioni di isolamento termico inferiori a quelle imposte per legge, tecnologie di climatizzazione efficienti e mediante sistemi domotici che riducano gli sprechi (spegnimento degli impianti di illuminazione e climatizzazione in assenza di personale, ottimizzazione dei cicli di funzionamento);
2. l'approvvigionamento energetico mediante fonti rinnovabili, quali produzione dei fluidi termo frigoriferi geotermici, acqua calda sanitaria prodotta mediante pannelli solari ed approvvigionamento di energia elettrica tramite pannelli fotovoltaici.

Come si può vedere dalla tabella dei consumi di energia elettrica per i fabbisogni di climatizzazione e pompaggio in allegato, l'energia consumata annualmente per tale scopo ammonta a: $(711 + 2.201) \times 365 = 1.063.000$ kWh/anno.

Grazie al campo fotovoltaico, l'autoproduzione di energia elettrica è di oltre 1.200.000 kWh/anno; pertanto, da questo punto di vista, il rapporto di autosufficienza (rapporto tra energia prodotta e quella consumata per climatizzazione) supera il **112%**. Ossia, l'autoproduzione di energia da fonte solare supera (del 12%) quella consumata per la climatizzazione.

L'alimentazione elettrica dell'infrastruttura generale fungerà da tampone, ricevendo l'energia prodotta in eccesso nei periodi di basso carico e restituendola in quelli di carico maggiore o nelle ore prive di irraggiamento solare; inoltre, costituirà fonte di riserva in caso di disservizi o manutenzione.

5 Regolazione della temperatura

Gli impianti di climatizzazione saranno supervisionati e controllati da sistema di regolazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

automatica tale da realizzare una reale integrazione di tutti i sottosistemi e garantire un'interfaccia operatore omogenea per facilitare la gestione dell'intero complesso.

La regolazione prevede:

- programmazione avviamento, attenuazione, arresto dell'impianto;
- compensazione della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna per circuiti soffitti radianti in condizioni invernali;
- controllo della pompa per il circuito di produzione acqua calda sanitaria;
- regolazione della temperatura dell'acqua calda sanitaria con valvola miscelatrice modulante posta all'uscita dello scambiatore ad accumulo;
- regolazione della temperatura dell'acqua nello scambiatore ad accumulo con ciclo antilegionella;
- comando e regolazione delle pompe di calore, in modo da mantenere costante la temperatura di mandata;
- regolazione UTA con controllo inverter alimentazione ventilanti, in modo da mantenere una portata d'aria costante sulla mandata e sulla ripresa, agendo sulle pressioni rispettivamente a valle ed a monte dei ventilatori, comando delle valvole a tre vie sulle batterie calda e fredda a punto fisso sulla temperatura di mandata dell'aria, protezione antigelo, controllo efficienza filtro con pressostato differenziale, controllo serrande motorizzate;
- regolazione Stand Alone per soffitti radianti (termostato ambiente agente sulle valvole a 3 vie).

Sono a tal fine previsti multicontrollori di gestione (concentratori) dei soffitti radianti e unità periferiche DCC (Digital Direct Control).

Per ciascuno degli impianti sopradescritti il sistema dovrà svolgere funzionalità di controllo, monitoraggio e comando ad esclusione dei soffitti radianti, che saranno pilotati da regolatori non centralizzati sul sistema DDC.

6 Dimensionamento e verifica tubazioni

Per il dimensionamento delle tubazioni è stata utilizzata la tabella di cui all'allegato 5, che riporta i valori delle perdite di carico distribuite sulla condotta calcolate in funzione della portata con la formula di Hazen Williams di seguito indicata:

$$p=(6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9) / (C^{1,85} \times D^{4,87})$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

dove:

- p è la perdita di carico unitaria, in millimetri di colonna d'acqua al metro di tubazione;
- Q è la portata in litri/minuto;
- C è una costante che dipende dalla natura del tubo (120 per tubi in acciaio);
- D è il diametro interno della tubazione.

Per quanto riguarda invece il calcolo delle perdite di carico concentrate sono state assunte le lunghezze di tubazione equivalenti indicate dalle normative vigenti in materia corrispondenti a curve, valvole, raccordi ecc.

La somma delle perdite di carico distribuite e concentrate, aumentata del 10% (coefficiente di sicurezza) corrisponde, per ogni circuito, alla prevalenza utile che dovrà garantire la pompa di circolazione di pertinenza.

7 Dimensionamento e verifica canali dell'aria

Per calcolare le perdite di carico che si vengono a determinare in un condotto a causa dell'attrito dell'aria con le pareti dello stesso si calcola con la formula di Darcy che prende in considerazione la lunghezza del condotto, il cosiddetto diametro idraulico, la velocità e densità dell'aria e il coefficiente di attrito che, a sua volta, dipende dal numero di Reynolds, dalla rugosità delle pareti, dalle dimensioni e dalla disposizione della stessa. Dato che il calcolo della perdita di carico con tali formule è piuttosto complesso e, nell'insieme, porta solo a risultati nella pratica si ricorre all'uso di specifici diagrammi che tengono conto di sezioni standard dei condotti e della rugosità dei materiali di uso comune.

Tali diagrammi si riferiscono in genere a condotte circolari per cui, prima di effettuare il calcolo, è necessario calcolare, con delle apposite tabelle di conversione, il diametro equivalente del canale rettangolare in esame; a questo punto è possibile determinare le perdite di carico per metro di condotta in funzione della velocità desiderata e della portata dell'aria in esame (vedere allegato 6 alla presente).

In maniera analoga, con apposite tabelle, è possibile calcolare le perdite di carico concentrate nei pezzi speciali (curve, serrande, raccordi ecc.) in funzione della velocità dell'aria.

La somma delle perdite di carico distribuite e concentrate, aumentata del 10% (coefficiente di sicurezza) corrisponde, per ogni condotta, alla prevalenza utile che dovrà garantire il ventilatore di pertinenza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8 Pompe di calore e dimensionamento campo geotermico

8.1 Generalità

Per sistemi geotermici ad anello chiuso si intendono le tipologie impiantistiche atte allo sfruttamento del terreno in qualità di fonte rinnovabile d'energia a bassa entalpia (temperature del suolo medio basse) attraverso scambiatori di calore verticali (come nel caso in questione) o orizzontali direttamente interrati nel suolo.

Il la sonda geotermica verticale, o pozzo geotermico, si estende perpendicolarmente alla superficie e penetra nel terreno per alcune decine di metri; a questa profondità la temperatura indisturbata del terreno non cambia significativamente durante l'anno.

Un pozzo è uno scambiatore di calore che estrae o aggiunge calore al terreno, simile ad una batteria di raffreddamento o ad un evaporatore in un gruppo frigorifero; lo scopo è di trasferire energia dalla pompa di calore al terreno.

Lo scopo del dimensionamento del pozzo è nel calcolo della sua lunghezza.

In condizioni di regime, si genera uno scambio di calore tra il fluido termico della pompa di calore ed il terreno causato dalla loro differenza di temperatura; la resistenza termica del tubo, il materiale di riempimento in cui è posato e la composizione del terreno determinano lo scambio termico secondo la relazione:

$$Q_c = L(t_g - t_w)/R$$

dove,

Q_c è il calore scambiato (W),

L è la lunghezza del pozzo (m),

t_g è la temperatura del terreno,

t_w è la temperatura del fluido termo frigorifero,

R è la resistenza termica alla trasmissione del calore ($m^2 K/W$).

La difficoltà nel dimensionamento dei pozzi risiede nella variabilità nel tempo della temperatura del terreno, in parte anche generata dallo stesso pozzo; per il dimensionamento dei pozzi, tale effetto viene suddiviso in tre parti:

- *Effetto a lungo termine*: questo è la modifica della temperatura del terreno nel corso degli anni. Se il fabbricato, nel corso dell'anno, complessivamente acquisisce calore o lo cede, la temperatura cambia; più sono addensati i pozzi, maggiore è l'effetto.

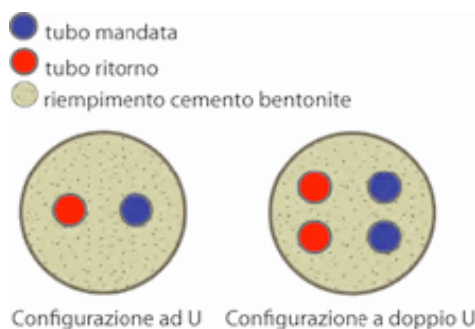
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCD18IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- *Effetto annuale*: nel corso dell'anno, il carico termico del campo geotermico cambia e ciò influisce sulla temperatura del terreno su base mensile; questo effetto inerziale implica che il terreno è più caldo dopo che si è verificato il carico di punta.
- *Effetto a breve termine*: il carico effettivo influisce sulla temperatura del fluido termo frigorifero. Ad esempio, se l'edificio viene chiuso, la temperatura del fluido diviene quella del terreno; in genere, la temperatura del fluido è pari a quella del terreno maggiorata (o diminuita) di quella collegata al carico termico di progetto. L'effettivo carico orario influisce sulla capacità del pozzo di trasmettere il calore; perciò, la temperatura del terreno varia con il carico orario.

8.2 Resistenza termica del pozzo

La resistenza termica del pozzo dipende da diversi fattori, tra i quali si annoverano le caratteristiche dei tubi, la portata d'acqua, il rivestimento dei tubi, le caratteristiche del fluido termo frigorifero e del suolo.

Le sonde sono riempite da tubi di diametro 32 - 50 mm in polietilene PE 100 PN16, in condizioni standard di esercizio (temperatura 15°C, pressione 16 bar); tra le possibilità di posa del tubo ci sono la configurazione ad U e a doppio U.



La **configurazione a doppio U** presenta il duplice vantaggio di consentire un migliore scambio termico con il terreno e, contemporaneamente, in caso di malfunzionamento di un tubo, l'altro essendo indipendente può comunque alimentare la pompa di calore.

Come si osserva nelle figure, in ciascun pozzo, una volta collocati i tubi, viene introdotto un **materiale di riempimento** tra i tubi e le pareti del pozzo al fine di assicurare un buon contatto termico con il suolo circostante; nel caso la sonda attraversi una falda, il materiale di riempimento impedisce anche **circolazioni verticali** di acqua.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Il materiale di riempimento, oltre alla conducibilità termica, deve garantire anche una **scarsa solubilità**, per evitare interazioni con le acque di falda e, nel contempo, una buona elasticità per resistere alle sollecitazioni del terreno.

Per quanto concerne invece il **fluido termovettore**, esso è costituito da acqua, con eventuale aggiunta di antigelo in una percentuale variabile tra il 10% ed il 30%: l'aggiunta di liquido **antigelo** abbassa il punto di congelamento dell'acqua fino quasi a -15°C ed è particolarmente importante in regime di riscaldamento.

La tabella seguente riporta valori indicativi per lunghezza, **contenuto e diametro delle sonde** nel caso di tubo a doppio U; terreni con scarsa stabilità possono richiedere anche un diametro di perforazione maggiore, da valutare caso per caso.

Diametro tubo (mm)	Contenuto di fluido x m (l)	Diametro perforazione (mm)	Lunghezza massima (m)
32	2,12	112-115	ca. 150
40	3,34	127-135	ca. 300
50	5,18	152	ca 300

8.3 Scelta delle caratteristiche delle sonde geotermiche verticali

Nel dimensionare le sonde geotermiche verticali occorre conoscere la geologia del luogo di perforazione e prestare attenzione a due fattori progettuali per un corretto sfruttamento del suolo a fini energetici.

Primo fattore importante è l'equilibrio del suolo prima e dopo la messa in funzione dell'impianto; chiaramente lo sfruttamento del terreno in qualità di fonte rinnovabile d'energia produce dei cambiamenti nelle temperature del suolo nell'intorno dei pozzi geotermici. L'obiettivo del progetto deve essere quello di produrre il minor impatto possibile nel terreno; per questo motivo, è utile utilizzare l'impianto sia per il riscaldamento invernale, sia per il condizionamento estivo, permettendo al sistema geotermico di ricaricare il terreno nella stagione estiva, dopo averlo sfruttato durante quella invernale.

Secondo fattore è quello della scelta delle temperature di mandata e ritorno del fluido termovettore alle sonde, cercando in inverno di mantenere temperature superiori allo zero, al fine di evitare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM0000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

l'insorgere della formazione di ghiaccio nelle porzioni di terreno prossime alla sonda; a tal fine, la temperatura in ingresso allo scambiatore lato sorgente è fissata in 10°C.

Assumono, poi, fondamentale importanza la scelta di materiali idonei per la realizzazione delle sonde; la scelta dei materiali verte, essenzialmente, nel definire il tipo di tubazione e di riempimento necessario per il tipo di roccia attraversato.

Il tubo adottato per le sonde sarà un tubo in polietilene ad alta densità PE 100, a norma UNI EN 12201, diametro nominale DN 40, pressione nominale PN 16 (SDR 11).

Per la scelta del riempimento sarà utilizzata una boiaccia cementobentonitica, che, oltre alla conducibilità termica, garantisce anche una scarsa solubilità, per evitare interazioni con le acque di falda e, nel contempo, una buona elasticità per resistere alle sollecitazioni del terreno.

In relazione alle temperature di funzionamento, il fluido termovettore prescelto sarà acqua.

8.4 Calcoli di progetto delle sonde geotermiche verticali

Per il calcolo delle sonde geotermiche di farà riferimento alle Norme VDI 4640, in assenza di riferimenti nazionali.

RESE UNITARIE PER METRO LINEARE DI PERFORAZIONE		
TIPO DI TERRENO	ORE DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	
	1800 ore	2400 ore
Valori generali di riferimento		
Terreni poveri (sedimenti secchi) ($\lambda < 1,5$ W/m K)	25 W/m	20 W/m
Suoli costituiti da rocce compatte e sedimenti saturi d'acqua ($\lambda = 1,5+3,0$ W/mK)	60 W/m	50 W/m
Roccia compatta con elevata conducibilità termica ($\lambda > 3,0$ W/m K)	84 W/m	70 W/m
Singoli litotipi e tipologie di suolo		
Ghiaie e sabbie secche	< 25 W/m	< 20 W/m
Ghiaie e sabbie interessati da acquiferi sotterranei	$65 + 80$ W/m	$55 + 65$ W/m
Ghiaie e sabbie sature d'acqua, per installazioni singole	$80 + 100$ W/m	$80 + 100$ W/m
Argilla, terra e terriccio umidi	$35 + 50$ W/m	$30+40$ W/m
Calcare compatto	$55 + 70$ W/m	$45 + 60$ W/m
Arenarie	$65 + 80$ W/m	$55 + 65$ W/m
Rocce ignee acide (es. Granito)	$65 + 85$ W/m	$55 + 70$ W/m
Rocce ignee alcaline (es. Basalto)	$40 + 65$ W/m	$35 + 55$ W/m
Gneiss	$70 + 85$ W/m	$60 + 70$ W/m

Tabella III-17 - Rese per metro lineare di sonda geotermica secondo VDI 4640 sheet 2

La tabella sopra riportata si riferisce a sonde profonde tra 40 e 100 m, distanziate tra due perforazioni attigue come minimo di 5 m, realizzate nella configurazione di doppia U.

Le rese segnalate sono utilizzabili unicamente per il servizio di riscaldamento invernale; per il servizio estivo, a parità d'ore di utilizzo e di potenza scambiata, le lunghezze delle sonde

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

geotermiche risultano più grandi di circa 1,4 volte rispetto al dimensionamento invernale.

Dal punto di vista geologico, il territorio della Provincia di Reggio Calabria è caratterizzato dalla presenza di sedimenti alluvionali olocenici, che costituiscono le pianure costiere, mentre i primi rilievi collinari risultano costituiti, per lo più, da terreni sedimentari plio-pleistocenici, per lo più conglomeratici-sabbiosi.

In base a questa descrizione, è plausibile ritenere che il terreno possa essere assimilato alle arenarie.

8.4.1 Calcolo invernale

Nella stagione invernale, il fabbisogno termico complessivo ammonta a 418 kW, di cui 264 kW per il riscaldamento dei singoli ambienti (vedi allegato 5) e 154 kW per il trattamento aria (vedi tavola CD0468); a questi consumi vanno aggiunti 30 kW per la produzione dell'acqua calda sanitaria, in caso di condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli.

Nella zona climatica B, a cui appartiene il fabbricato, le ore di funzionamento del riscaldamento non sono maggiori di 1800, per cui la resa unitaria per metro lineare di perforazione per tipologia del suolo assimilato ad arenarie vale tra 65 e 80 W/m; per i calcoli si assume un valore prudenziale di 65 W/m.

In relazione alla quota del campo geotermico, la profondità dei pozzi geotermici viene limitata a 80 m, per cui ogni pozzo avrà una capacità di:

$$80 \text{ m} * 65 \text{ W/m} = 5200 \text{ W/pozzo}$$

Le pompe di calore selezionate hanno un COP in riscaldamento pari a 4,3, per cui per produrre l'intero fabbisogno termico, occorre prelevare dal terreno una potenza di:

$$448000 / 4,3 = 104.186 \text{ W}$$

Di conseguenza, il numero di pozzi necessari ammonta a:

$$104.186 \text{ W} / 5200 \text{ W/pozzo} = 20,03 \text{ pozzi}$$

8.4.2 Calcolo estivo

Nella stagione estiva, il fabbisogno frigorifero complessivo ammonta a 776 kW, di cui 410 kW per il raffrescamento dei singoli ambienti (vedi allegato 5) e 366 kW per il trattamento aria (vedi tavola CD0468); il massimo carico frigorifero contemporaneo è stato stimato in 650 kW (è stata considerata una contemporaneità non inferiore all'80% sulla totalità dei carichi estivi).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

La stagione estiva avrà una durata tale che le ore di funzionamento del raffrescamento sono pari a 2400, per cui la resa unitaria per metro lineare di perforazione per tipologia del suolo assimilato ad arenarie vale tra 55 e 65 W/m; per i calcoli si assume un valore prudenziale di 55 W/m, da ridurre del fattore 1,4 citato in precedenza.

In relazione alla quota del campo geotermico, la profondità dei pozzi geotermici viene limitata a 80 m, per cui ogni pozzo avrà una capacità di:

$$80 \text{ m} * 55 \text{ W/m} / 1,4 = 3143 \text{ W/pozzo}$$

Le pompe di calore selezionate hanno un COP in raffreddamento pari a 3,5, per cui per produrre l'intero fabbisogno termico, occorre prelevare dal terreno una potenza di:

$$650000 / 3,5 = 185.714 \text{ W}$$

Di conseguenza, il numero di pozzi necessari ammonta a:

$$185.714 \text{ W} / 3143 \text{ W/pozzo} = 59,1 \text{ pozzi}$$

8.4.3 Conclusioni

Dai calcoli prima proposti, vi vede chiaramente che il caso peggiore è costituito dal funzionamento in raffreddamento, dal quali risulta la necessità di realizzare 60 pozzi; tenuto conto di un margine di sicurezza del 20%, nel progetto è prevista la realizzazione di 72 sonde geotermiche verticali a doppio U profonde 80 m.

In ogni caso sarà opportuno, in fase esecutiva, prima della realizzazione dell'impianto, saggiare le proprietà termiche del suolo utilizzato; tale operazione si effettua mediante un foro pilota, avente dimensioni e profondità uguale o simile a quello dei pozzi geotermici previsti, all'interno del quale viene inserita un'apparecchiatura di prova.

Si noti che, nell'allegato 5 alla presente relazione, è stato considerato il fabbisogno termico pari a quello frigorifero per ogni ambiente; tale assunzione è stata introdotta per semplificare il calcolo, visto che poi le singole apparecchiature sono state dimensionate sul fabbisogno in raffrescamento, corrispondente al caso più gravoso tra i due.

9 Dimensionamento dell'unità di trattamento aria per la climatizzazione a tutt'aria dell'atrio

Per il dimensionamento dell'unità di trattamento aria per la climatizzazione dell'atrio a tutt'aria, sono state valutate, innanzitutto, le dispersioni termiche invernali e le rientrate di calore estive.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.1 Calcolo invernale

Nella stagione invernale, la temperatura esterna di progetto è di 3°C, quella interna è di 20°C, mentre quella degli ambienti non climatizzati al piano interrato è stimata pari a 10°C.

Le dispersioni avvengono dal pavimento verso il piano interrato, dalle pareti laterali, in parte vetrata ed in parte opaca, e dalla copertura, anch'essa in parte vetrata ed in parte opaca.

Il calcolo di tali dispersioni viene riportato nella seguente tabella.

Componente edilizio	Coefficiente di trasmissione [W / m ² °K]	Estensione [m ²]	Differenza di temperatura [°K]	Calore disperso [W]
Pavimento verso piano interrato	0,378	382	10	1.444
Parete laterale opaca	0,259	130	15	505
Parete laterale vetrata	2,5	96	15	3.600
Copertura opaca	0,301	176	15	795
Copertura vetrata	2,5	133	15	4.988
TOTALE				11.332

Per fornire all'ambiente questo calore, occorre determinare la portata d'aria necessaria per apportarlo.

Affinché il flusso d'aria non generi fenomeni di fastidio, in caso investisse direttamente le persone, si è stabilito di limitare la differenza di temperatura tra l'aria immessa e la temperatura di progetto in soli 6°C.

La portata d'aria necessaria Q è, perciò, determinata dal rapporto tra la potenza termica da apportare Pt, il calore specifico dell'aria c e la differenza di temperatura Δt:

$$Q = Pt/c \Delta t$$

Sostituendo nella formula i valori calcolati, risulta:

$$Q = 11332 / 0,34 / 6 = 5.555 \text{ m}^3/\text{h}.$$

9.2 Calcolo estivo

Nella stagione estiva, la temperatura esterna di progetto è di 34°C, quella interna è di 26°C.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCD18IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Le rientrate di calore avvengono dalle pareti laterali, in parte vetrata ed in parte opaca, e dalla copertura, anch'essa in parte vetrata ed in parte opaca; inoltre, occorre smaltire anche il calore sensibile irradiato dalle persone presenti e prodotto dalle utenze elettriche.

Per quanto riguarda le persone, viene valutato il massimo affollamento possibile, con un affollamento di 0,5 persone/m²; essendo la superficie dell'atrio pari a 382 m², risulta una presenza simultanea di 191 persone.

In base alla letteratura tecnica, una persona che passeggio lentamente emette 70 W, per cui il calore da smaltire è di 191 * 70 = 13.370 W.

Il calore sensibile delle utenze elettriche viene valutato nella misura di 10 W/m², pari a 3820 W.


Il calcolo di tali apporti viene riportato nella seguente tabella.

Componente edilizio	Coefficiente di trasmissione [W / m² °K]	Estensione [m²]	Differenza di temperatura [°K]	Calore disperso [W]
Pavimento verso piano interrato	0,378	382	0	0
Parete laterale opaca	0,259	130	6	202
Parete laterale vetrata	2,5	96	6	1.440
Copertura opaca	0,301	176	6	318
Copertura vetrata	2,5	133	6	1.995
Calore sensibile persone				13.370
Calore sensibile utenze elettriche				3.820
TOTALE				21.145

Per rimuovere all'ambiente questo calore, occorre determinare la portata d'aria necessaria per apportarlo.

Affinché il flusso d'aria non generi fenomeni di fastidio, in caso investisse direttamente le persone, si è stabilito di limitare la differenza di temperatura tra l'aria immessa e la temperatura di progetto in soli 6°C.

La portata d'aria necessaria Q è, perciò, determinata dal rapporto tra la potenza termica da

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCD18IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

apportare Pt, il calore specifico dell'aria c e la differenza di temperatura Δt :

$$Q = Pt/c \Delta t$$

Sostituendo nella formula i valori calcolati, risulta:

$$Q = 21.145 / 0,34 / 6 = 10.365 \text{ m}^3/\text{h}.$$

9.3 Conclusioni

In base alle considerazioni sviluppate nei precedenti paragrafi, si vede che il caso più critico si verifica nella stagione estiva; pertanto, l'unità di trattamento aria dedicata all'atrio presenterà una portata d'aria di mandata apri a $10.500 \text{ m}^3/\text{h}$ per assicurare le condizioni termo igrometriche di progetto nell'ambiente.

Considerato che il volume dell'atrio è di 2.640 m^3 , il massimo ricambio orario di aria nell'ambiente assicurato dall'impianto a tutt'aria è pari a circa 4 volumi/ora.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo preliminare impianti di riscaldamento e condizionamento (contenimento del consumo energetico degli edifici)	<i>Codice documento</i> CG0700P1RDCCDI8IM00000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

ALLEGATI

- All. 1 - Attestato di certificazione energetica Centro Direzionale**
- All. 2 - Attestato di certificazione energetica Edificio Vigili del Fuoco**
- All. 3 - Diagrammi di carico dei consumi di energia elettrica**
- All. 4 - Verifica componenti edilizi secondo L10/91 e s.m.i.**
- All. 5 - Tabella fabbisogni termici, frigoriferi, ricambi aria**
- All. 6 - Verifica dimensionamento circuiti idraulico più sfavorito**
- All. 7 - Verifica dimensionamento ramo canale dell'aria più sfavorito**

ALLEGATO 1

Attestato di certificazione energetica Centro Direzionale

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Edifici Residenziali

1. INFORMAZIONI GENERALI

Codice Certificato		Validita'	
Riferimenti catastali	Area Direzionale Calabria		
Indirizzo edificio	Centro Direzionale		
Nuova costruzione	<input checked="" type="checkbox"/>	Passaggio di proprieta'	<input type="checkbox"/>
		Riqualificazione energetica	<input type="checkbox"/>
Proprieta'	Stretto di Messina	Telefono	
Indirizzo		E-mail	

2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

Edificio di classe: A+

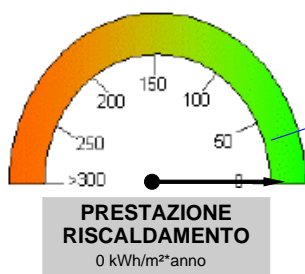
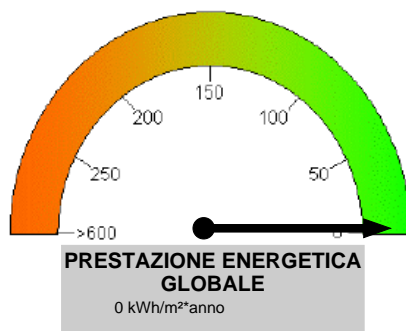
3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI

EMISSIONI DI CO2

0 kgCO₂/m²*anno

PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE

kWh/m²*anno



4. QUALITA' INVOLUCRO (Raffrescamento)

I

II

III

IV

V

5. Metodologie di calcolo adottate

DOCET

6. RACCOMANDAZIONI

Interventi	Prestazione Energetica/Classe a valle del singolo intervento	Tempo di ritorno(anni)
1)	; Classe	
2)	; Classe	
3)	; Classe	
4)	; Classe	
5)	; Classe	
PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE		<10 anni
		; Classe kWh/m² anno

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

SERVIZI ENERGETICI INCLUSI NELLA CLASSIFICAZIONE	Riscaldamento	X	Raffrescamento	O	Acqua calda sanitaria	X
--	---------------	---	----------------	---	-----------------------	---

A⁺	12.2 < kWh/m ² *anno	0 kWh/m ² *anno
A	15.4 < kWh/m ² *anno	
B	21.6 < kWh/m ² *anno	
C	30.8 < kWh/m ² *anno	
D	37 < kWh/m ² *anno	
E	46.4 < kWh/m ² *anno	
F	62 < kWh/m ² *anno	
G	62 ≥ kWh/m ² *anno	

Rif. legislativo = 30.8 kWh/m²*anno

8.DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI

8.1 RAFFRESCAMENTO		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA	
Indice energia primaria (E _{Pe})		Indice energia primaria (E _{Pi})	0	Indice energia primaria (E _{Pacs})	0
Indice energia primaria limite di legge		Indice en. primaria limite di legge (d.lgs. 192/05)	12,8		
Indice involucro (E _{Pe,inv})	14,9	Indice involucro(E_{Pi,inv})	13,9		
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto (η _g)	0,69	Fonti rinnovabili	26,8
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	4,7		

9. NOTE

--	--	--	--

10. EDIFICIO

Tipologia edilizia				Foto dell'edificio (non obbligatoria)
Tipologia costruttiva				
Anno di costruzione		Numero di appartamenti	1	
Volume lordo riscaldato V (m³)	32400	Superficie utile m²	8160	
Superficie disperdente S (m²)	7776	Zona climatica/GG	B/772	
Rapporto S/V	0,24	Destinazione d'uso	Residenziale	

11. IMPIANTI

Riscaldamento	Anno di installazione		Tipologia	Pompa di calore elettrica
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Energia elettrica
Acqua calda sanitaria	Anno di installazione		Tipologia	Pompa di calore elettrica
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Energia elettrica
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustione	
Fonti rinnovabili	Anno di installazione		Tipologia	Fotovoltaico; Solare termico
	Energia annuale prodotta (kWhe/kWht)	140,9 kWhe; 3,3 kWht		

12. PROGETTAZIONE

Progettista/i architettonico			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Progettista/i impianti			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

13. COSTRUZIONE

Costruttore			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Direttore/i lavori			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

14. SOGGETTO CERTIFICATORE

Ente/Organismo pubblico	Tecnico abilitato X	Energy Manager	Organismo / Societa'
Nome e cognome / Denominazione			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Titolo		Ordine/Iscrizione	
Dichiarazione di indipendenza			
Informazioni aggiuntive			

15. SOPRALLUOGHI

1)	
2)	
3)	

16. DATI DI INGRESSO

Progetto energetico	X	Rilievo sull'edificio	O
Provenienza e responsabilita'			

17. SOFTWARE

Denominazione	DOCET	Produttore	CNR-ITC ed ENEA
Metodologia di calcolo di riferimento nazionale DOCET, sulla base delle norme tecniche UNI TS 11300			

Data emissione

1/2/2011

Firma del tecnico

ALLEGATO 2

Attestato di certificazione energetica

Edificio Vigili del Fuoco

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Edifici Residenziali

1. INFORMAZIONI GENERALI

Codice Certificato		Validita'	
Riferimenti catastali	Area Direzionale Calabria		
Indirizzo edificio	Edificio Vigili del Fuoco		
Nuova costruzione	<input checked="" type="checkbox"/>	Passaggio di proprieta'	<input type="checkbox"/>
		Riqualificazione energetica	<input type="checkbox"/>
Proprieta'	Stretto di Messina	Telefono	
Indirizzo		E-mail	

2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

Edificio di classe: A+

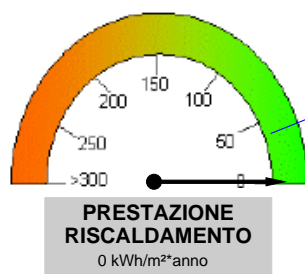
3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI

EMISSIONI DI CO2

0 kgCO2/m²*anno

PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE

kWh/m²*anno



4. QUALITA' INVOLUCRO (Raffrescamento)

I

II

III

IV

V

5. Metodologie di calcolo adottate

DOCET

6. RACCOMANDAZIONI

Interventi	Prestazione Energetica/Classe a valle del singolo intervento	Tempo di ritorno(anni)
1)	; Classe	
2)	; Classe	
3)	; Classe	
4)	; Classe	
5)	; Classe	
PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE		<10 anni
		; Classe kWh/m² anno

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

SERVIZI ENERGETICI INCLUSI NELLA CLASSIFICAZIONE	Riscaldamento	X	Raffrescamento	O	Acqua calda sanitaria	X

A⁺	13.6 < kWh/m ² *anno	0 kWh/m ² *anno
A	18.1 < kWh/m ² *anno	
B	25.7 < kWh/m ² *anno	
C	36.3 < kWh/m ² *anno	
D	43.8 < kWh/m ² *anno	
E	56 < kWh/m ² *anno	
F	75.7 < kWh/m ² *anno	
G	75.7 ≥ kWh/m ² *anno	

Rif. legislativo = 36.3 kWh/m²*anno

8.DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI

8.1 RAFFRESCAMENTO		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA	
Indice energia primaria (EPe)		Indice energia primaria (EPi)	0	Indice energia primaria (EPacs)	0
Indice energia primaria limite di legge		Indice en. primaria limite di legge (d.lgs. 192/05)	18,3		
Indice involucro (EPe,invol)	9,6	Indice involucro(EPi,invol)	19,3		
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto (ηg)	1,19	Fonti rinnovabili	27,1
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	7		

9. NOTE

10. EDIFICIO

Tipologia edilizia				Foto dell'edificio (non obbligatoria)
Tipologia costruttiva				
Anno di costruzione		Numero di appartamenti	1	
Volume lordo riscaldato V (m ³)	5428,5	Superficie utile m ²	1318,35	
Superficie disperdente S (m ²)	1954,3	Zona climatica/GG	B/772	
Rapporto S/V	0,36	Destinazione d'uso	Residenziale	

11. IMPIANTI

Riscaldamento	Anno di installazione		Tipologia	Pompa di calore elettrica
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Energia elettrica
Acqua calda sanitaria	Anno di installazione		Tipologia	Pompa di calore elettrica
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Energia elettrica
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustione	
Fonti rinnovabili	Anno di installazione		Tipologia	Fotovoltaico; Solare termico
	Energia annuale prodotta (kWh/kWht)	871,9 kWh; 51,1 kWht		

12. PROGETTAZIONE

Progettista/i architettonico			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Progettista/i impianti			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

13. COSTRUZIONE

Costruttore			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Direttore/i lavori			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

14. SOGGETTO CERTIFICATORE

Ente/Organismo pubblico	Tecnico abilitato X	Energy Manager	Organismo / Societa'
Nome e cognome / Denominazione			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Titolo		Ordine/Iscrizione	
Dichiarazione di indipendenza			
Informazioni aggiuntive			

15. SOPRALLUOGHI

1)	
2)	
3)	

16. DATI DI INGRESSO

Progetto energetico	X	Rilievo sull'edificio	O
Provenienza e responsabilita'			

17. SOFTWARE

Denominazione	DOCET	Produttore	CNR-ITC ed ENEA
Metodologia di calcolo di riferimento nazionale DOCET, sulla base delle norme tecniche UNI TS 11300			

Data emissione

1/2/2011

Firma del tecnico

ALLEGATO 3

Diagrammi di carico dei consumi di energia elettrica

**CENTRO DIREZIONALE
VALUTAZIONE CONSUMI INVERNALI DI ENERGIA ELETTRICA**

DIAGRAMMA DI CARICO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

		Potenza installata 200 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Luce e FM	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	30%	65%	60%	55%	55%	55%	50%	50%	55%	65%	65%	50%	30%	10%	10%	10%	5%	1.530 kWh
		10	10	10	10	10	20	20	60	130	120	110	110	110	100	100	110	130	130	100	60	20	20	20	10	

DIAGRAMMA DI CARICO POMPAGGIO

		Potenza installata 80 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Pompaggio	10%	10%	10%	10%	10%	25%	30%	50%	60%	75%	75%	70%	65%	65%	70%	75%	75%	60%	50%	30%	25%	10%	10%	10%	784 kWh
		8	8	8	8	8	20	24	40	48	60	60	56	52	52	56	60	60	48	40	24	20	8	8	8	

DIAGRAMMA DI CARICO CLIMATIZZAZIONE

		Potenza installata 226 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Climatizzazione	10%	10%	10%	15%	15%	30%	50%	60%	75%	75%	75%	65%	60%	60%	65%	70%	75%	75%	50%	30%	15%	15%	15%	10%	2.328 kWh
		22,6	22,6	22,6	33,9	33,9	67,8	113	136	170	170	170	147	136	136	147	158	170	170	113	67,8	33,9	33,9	33,9	22,6	

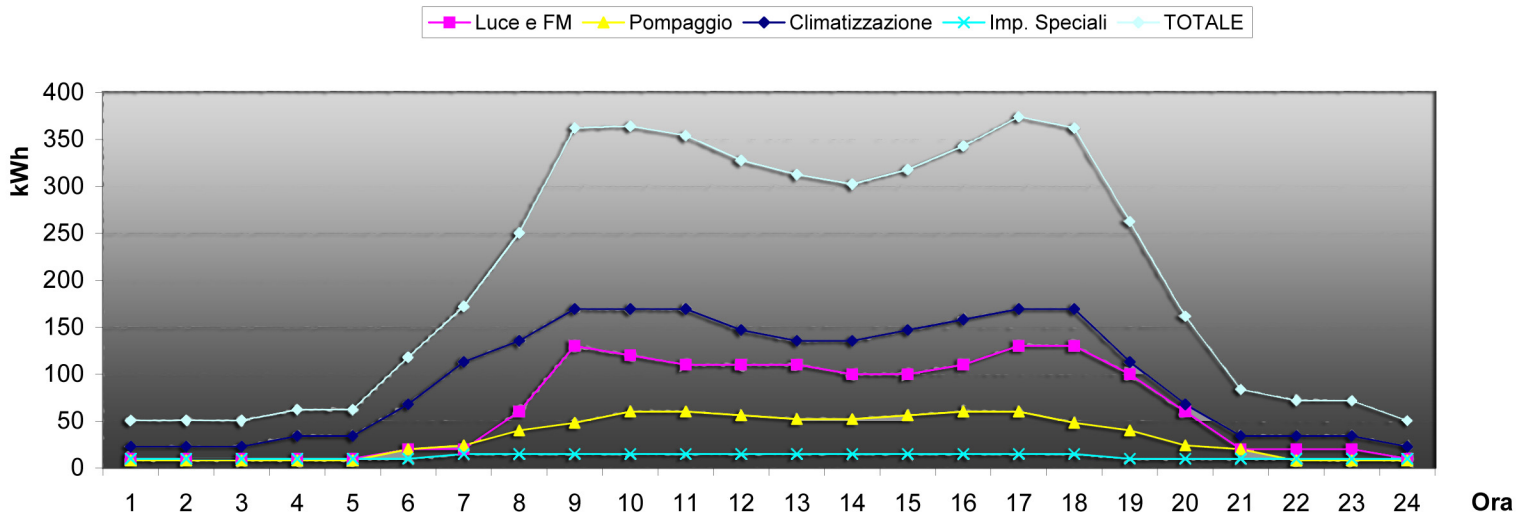
DIAGRAMMA DI CARICO IMPIANTI SPECIALI

		Potenza installata 20 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Imp. Speciali	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	300 kWh
		10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	

DIAGRAMMA DI CARICO COMPLESSIVO

		Potenza installata 526 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	TOTALE	10%	10%	10%	12%	12%	22%	33%	48%	69%	69%	67%	62%	59%	58%	60%	65%	71%	69%	50%	31%	16%	14%	14%	10%	4.942 kWh
		50,6	50,6	50,6	61,9	61,9	118	172	251	363	365	355	328	313	303	318	343	375	363	263	162	83,9	71,9	71,9	50,6	

DIAGRAMMA DI CARICO INVERNALE



VALUTAZIONE CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA NELLE STAGIONI INTERMEDIE

DIAGRAMMA DI CARICO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

		Potenza installata 200 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Luce e FM	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	30%	60%	55%	50%	50%	50%	45%	45%	50%	60%	60%	45%	30%	10%	10%	10%	5%	1.420 kWh
		10	10	10	10	10	20	20	60	120	110	100	100	100	90	90	100	120	120	90	60	20	20	20	10	

DIAGRAMMA DI CARICO POMPAGGIO

		Potenza installata 80 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Pompaggio	10%	10%	10%	10%	10%	20%	25%	40%	50%	65%	65%	60%	55%	55%	60%	65%	65%	55%	40%	25%	20%	10%	10%	10%	676 kWh
		8	8	8	8	8	16	20	32	40	52	52	48	44	44	48	52	52	44	32	20	16	8	8	8	

DIAGRAMMA DI CARICO CLIMATIZZAZIONE

		Potenza installata 226 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Climatizzazione	10%	10%	10%	10%	15%	30%	50%	60%	70%	70%	70%	65%	60%	60%	65%	70%	70%	70%	50%	30%	15%	10%	10%	10%	2.237 kWh
		22,6	22,6	22,6	22,6	33,9	67,8	113	136	158	158	158	147	136	136	147	158	158	158	113	67,8	33,9	22,6	22,6	22,6	

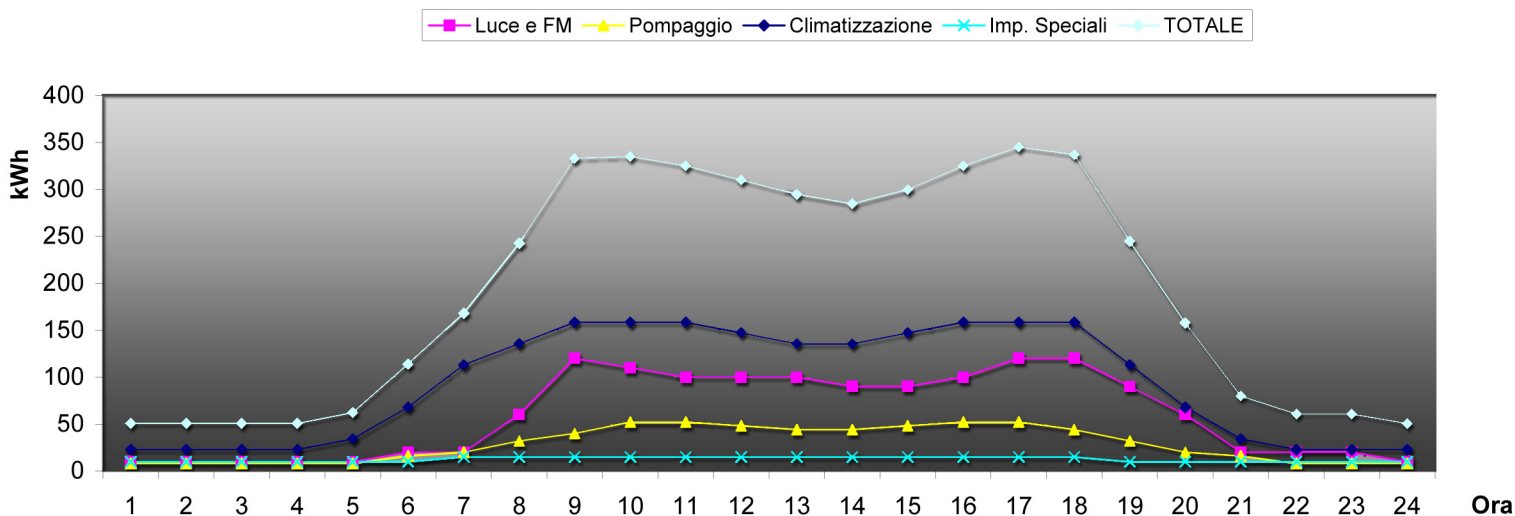
DIAGRAMMA DI CARICO IMPIANTI SPECIALI

		Potenza installata 20 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	Imp. Speciali	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	300 kWh
		10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	

DIAGRAMMA DI CARICO COMPLESSIVO

		Potenza installata 526 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %	TOTALE	10%	10%	10%	10%	12%	22%	32%	46%	63%	64%	62%	59%	56%	54%	57%	62%	66%	64%	47%	30%	15%	12%	12%	10%	4.633 kWh
		50,6	50,6	50,6	50,6	61,9	114	168	243	333	335	325	310	295	285	300	325	345	337	245	158	79,9	60,6	60,6	50,6	

DIAGRAMMA DI CARICO STAGIONI INTERMEDIE



**CENTRO DIREZIONALE
VALUTAZIONE CONSUMI ESTIVI DI ENERGIA ELETTRICA**

DIAGRAMMA DI CARICO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

		Potenza installata 200 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	25%	50%	45%	40%	40%	40%	35%	35%	40%	50%	50%	40%	30%	10%	10%	10%	5%	
Luce e FM		10	10	10	10	10	20	20	50	100	90	80	80	80	70	70	80	100	100	80	60	20	20	20	10	1.200 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO POMPAGGIO

		Potenza installata 80 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	10%	10%	20%	25%	40%	40%	50%	50%	60%	65%	65%	70%	75%	75%	75%	50%	25%	20%	10%	10%	10%	
Pompaggio		8	8	8	8	8	16	20	32	32	40	40	48	52	52	56	60	60	60	40	20	16	8	8	8	708 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO CLIMATIZZAZIONE

		Potenza installata 226 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	10%	10%	20%	25%	40%	40%	50%	50%	60%	65%	65%	70%	75%	75%	75%	50%	25%	20%	10%	10%	10%	
Climatizzazione		22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	45,2	56,5	90,4	90,4	113	113	136	147	147	158	170	170	170	113	56,5	45,2	22,6	22,6	22,6	2.000 kWh

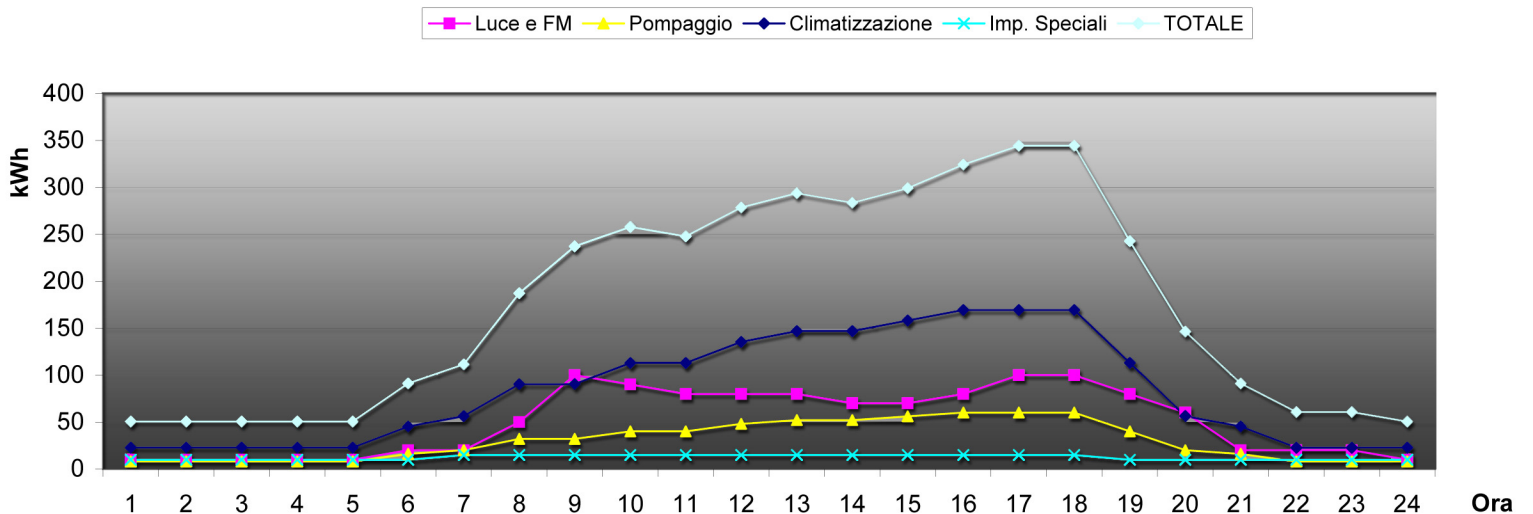
DIAGRAMMA DI CARICO IMPIANTI SPECIALI

		Potenza installata 20 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
Imp. Speciali		10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	300 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO COMPLESSIVO

		Potenza installata 526 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	10%	10%	17%	21%	36%	45%	49%	47%	53%	56%	54%	57%	62%	65%	65%	46%	28%	17%	12%	12%	10%	
TOTALE		50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	91,2	112	187	237	258	248	279	294	284	299	325	345	345	243	147	91,2	60,6	60,6	50,6	4.208 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO ESTIVO



**CENTRO DIREZIONALE
VALUTAZIONE CONSUMI MEDI ANNUALI DI ENERGIA ELETTRICA**

DIAGRAMMA DI CARICO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

		Potenza installata 200 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	29%	59%	54%	49%	49%	49%	44%	44%	49%	59%	59%	45%	30%	10%	10%	10%	5%	
Luce e FM		10	10	10	10	10	20	20	57,5	118	108	97,5	97,5	97,5	87,5	87,5	97,5	118	118	90	60	20	20	20	10	1.393 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO POMPAGGIO

		Potenza installata 80 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	10%	10%	21%	26%	43%	50%	64%	64%	63%	60%	60%	65%	70%	70%	61%	45%	26%	21%	10%	10%	10%	
Pompaggio		8	8	8	8	8	17	21	34	40	51	51	50	48	48	52	56	56	49	36	21	17	8	8	8	711 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO CLIMATIZZAZIONE

		Potenza installata 226 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	11%	14%	28%	44%	55%	64%	66%	66%	64%	61%	61%	66%	71%	73%	73%	50%	29%	16%	11%	11%	10%	
Climatizzazione		22,6	22,6	22,6	25,4	31,1	62,2	98,9	124	144	150	150	144	138	138	150	161	164	164	113	65	36,7	25,4	25,4	22,6	2.201 kWh

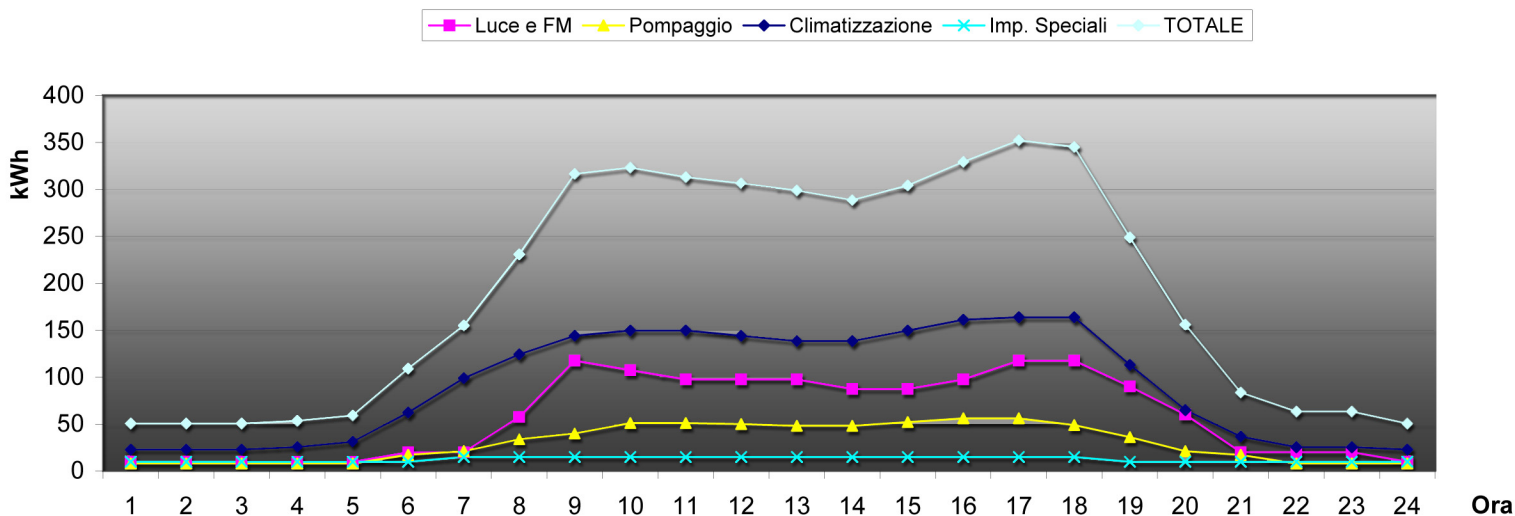
DIAGRAMMA DI CARICO IMPIANTI SPECIALI

		Potenza installata 20 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
Imp. Speciali		10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	300 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO COMPLESSIVO

		Potenza installata 526 kW																								
Ora del giorno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Assorbimento %		10%	10%	10%	10%	11%	21%	29%	44%	60%	61%	60%	58%	57%	55%	58%	63%	67%	66%	47%	30%	16%	12%	12%	10%	
TOTALE		50,6	50,6	50,6	53,4	59,1	109	155	231	317	323	313	307	299	289	304	330	352	345	249	156	83,7	63,4	63,4	50,6	4.604 kWh

DIAGRAMMA DI CARICO MEDIO GIORNALIERO ANNUALE



ALLEGATO 4

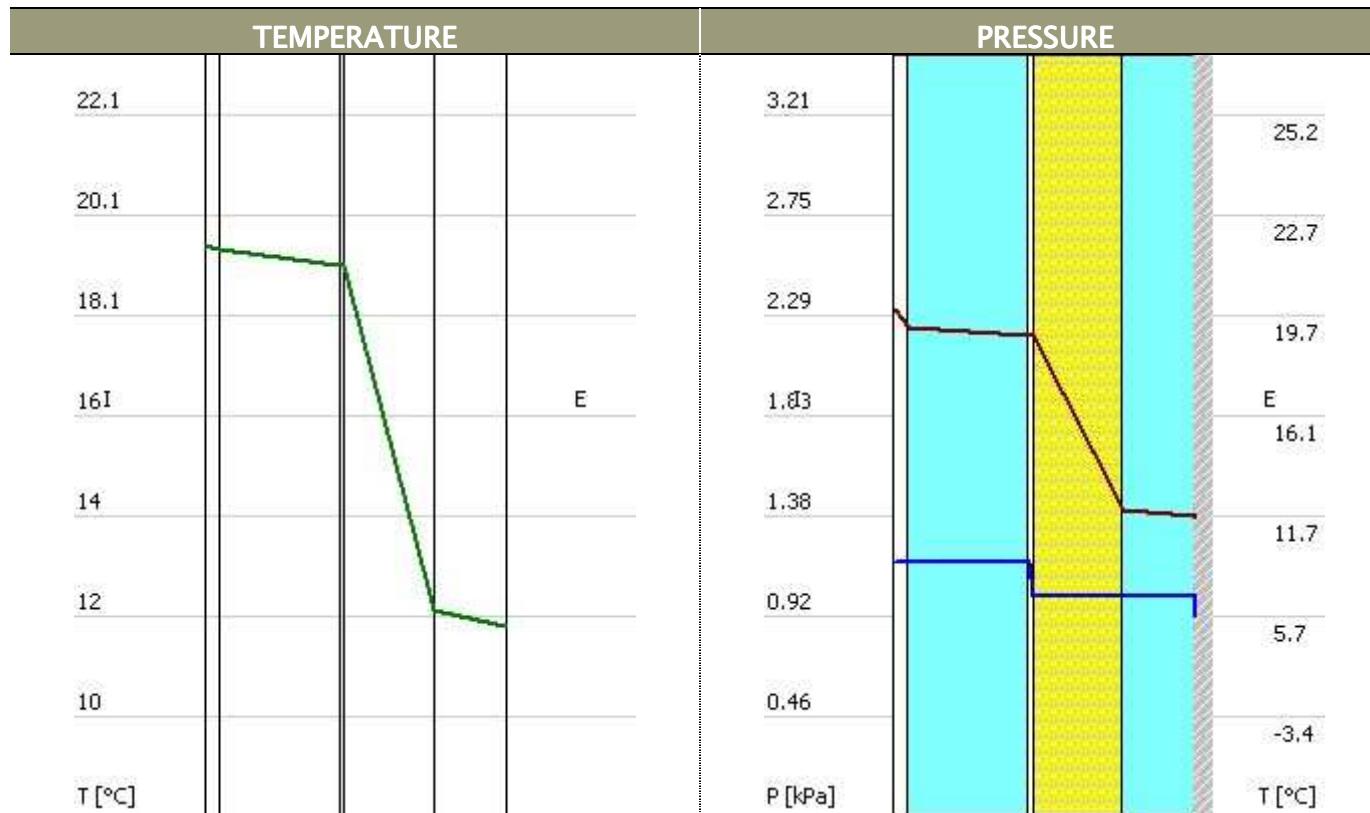
Verifica componenti edilizi secondo L10/91 e s.m.i.

**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA
DELLE STRUTTURE EDILIZIE
E VERIFICA DEL LORO COMPORTAMENTO TERMOIGROMETRICO
(UNI EN 12831:2006)**

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa volumica dello strato. Densità.	D	[kg/m ³]
Spessore	s	[cm]
Conduttività indicativa di riferimento	λ	[W/(m · K)]
Conduttività utile di calcolo	λ_m	[W/(m · K)]
Maggiorazione percentuale	m	[%]
Resistenza termica unitaria interna (inverso della conduttanza)	r	[(m ² · K)/W]
Differenza di temperatura tra le superfici che delimitano lo strato	dT	[°C]
Temperatura superficiale a valle dello strato	T _f	[°C]
Pressione di saturazione del vapore d' acqua	P _s	[kPa]
Resistenza al passaggio del vapore	μ	-
Resistenza al flusso di vapore dello strato	R _v	[m ² sPa/kg]
Differenza di pressione tra le superfici che delimitano lo strato	dP	[kPa]
Pressione parziale del vapor d' acqua	P _v	[kPa]
Massa areica dello strato	D _s	[kg/m ²]
Capacità termica massica del materiale dello strato	CT	[kJ/(kg · K)]
Capacità termica areica dello strato per variazione unitaria della temperatura ambiente	CT _s	[kJ/m ²]

STRUTTURA: PARETE ESTERNA



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

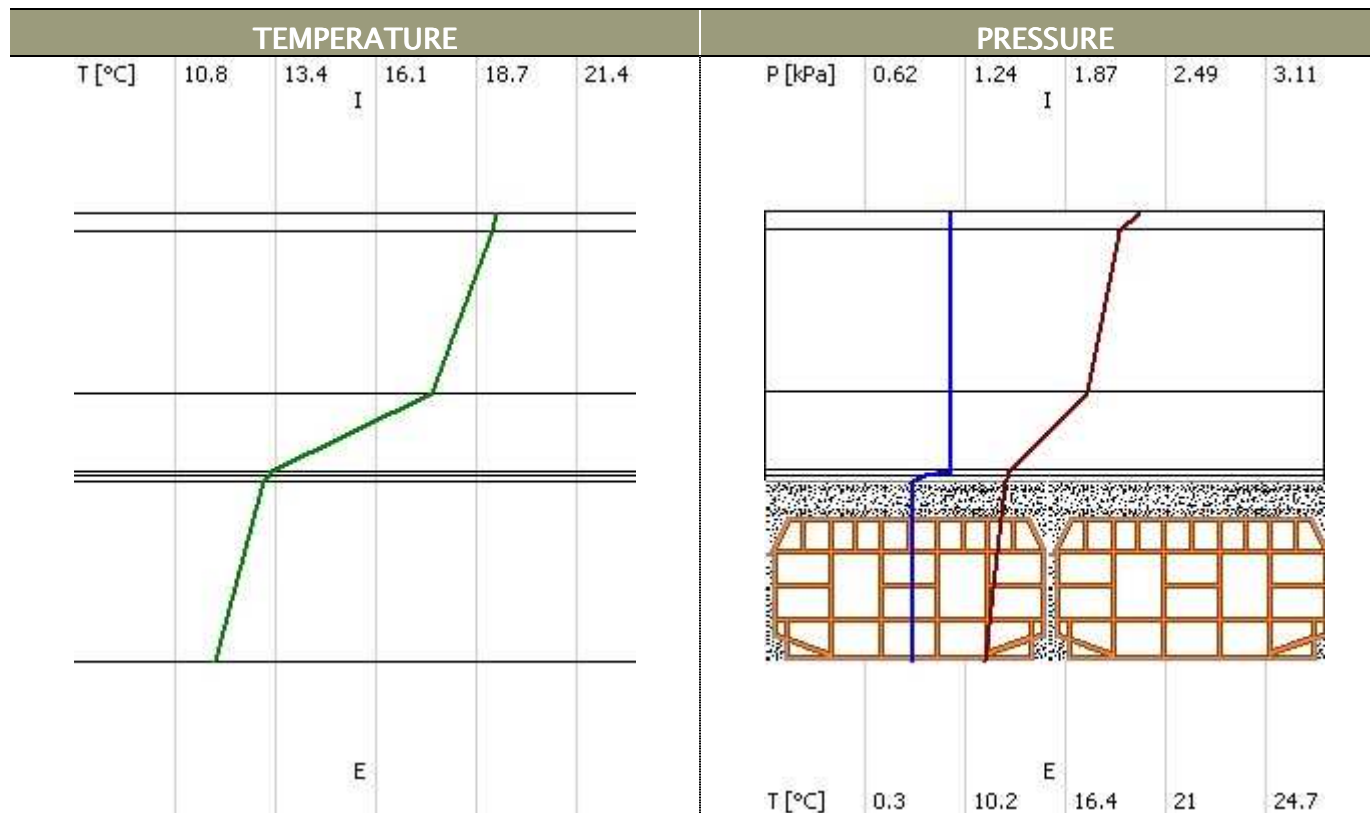
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	11,7	50	67	1,2

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,32					0		
Strato liminare interno						0,130	0,3	19,7	2,28					0		
Pannello di cartongesso	750	2,5	0,6	0	0,6	0,042	0,1	19,4	2,24	8	1,1	0	18,75	1,16	0,84	15,17
Intercapedine aria ver. 200 mm	1	20	1,28	0	1,28	0,156	0,3	19,1	2,2	1	1,1	0	0,20	1,16	1	0,19
Barriera al vapore	2700	0,5	220	0	220		0	19,1	2,2	20000 00	53327, 6	0,15	13,50	1,01	0,96	12,23
Polist.esp. blocco UNI 7819 15	15	15	0,045	0	0,045	3,333	7	12,1	1,4	30	24	0	2,25	1,01	1,25	1,47
Intercapedine aria ver. 120 mm	1	12	0,78	0	0,78	0,154	0,3	11,8	1,38	1	0,6	0	0,12	1,01	1	0,06
Acciaio	7800	0,3	52	0	52		0	11,8	1,37	20000 00	31996, 6	0,09	23,40	0,92	0,45	5,32
Strato liminare esterno						0,040	0,1	11,7	1,37					0		
TOTALI:		50,3				3,855							58,22			34,44
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]		0,259									
Incremento di sicurezza (0[%]):					[W/(m ² · K)]		0,259									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]		0,259									

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Verticale	
Trasmittanza a ponte termico corretto Uc	:0,259	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,480	[W/(m ² · K)]

STRUTTURA: PAVIMENTO SU LOCALI TECNICI



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

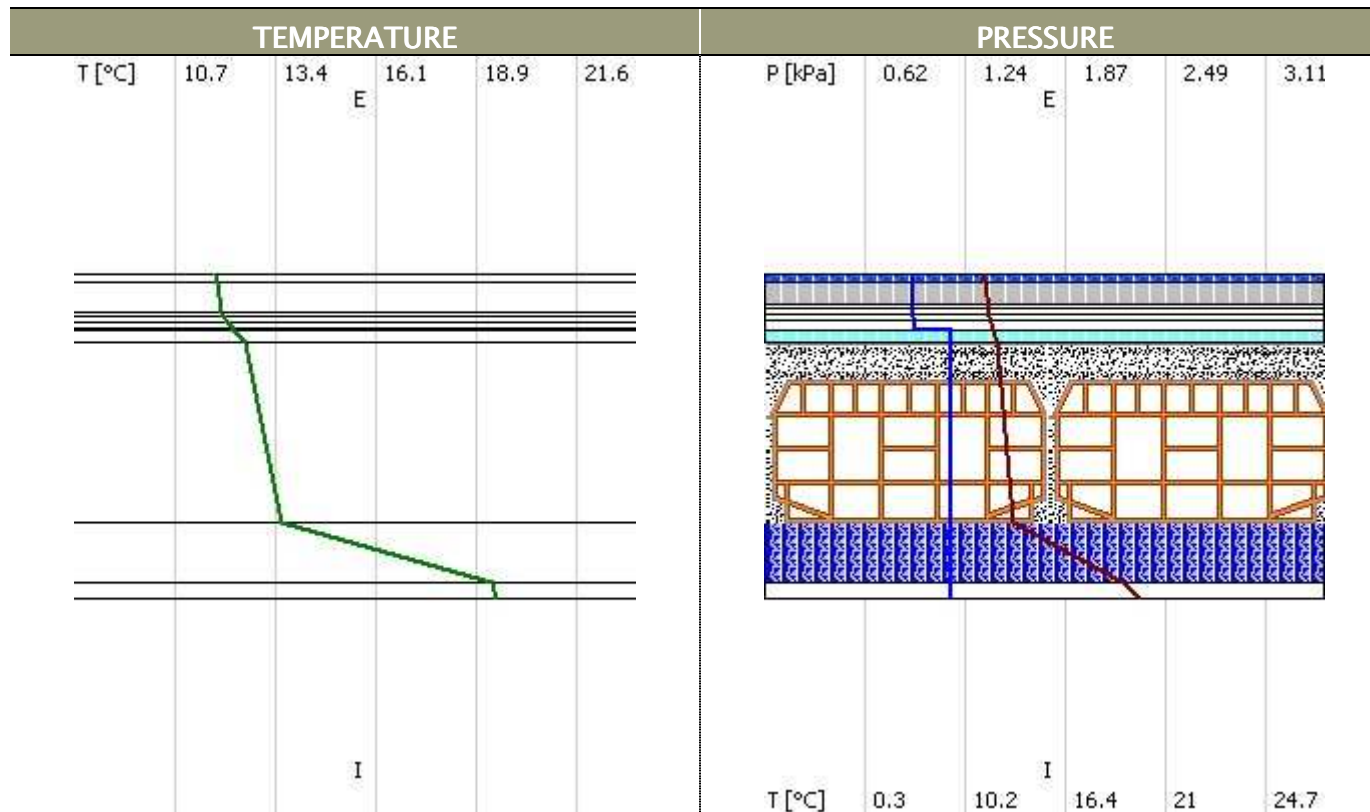
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	11,7	50	67	0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,32					0		
Strato liminare interno						0,170	0,5	19,5	2,25					0		
Rivest. di piast. in ceramica	2300	3	1	0	1	0,030	0,1	19,1	2,2	200	32	0	69,00	1,16	0,84	54,98
Intercapedine aria PAV. 100mm	1	27	0,52	0	0,52	0,519	1,6	17,6	2	1	1,4	0	0,27	1,16	1	0,23
Massetto isolante	480	13	0,093	0	0,093	1,398	4,3	13,3	1,52	7	4,9	0	62,40	1,16	1	37,23
Polietilene (PE)	950	0,5	0,35	0	0,35	0,014	0	13,3	1,52	50000	1333,2	0,17	4,75	0,99	2,1	5,93
Pavimento in gomma (ANTICALPES)	1400	1	0,16	0	0,16	0,062	0,2	13,1	1,5	10000	533,3	0,07	14,00	0,92	1,3	10,60
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	1050	30			0,732	0,410	1,2	11,8	1,37	9	14,4	0	315,00	0,92	0,92	147,03
Strato liminare esterno						0,040	0,1	11,7	1,37					0		
TOTALI:		74,5				2,643							465,42			256,00
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² ·K)]	0,378										
Incremento di sicurezza (0[%]):					[W/(m ² ·K)]	0,378										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² ·K)]	0,378										

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Orizzontale/Inclinata
Trasmittanza a ponte termico corretto Uc	:0,378 [W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,800 [W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: SOLAIO TERRAZZA PANORAMICA



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

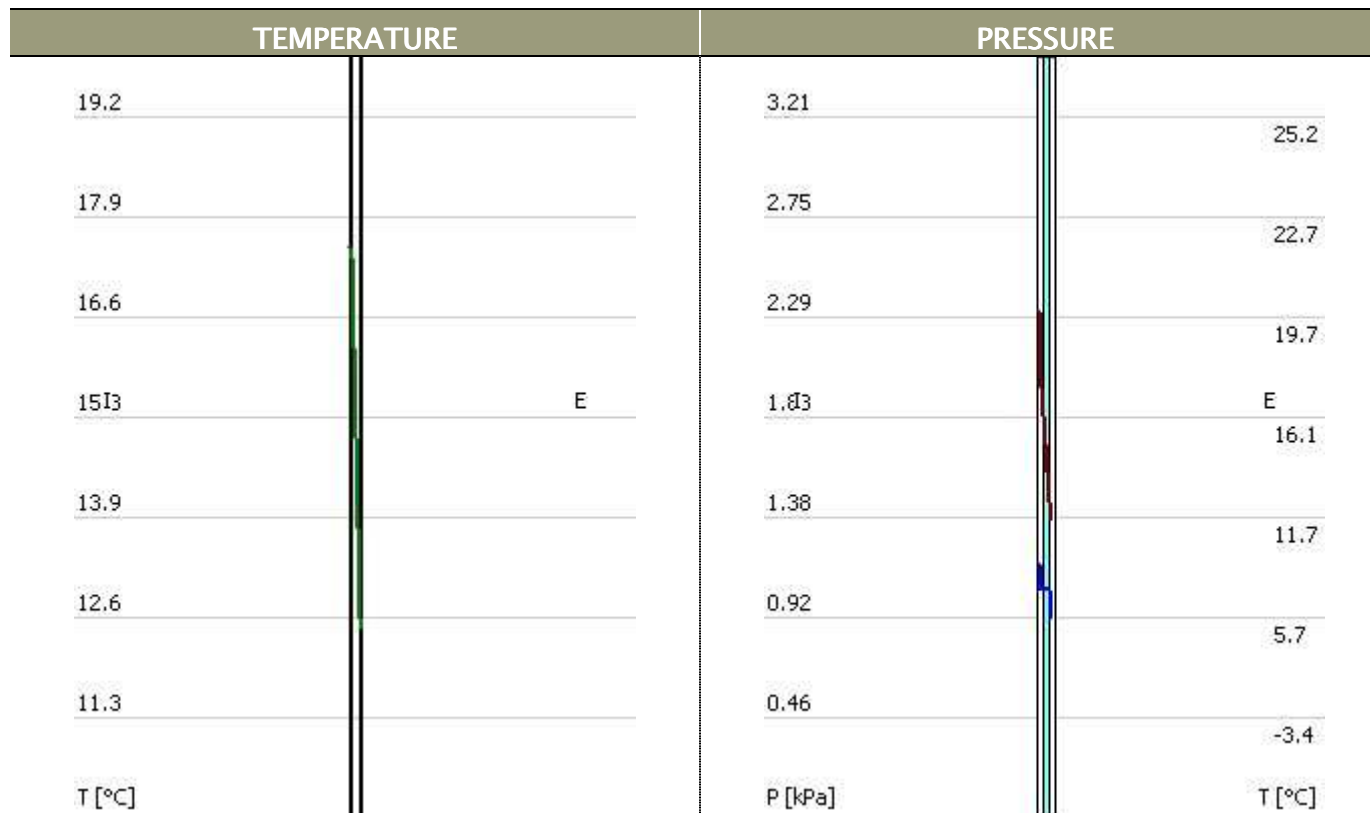
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	11,7	50	67	1,2

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,32					0		
Strato liminare interno						0,100	0,3	19,7	2,28					0		
Pannello di cartongesso	750	2,5	0,6	0	0,6	0,042	0,1	19,3	2,22	8	1,1	0	18,75	1,16	0,84	15,09
Polistirene esp. sint. blocchi	30	10	0,042	0	0,042	2,381	5,7	13,6	1,55	60	32	0	3,00	1,16	1,25	2,31
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	1050	30			0,732	0,410	1	12,6	1,45	9	14,4	0	315,00	1,16	0,92	161,04
Intercapedine aria SOFF. 20mm	1	2	0,14	0	0,14	0,143	0,3	12,3	1,42	1	0,1	0	0,02	1,16	1	0,01
Barriera al vapore	2700	0,5	220	0	220		0	12,3	1,42	20000 00	53327, 6	0,23	13,50	0,93	0,96	6,93
Bitume	1200	1	0,17	0	0,17	0,059	0,1	12,1	1,4	20000	1066,6	0	12,00	0,93	0,92	5,81
Pavimento in gomma (ANTICALPES)	1400	1	0,16	0	0,16	0,062	0,1	12	1,39	10000	533,3	0	14,00	0,93	1,3	9,42
Polietilene (PE)	950	0,5	0,35	0	0,35	0,014	0	12	1,39	50000	1333,2	0,01	4,75	0,92	2,1	5,14
Sottofondo in cls magro	2200	5	0,93	0	0,93	0,054	0,1	11,8	1,38	70	18,7	0	110,00	0,92	0,88	49,15
Piastrelle in ceramica	2300	1,4	1	0	1	0,014	0	11,8	1,37	200	14,9	0	32,20	0,92	0,84	13,68
Strato liminare esterno						0,040	0,1	11,7	1,37					0		
TOTALI:		53,9				3,319							523,22			268,58
Trasmittanza teorica:						[W/(m ² ·K)]		0,301								
Incremento di sicurezza (0[%]):						[W/(m ² ·K)]		0,301								
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:						[W/(m ² ·K)]		0,301								

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Orizzontale/Inclinata
Trasmittanza a ponte termico corretto U _c	:0,301 [W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,380 [W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: DOPPIO VETRO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	11,7	50	67	4

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,32					0		
Strato liminare interno						0,123	2,4	17,6	2					0		
vetro bassa emissività 6mm	1000	0,6	0,9	0	0,9	0,007	0,1	17,4	1,97	-	-	0,12	6,00	1,04	0,84	4,25
										9,2233	9,2233					
										72036	72036					
										85478	85478					
										E17	E17					
Intercapedine aria 10mm	1	1	0,04	0	0,04	0,250	4,8	12,6	1,45	1	0,1	0	0,01	1,04	1	0,01
vetro bassa emissività 6mm	1000	0,6	0,9	0	0,9	0,007	0,1	12,5	1,37	-	-	0,12	6,00	0,92	0,84	2,75
										9,2233	9,2233					
										72036	72036					
										85478	85478					
										E17	E17					
Strato liminare esterno						0,043	0,8	11,7	1,37					0		
TOTALI:		2,2				0,430							12,01			7,00
Trasmittanza teorica:						[W/(m ² · K)]		2,330								
Incremento di sicurezza (0[%]):						[W/(m ² · K)]		2,330								
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:						[W/(m ² · K)]		2,330								

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Verticale	
Trasmittanza a ponte termico corretto Uc	:2,330	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:2,700	[W/(m ² · K)]

**CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE
E DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE DI
STRUTTURE EDILIZIE
(UNI EN ISO 13788:2003)**

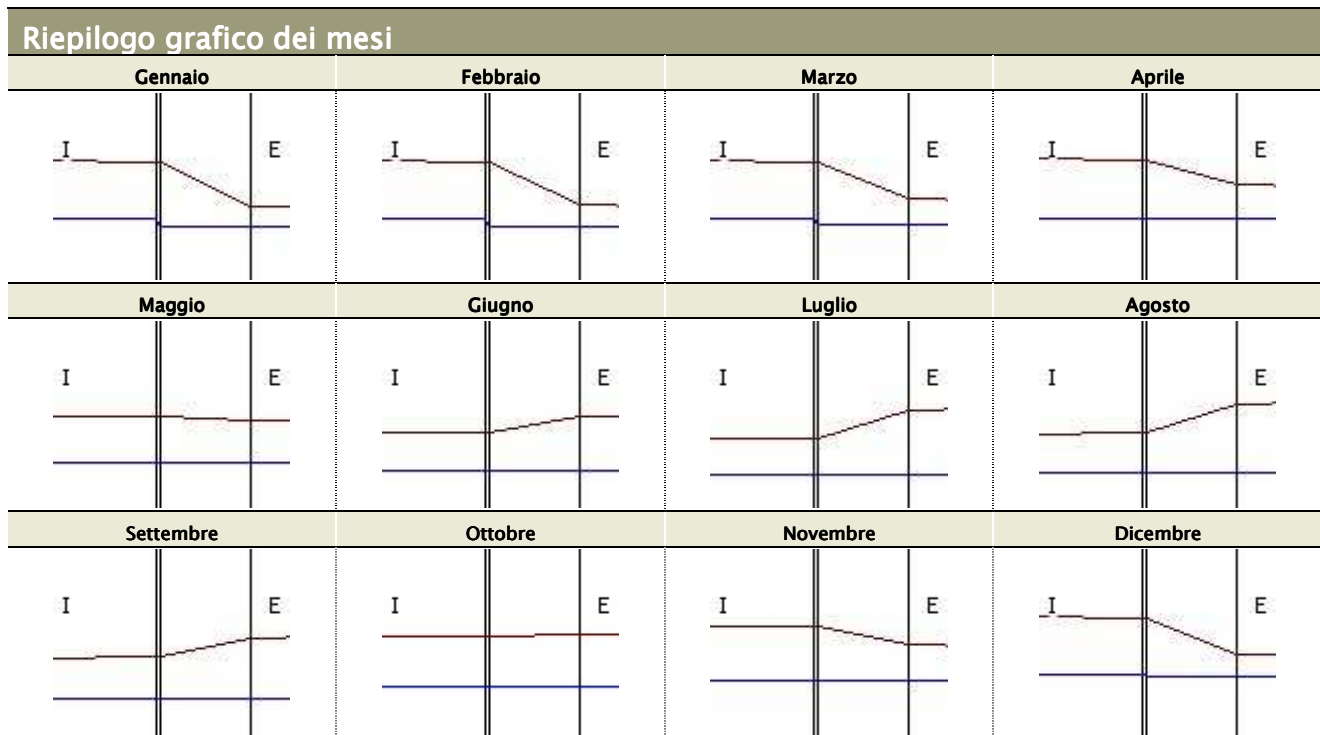
GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

SIMBOLO	DEFINIZIONE	UNITÀ DI MISURA
Ma	Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	[kg/m ²]
R	Resistenza termica specifica	[(m ² · K)/W]
T	Temperatura	[°C]
Mu	Fattore di resistenza igroscopica	
FRsi	Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	
FRsi,min	Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	
S	Spessore dello strato corrente	[cm]

PARETE ESTERNA			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0.042	2.5
Intercapedine aria ver. 200 mm	1	0.156	20
Barriera al vapore	2000000	0	0.5
Polist.esp. blocco UNI 7819 15	30	3.333	15
Intercapedine aria ver. 120 mm	1	0.154	12
Acciaio	2000000	0	0.3
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9370		3.975	50.3

Risultati di calcolo										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	11.7	67	20	50	0.92	1.16	12.5	0.1000	0	0
Febbraio	12	66	20	50	0.92	1.16	12.5	0.0667	0	0
Marzo	13.2	64	20	50	0.97	1.16	12.5		0	0
Aprile	15.7	64	20	50	1.13	1.16	12.5		0	0
Maggio	19.2	70	20	50	1.55	1.16	12.5		0	0
Giugno	23.5	67	20	50	1.93	1.16	12.5		0	0
Luglio	26.4	62	20	50	2.12	1.16	12.5		0	0
Agosto	26.5	58	20	50	2	1.16	12.5		0	0
Settembre	24.2	63	20	50	1.88	1.16	12.5		0	0
Ottobre	20.3	61	20	50	1.44	1.16	12.5		0	0
Novembre	16.6	68	20	50	1.28	1.16	12.5		0	0
Dicembre	13.3	72	20	50	1.1	1.16	12.5		0	0

Verifiche normative
1) La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
2) La quantità di condensato non supera i 0.5 kg/m ²
3) La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



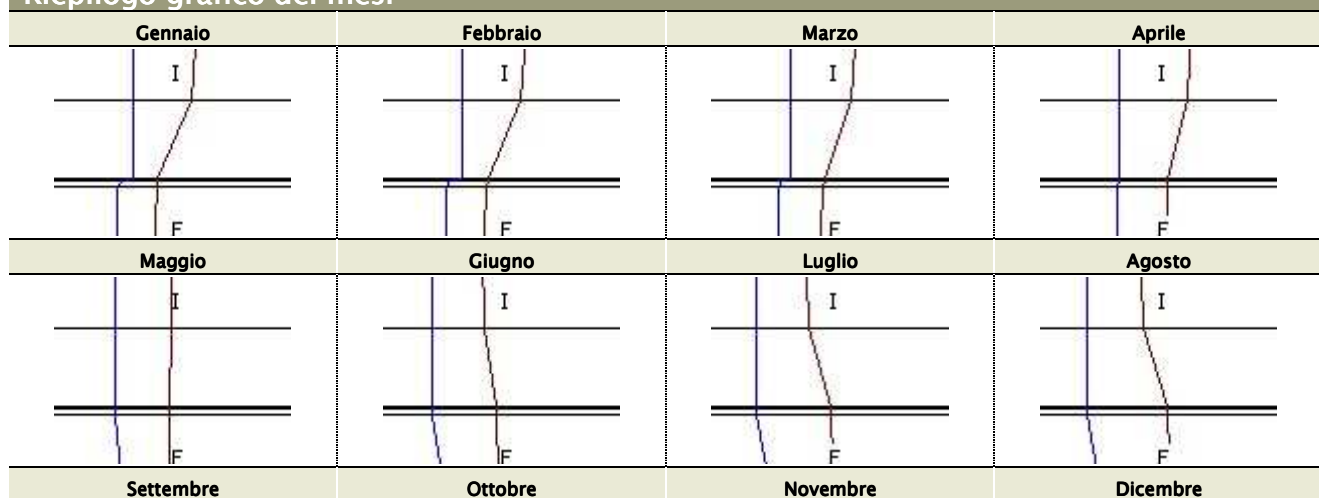
PAVIMENTO SU LOCALI TECNICI			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Rivest. di piastr. in ceramica	200	0.03	3
Intercapedine aria PAV. 100mm	1	0.519	27
Massetto isolante	7	1.398	13
Polietilene (PE)	50000	0.014	0.5
Pavimento in gomma (ANTICALPES)	10000	0.062	1
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	9	0.41	30
Fattore di qualità = 0.9080		Totale: 2.724	Totale: 74.5

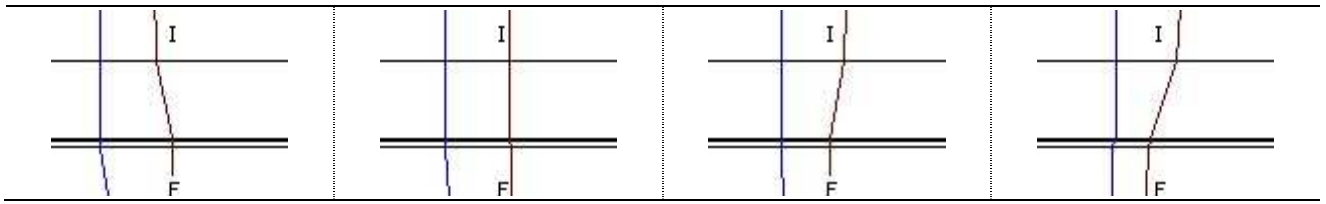
Risultati di calcolo										
Mese	Te	URe	TI	Uri	Pe	PI	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	11.7	67	20	50	0.92	1.16	12.5	0.1000	0	0
Febbraio	12	66	20	50	0.92	1.16	12.5	0.0667	0	0
Marzo	13.2	64	20	50	0.97	1.16	12.5		0	0
Aprile	15.7	64	20	50	1.13	1.16	12.5		0	0
Maggio	19.2	70	20	50	1.55	1.16	12.5		0	0
Giugno	23.5	67	20	50	1.93	1.16	12.5		0	0
Luglio	26.4	62	20	50	2.12	1.16	12.5		0	0
Agosto	26.5	58	20	50	2	1.16	12.5		0	0
Settembre	24.2	63	20	50	1.88	1.16	12.5		0	0
Ottobre	20.3	61	20	50	1.44	1.16	12.5		0	0
Novembre	16.6	68	20	50	1.28	1.16	12.5		0	0
Dicembre	13.3	72	20	50	1.1	1.16	12.5		0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi

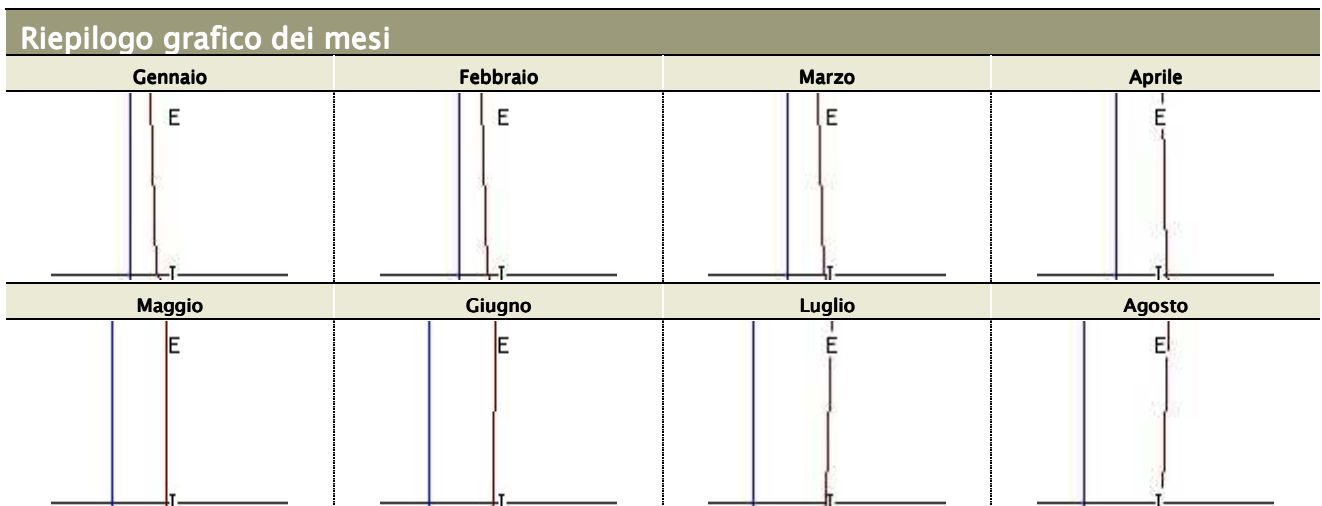


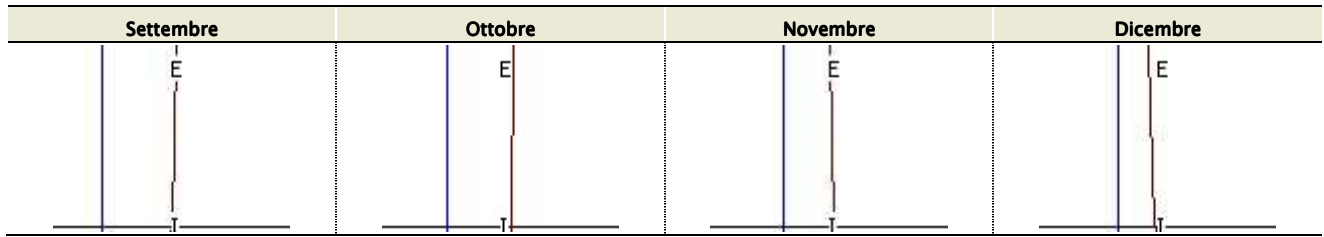


SOLAIO TERRAZZA PANORAMICA			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0.042	2.5
Polistirene esp. sint. blocchi	60	2.381	10
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	9	0.41	30
Intercapedine aria SOFF. 20mm	1	0.143	2
Barriera al vapore	2000000	0	0.5
Bitume	20000	0.059	1
Pavimento in gomma (ANTICALPES)	10000	0.062	1
Polietilene (PE)	50000	0.014	0.5
Sottofondo in cls magro	70	0.054	5
Piastrelle in ceramica	200	0.014	1.4
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9280		3.469	53.9

Risultati di calcolo										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	PI	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	11.7	67	20	50	0.92	1.16	12.5	0.1000	0	0
Febbraio	12	66	20	50	0.92	1.16	12.5	0.0667	0	0
Marzo	13.2	64	20	50	0.97	1.16	12.5		0	0
Aprile	15.7	64	20	50	1.13	1.16	12.5		0	0
Maggio	19.2	70	20	50	1.55	1.16	12.5		0	0
Giugno	23.5	67	20	50	1.93	1.16	12.5		0	0
Luglio	26.4	62	20	50	2.12	1.16	12.5		0	0
Agosto	26.5	58	20	50	2	1.16	12.5		0	0
Settembre	24.2	63	20	50	1.88	1.16	12.5		0	0
Ottobre	20.3	61	20	50	1.44	1.16	12.5		0	0
Novembre	16.6	68	20	50	1.28	1.16	12.5		0	0
Dicembre	13.3	72	20	50	1.1	1.16	12.5		0	0

- Verifiche normative**
- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
 - 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
 - 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

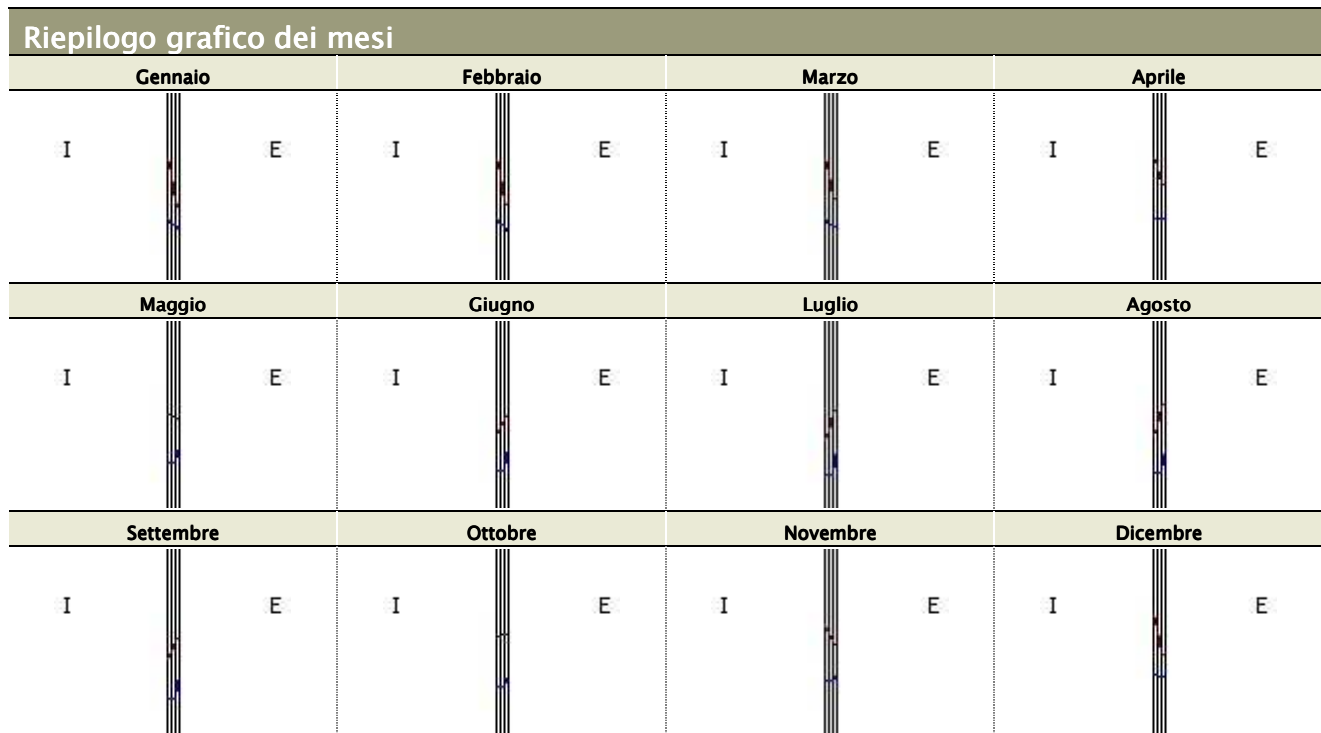




DOPPIO VETRO			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
vetro bassa emissività 6mm	1E30	0.007	0.6
Intercapedine aria 10mm	1	0.25	1
vetro bassa emissività 6mm	1E30	0.007	0.6
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.7000		0.433	2.2

Risultati di calcolo										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	11.7	67	20	50	0.92	1.16	12.5	0.1000	0	0
Febbraio	12	66	20	50	0.92	1.16	12.5	0.0667	0	0
Marzo	13.2	64	20	50	0.97	1.16	12.5		0	0
Aprile	15.7	64	20	50	1.13	1.16	12.5		0	0
Maggio	19.2	70	20	50	1.55	1.16	12.5		0	0
Giugno	23.5	67	20	50	1.93	1.16	12.5		0	0
Luglio	26.4	62	20	50	2.12	1.16	12.5		0	0
Agosto	26.5	58	20	50	2	1.16	12.5		0	0
Settembre	24.2	63	20	50	1.88	1.16	12.5		0	0
Ottobre	20.3	61	20	50	1.44	1.16	12.5		0	0
Novembre	16.6	68	20	50	1.28	1.16	12.5		0	0
Dicembre	13.3	72	20	50	1.1	1.16	12.5		0	0

- Verifiche normative**
- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
 - 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
 - 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale



**VERIFICA DELL' INERZIA TERMICA
(UNI EN ISO 13786:2008)**

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Conduktività termica (*)	λ	[W/(m·K)]
Spessore	d	[cm]
Capacità termica specifica	c	[kJ/(kg·K)]
Massa volumica o densità	ρ	[kg/m ³]
Resistenza termica superficiale	R	[(m ² ·K)/W]
Profondità di penetrazione periodica	δ	[m]
Rapporto tra lo spessore dello strato e relativa profondità di penetrazione periodica	ξ	-

(*) Conduktività termica comprensiva dell'eventuale fattore di maggiorazione, secondo la norma UNI EN 10351

STRUTTURA: PARETE ESTERNA

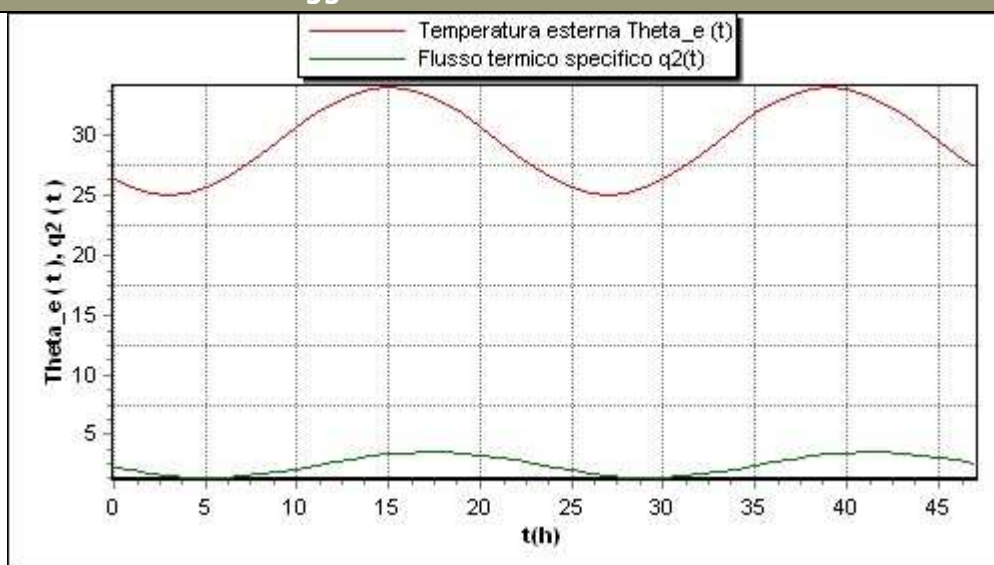
COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA E PROPRIETÀ TERMICHE

DESCRIZIONE	λ_j	c_j	ρ_j	d_j	R_j	δ_j	ξ_j
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]	[cm]	[(m²·K)/W]	[m]	-
Resistenza superficiale interna R_{s1}					0,130		
Pannello di cartongesso	0,60	0,84	750	2,50	0,042	0,16	0,15
Intercapedine aria ver. 200 mm	1,28	1,00	1	20,00	0,156	5,93	
Barriera al vapore	220,00	0,96	2700	0,50	0,000	1,53	0,00
Polist.esp. blocco UNI 7819 15	0,05	1,25	15	15,00	3,333	0,26	0,58
Intercapedine aria ver. 120 mm	0,78	1,00	1	12,00	0,154	4,63	
Acciaio	52,00	0,45	7800	0,30	0,000	0,64	0,00
Resistenza superficiale interna R_{s2}					0,040		

STRUTTURA "LEGGERA" REALE - CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_1	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m²·K)]	26,46
X_2	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m²·K)]	13,25
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m²·K)]	0,239
U_l	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m²·K)]	0,26
f_l	Fattore di smorzamento	-	0,92
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	h	2,32
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m²]	39,47

GRAFICO DELLA STRUTTURA leggera



Verifica ai sensi dell'articolo 4, Comma 18, lettere b) e c),
del D.P.R. N.59 del 02/04/2009

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	SRUTTURA "LEGGERA" REALE		VALORE DI CONFRONTO	
M_s	Massa superficiale	Kg/m ²	39,47	≥	230	X
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m ² K)	0,239	<	0.20	X
t_s	Tempo di sfasamento	h	2,32	≥	19,50	X
f	Fattore di smorzamento	-	0,92	≤	0,02	X

Legenda: V = verificato - X = non verificato

NOTA:

In merito ai valori non verificati di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache,se condo il D.P.R. 59/2009 art. 4, "gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni".

Pertanto sarà necessario rispettare tale parte dell'art. 4 del D.P.R. 59/2009 nel caso di non raggiungimento dei valori sopracitati con utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, di cui dovrà essere prodotta adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.

STRUTTURA: PAVIMENTO SU LOCALI TECNICI

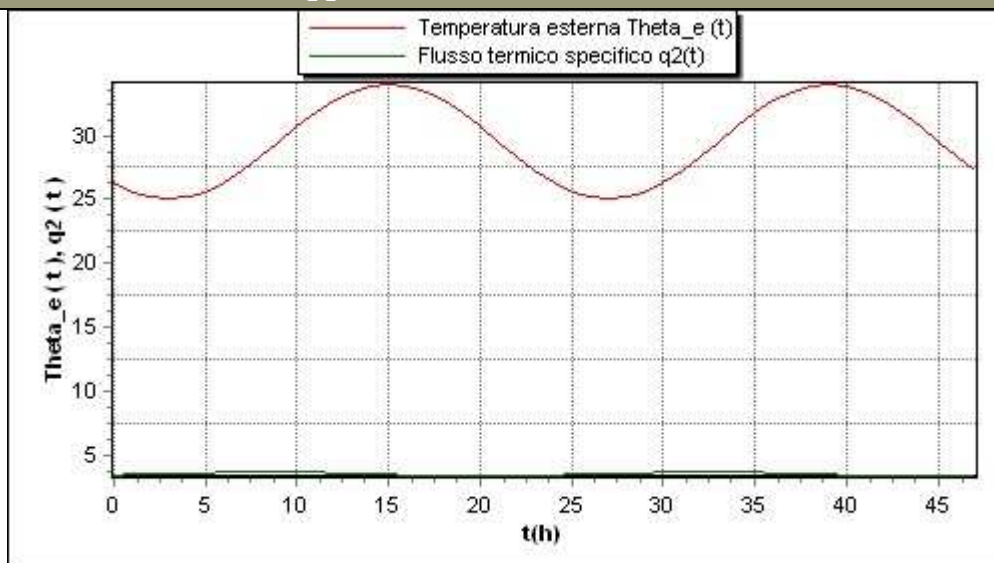
COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA E PROPRIETÀ TERMICHE

DESCRIZIONE	λ_j	c_j	ρ_j	d_j	R_j	δ_j	ξ_j
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m ³]	[cm]	[(m ² ·K)/W]	[m]	-
Resistenza superficiale interna R_{s1}					0,170		
Rivest. di piast. in ceramica	1,00	0,84	2300	3,00	0,030	0,12	0,25
Intercapedine aria PAV. 100mm	0,52	1,00	1	27,00	0,519	3,78	
Massetto isolante	0,09	1,00	480	13,00	1,398	0,07	1,78
Polietilene (PE)	0,35	2,10	950	0,50	0,014	0,07	0,07
Pavimento in gomma (ANTICALPESTIO)	0,16	1,30	1400	1,00	0,063	0,05	0,20
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	0,73	0,92	1050	30,00	0,410	0,14	2,08
Resistenza superficiale interna R_{s2}					0,040		

STRUTTURA "LEGGERA" REALE – CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_1	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m ² ·K)]	44,71
X_2	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m ² ·K)]	80,73
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m ² ·K)]	0,030
U_l	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m ² ·K)]	0,38
f_l	Fattore di smorzamento	-	0,08
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	h	17,28
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m ²]	465,42

GRAFICO DELLA STRUTTURA leggera



Verifica ai sensi dell'articolo 4, Comma 18, lettere b) e c),
del D.P.R. N.59 del 02/04/2009

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	SRUTTURA "LEGGERA" REALE		VALORE DI CONFRONTO	
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m ² K)	0,030	<	0.20	✓
t_s	Tempo di sfasamento	h	17,28	≥	7,85	✓
f	Fattore di smorzamento	-	0,08	≤	0,32	✓

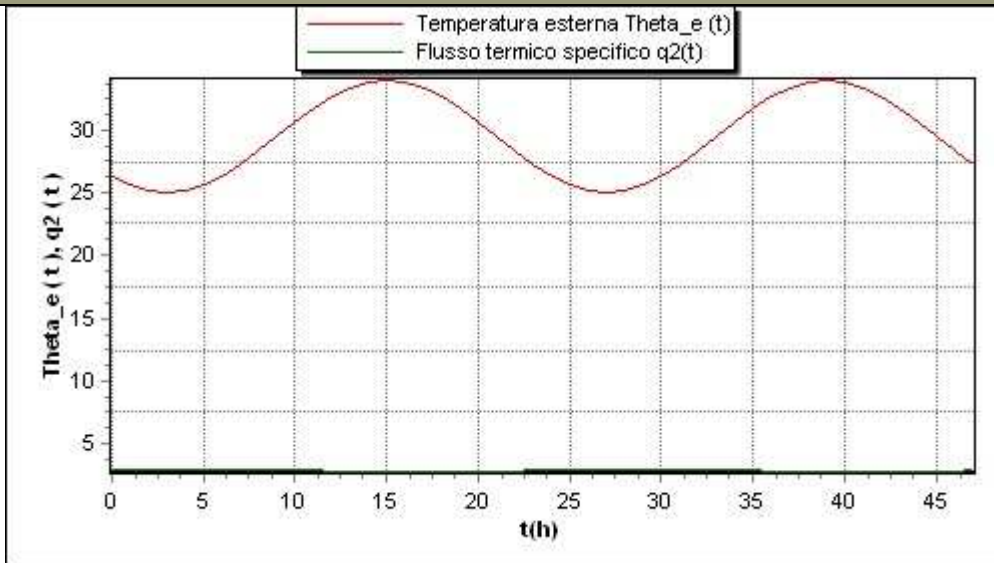
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato

STRUTTURA: SOLAIO TERRAZZA PANORAMICA

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA E PROPRIETÀ TERMICHE							
DESCRIZIONE	λ_j	c_j	ρ_j	d_j	R_j	δ_j	ξ_j
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m ³]	[cm]	[(m ² ·K)/W]	[m]	-
Resistenza superficiale interna R_{s1}					0,100		
Pannello di cartongesso	0,60	0,84	750	2,50	0,042	0,16	0,15
Polistirene esp. sint. blocchi	0,04	1,25	30	10,00	2,381	0,18	0,57
Blocco da solaio 2.1.05i/2 300	0,73	0,92	1050	30,00	0,410	0,14	2,08
Intercapedine aria SOFF. 20mm	0,14	1,00	1	2,00	0,143	1,96	
Barriera al vapore	220,00	0,96	2700	0,50	0,000	1,53	0,00
Bitume	0,17	0,92	1200	1,00	0,059	0,07	0,15
Pavimento in gomma (ANTICALPESTIO)	0,16	1,30	1400	1,00	0,063	0,05	0,20
Polietilene (PE)	0,35	2,10	950	0,50	0,014	0,07	0,07
Sottofondo in cls magro	0,93	0,88	2200	5,00	0,054	0,11	0,44
Piastrelle in ceramica	1,00	0,84	2300	1,40	0,014	0,12	0,12
Resistenza superficiale interna R_{s2}					0,040		

STRUTTURA "LEGGERA" REALE – CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_1	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m ² ·K)]	17,03
X_2	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m ² ·K)]	111,78
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m ² ·K)]	0,020
U_l	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m ² ·K)]	0,30
f_l	Fattore di smorzamento	-	0,07
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	h	14,30
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m ²]	504,47

GRAFICO DELLA STRUTTURA leggera



Verifica ai sensi dell'articolo 4, Comma 18, lettere b) e c), del D.P.R. N.59 del 02/04/2009

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA "LEGGERA" REALE		VALORE DI CONFRONTO	
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m ² K)	0,020	<	0.20	✓
t_s	Tempo di sfasamento	h	14,30	≥	7,85	✓
f	Fattore di smorzamento	-	0,07	≤	0,32	✓

Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato

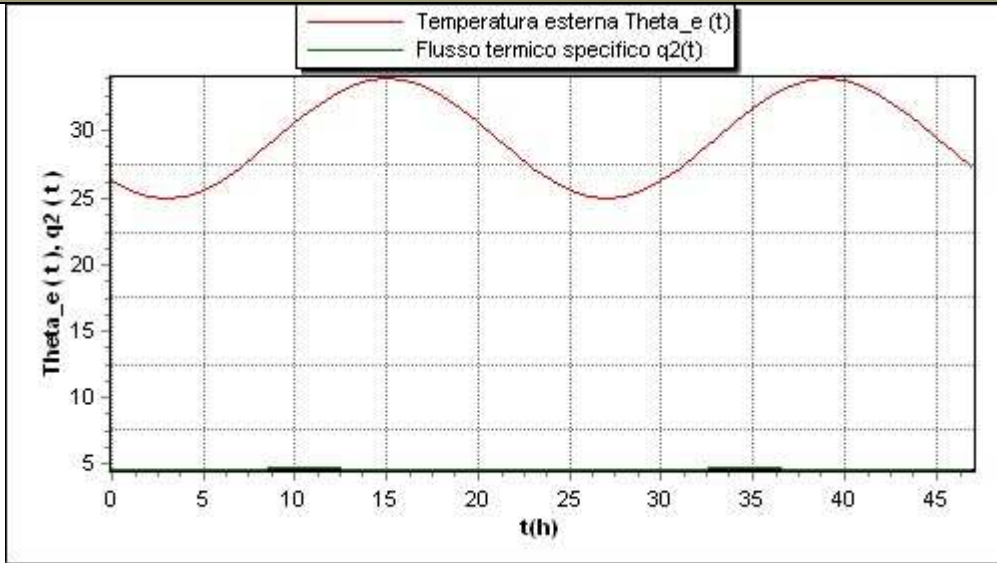
STRUTTURA: PARETE VERTICALE_ZONA B_2010

(Struttura fittizia "pesante" verticale, adottata come riferimento)

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA E PROPRIETÀ TERMICHE							
DESCRIZIONE	λ_j	c_j	ρ_j	d_j	R_j	δ_j	ξ_j
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m ³]	[cm]	[(m ² ·K)/W]	[m]	-
Resistenza superficiale interna R_{s1}					0,130		
Intonaco di calce e gesso	0,70	0,84	1400	1,00	0,014	0,13	0,08
Mattone forato 1.1.22 150	0,33	0,92	760	15,00	0,451	0,11	1,31
Malta di cemento	1,40	0,84	2000	33,36	0,238	0,15	2,20
Isolante 15	0,03	0,85	30	2,56	0,753	0,19	0,13
Mattone forato 1.1.22 150	0,33	0,92	760	15,00	0,451	0,11	1,31
Malta di cemento	1,40	0,84	2000	1,00	0,007	0,15	0,07
Resistenza superficiale interna R_{s2}					0,040		

STRUTTURA "LEGGERA" REALE – CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_1	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m ² ·K)]	41,22
X_2	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m ² ·K)]	63,59
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m ² ·K)]	0,009
U_l	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m ² ·K)]	0,48
f_l	Fattore di smorzamento	-	0,02
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	h	19,50
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m ²]	228,77

GRAFICO DELLA STRUTTURA "pesante" verticale

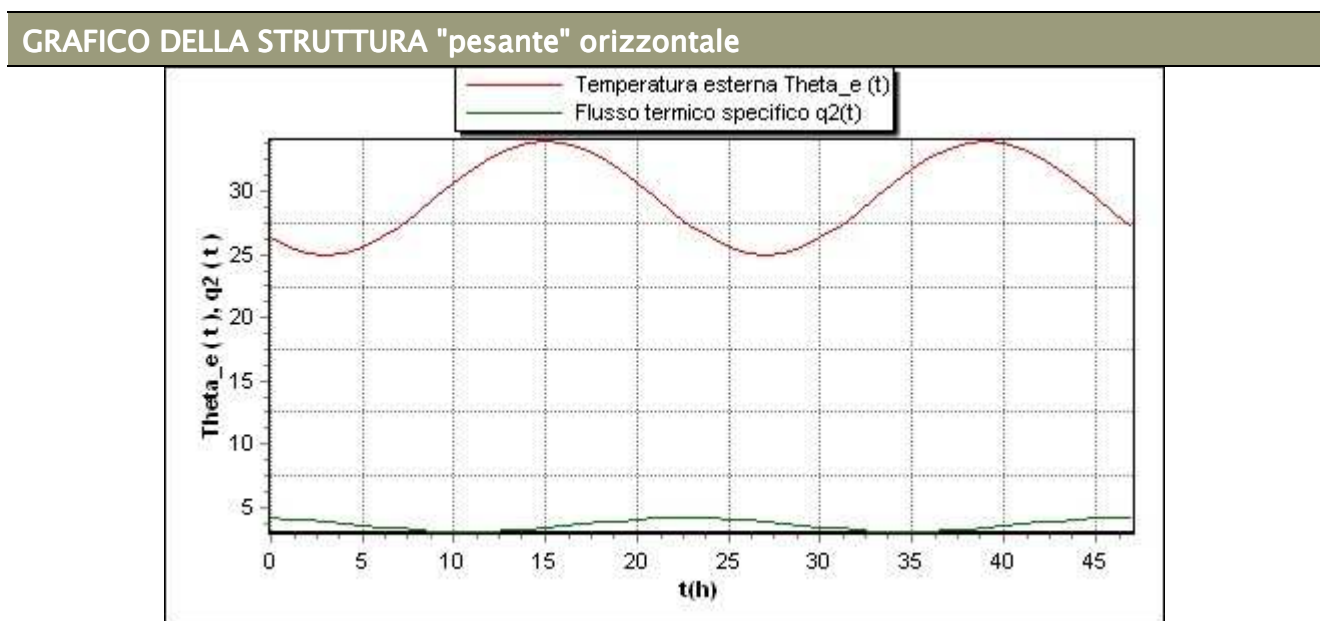


STRUTTURA: SOFFITTO ESTERNO_ZONA B_2010

(Struttura fittizia "pesante" orizzontale, adottata come riferimento)

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA E PROPRIETÀ TERMICHE							
DESCRIZIONE	λ_j	c_j	ρ_j	d_j	R_j	δ_j	ξ_j
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]	[cm]	[(m²·K)/W]	[m]	-
Resistenza superficiale interna R_{s1}					0,100		
Malta di cemento	1,40	0,84	2000	1,00	0,007	0,15	0,07
Isolante15	0,03	0,85	30	7,10	2,087	0,19	0,37
Blocco da solaio 2.1.03i/1 180	0,60	0,92	950	18,00	0,300	0,14	1,31
C.l.s. di sabbia e ghiaia p.e	0,76	0,88	1700	2,00	0,027	0,12	0,17
Tegola	0,26	0,88	1300	2,00	0,077	0,08	0,25
Resistenza superficiale interna R_{s2}					0,040		

STRUTTURA "LEGGERA" REALE – CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_1	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m²·K)]	19,53
X_2	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m²·K)]	72,74
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m²·K)]	0,123
U_l	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m²·K)]	0,38
f_l	Fattore di smorzamento	-	0,32
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	h	7,85
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m²]	233,13



ALLEGATO 5

Tabella fabbisogni termici, frigoriferi, ricambi aria

TABELLA FABBISOGNI CENTRO DIREZIONALE - piano terra									
CODICE			DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE m ²	ALTEZZA UTILE m	VOLUME m ³	Fabbisogno termico kW	Fabbisogno frigorifero kW	Ricambi aria mc/h
EDIFICIO	PIANO	N° LOC.							
CENTRO DIREZIONALE - Edificio principale									
CD	T	1	Ufficio	30,00	3,0	90,00	2,70	2,70	180
CD	T	2	Ufficio	30,00	3,0	90,00	2,70	2,70	180
CD	T	3	Ingresso riservato staff	44,00	3,0	132,00	3,96	3,96	264
CD	T	4	Vano scale	20,20	2,7	54,54	/	/	/
CD	T	5	Ufficio	51,00	3,0	153,00	4,59	4,59	306
CD	T	6	Ufficio	82,00	3,0	246,00	7,38	7,38	492
CD	T	7	Toilet donne	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351,00
CD	T	8	Toilet uomini	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351,00
CD	T	9	Server room	42,80	2,9	124,12	/	29,96	248
CD	T	10	Sicurezza	77,00	3,0	231,00	6,93	6,93	462
CD	T	11	Sala addestramento	38,00	3,0	114,00	3,42	3,42	228
CD	T	12	Archivio	74,00	3,0	222,00	6,66	6,66	444
CD	T	13	Vano scale	19,60	2,7	52,92	/	/	/
CD	T	14	Toilet uomini	24,00	2,7	64,80	1,94	/	-648
CD	T	15	Toilet donne	20,00	2,7	54,00	1,62	/	-540
CD	T	16	Sala riunioni	107,00	3,0	321,00	9,63	9,63	642
CD	T	17	Toilet pubblica uomini/donne	23,00	2,7	62,10	1,86	/	-621
CD	T	18	Vano scale	19,00	2,7	51,30	/	/	/
CD	T	19	Corridoio	152,00	2,7	410,40	12,31	12,31	821
CD	T	20	Atrio	318,00	4,0	1272,00	11,30	21,15	10500
CD	T	21	Sala tecnica impianti di piano	17,00	3,6	61,20	/	/	/
Sommano				1214,60		3876,58	79,12	111,39	

 ZONA A SERVIZIO SOCIETA' AUTOSTRADE

 ZONA A SERVIZIO FS/RFI

 ZONA APERTA AL PUBBLICO

TABELLA FABBISOGNI CENTRO DIREZIONALE - piano primo									
CODICE			DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE m ²	ALTEZZA UTILE m	VOLUME m ³	Fabbisogno termico kW	Fabbisogno frigorifero kW	Ricambi aria mc/h
EDIFICIO	PIANO	N° LOC.							
CENTRO DIREZIONALE - Edificio principale									
CD	1	1	Sala controllo	154,00	3,0	462,00	13,86	13,86	924
CD	1	2	Sala server	51,00	2,9	147,90	/	35,70	296
CD	1	3	Bagno uomini	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	1	4	Bagno donne	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	1	5	Vano scale	27,00	2,7	72,90	/	/	/
CD	T	6	Supporto	24,00	3,0	72,00	2,16	2,16	144
CD	1	7	Ufficio manager	32,00	3,0	96,00	2,88	2,88	192
CD	1	8	Meeting room	32,00	3,0	96,00	2,88	2,88	192
CD	1	9	Supporto	23,00	3,0	69,00	2,07	2,07	138
CD	1	10	Sala crisi	58,00	3,0	174,00	5,22	5,22	348
CD	1	11	Deposito	21,00	3,0	63,00	1,89	1,89	126
CD	1	12	Locale apparati DOTE e TLC	42,00	3,0	126,00	3,78	3,78	252
CD	1	13	Ufficio personale manutenzione	41,00	3,0	123,00	3,69	3,69	246
CD	1	14	Vano scale	26,00	2,7	70,20	/	/	/
CD	1	15	Bagno uomini	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	1	16	Bagno donne	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	1	17	Sala apparati telecomunicazioni	40,00	2,9	116,00	/	28,00	232
CD	1	18	Sala apparati	33,00	2,9	95,70	2,87	2,87	191
CD	1	19	Locale centraline	31,00	2,9	89,90	/	21,70	180
CD	1	20	Sala controllo Ferroviario	98,00	3,0	294,00	8,82	8,82	588
CD	1	21	Vano scale	28,00	2,7	75,60	/	/	/
CD	1	22	Corridoio	341,00	2,7	920,70	27,62	27,62	1841
CD	1	23	Atrio	295,00	4,0	1180,00	/	/	/
CD	1	24	Sala tecnica impianti di piano	21,00	3,6	75,60	/	/	/
Sommano				1470,00		4559,90	81,95	163,14	

 ZONA A SERVIZIO SOCIETA' AUTOSTRADE

 ZONA A SERVIZIO FS/RFI

 ZONA APERTA AL PUBBLICO

TABELLA FABBISOGNI CENTRO DIREZIONALE - piano secondo									
CODICE			DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE m ²	ALTEZZA UTILE m	VOLUME m ³	Fabbisogno termico kW	Fabbisogno frigorifero kW	Ricambi aria mc/h
EDIFICIO	PIANO	N° LOC.							
CENTRO DIREZIONALE - Edificio principale									
CD	2	1	Ufficio	39,00	3,0	117,00	3,51	3,51	234
CD	2	2	Ufficio	24,00	3,0	72,00	2,16	2,16	144
CD	2	3	Ufficio	24,00	3,0	72,00	2,16	2,16	144
CD	2	4	Ufficio	24,00	3,0	72,00	2,16	2,16	144
CD	2	5	Ufficio	38,00	3,0	114,00	3,42	3,42	228
CD	2	6	Ufficio	33,00	3,0	99,00	2,97	2,97	198
CD	2	7	Sala server	78,00	2,9	226,20	/	54,60	452
CD	2	8	Bagni uomini	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	2	9	Bagni donne	13,00	2,7	35,10	1,05	/	-351
CD	2	10	Vano scale	27,00	2,7	72,90	/	/	/
CD	2	11	Ufficio	27,00	3,0	81,00	2,43	2,43	162
CD	2	12	Ufficio	30,00	3,0	90,00	2,70	2,70	180
CD	2	13	Meeting room	39,00	3,0	117,00	3,51	3,51	234
CD	2	14	Sala riunioni	40,00	3,0	120,00	3,60	3,60	240
CD	2	15	Vano scale	28,00	2,7	75,60	/	/	/
CD	2	16	Corridoio	243,00	2,7	656,10	19,68	19,68	1312
CD	2	17	Atrio	246,00	4,0	984,00	/	/	/
CD	2	18	Sala tecnica impianti di piano	21,00	3,6	75,60	/	/	/
Sommano				987,00		3114,60	50,41	102,90	

 ZONA A SERVIZIO SOCIETA' AUTOSTRADE

 ZONA A SERVIZIO FS/RFI

 ZONA APERTA AL PUBBLICO

TABELLA FABBISOGNI CENTRO DIREZIONALE - piani terzo e quarto									
CODICE			DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE m ²	ALTEZZA UTILE m	VOLUME m ³	Fabbisogno termico kW	Fabbisogno frigorifero kW	Ricambi aria mc/h
EDIFICIO	PIANO	N° LOC.							
CENTRO DIREZIONALE - Edificio principale									
CD	3	1	Vano scale	33,00	3,6	118,80	/	/	/
CD	3	2	Locale tecnico	159,00	3,6	572,40	/	/	/
CD	3	3	Locale tecnico	215,00	3,6	774,00	/	/	/
CD	3	4	Locale tecnico	43,00	3,6	154,80	/	/	/
CD	3	5	Vano scale	55,00	2,7	148,50	/	/	/
CD	3	6	Corridoio	55,00	2,7	148,50	/	/	/
CD	3	7	Locale tecnico	31,00	3,6	111,60	/	/	/
CD	4	1	Corridoio	13,00	3,6	46,80	/	/	/
CD	4	2	Vano scale	33,00	2,7	89,10	/	/	/
Sommano				445,00		1473,30	0,00	0,00	

 ZONA A SERVIZIO SOCIETA' AUTOSTRADE

 ZONA A SERVIZIO FS/RFI


 ZONA APERTA AL PUBBLICO

TABELLA FABBISOGNI CENTRO DIREZIONALE - Edificio VVF									
CODICE			DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE m ²	ALTEZZA UTILE m	VOLUME m ³	Fabbisogno termico kW	Fabbisogno frigorifero kW	Ricambi aria mc/h
EDIFICIO	PIANO	N° LOC.							
CENTRO DIREZIONALE - Edificio VVF									
VVF	T	1	Accesso Ascensori	38,00	3,0	114,00	/	/	/
VVF	T	2	Centralino	21,00	3,5	73,50	2,21	2,21	147
VVF	T	3	Ufficio	49,00	3,5	171,50	5,15	5,15	343
VVF	T	4	Ufficio	47,00	3,5	164,50	4,94	4,94	329
VVF	T	5	Ufficio	48,00	3,5	168,00	5,04	5,04	336
VVF	T	6	Camerata 4 persone	33,00	3,5	115,50	3,47	3,47	231
VVF	T	7	Bagni	17,50	3,0	52,50	1,58	/	-525,00
VVF	T	8	Guardaroba	8,00	3,0	24,00	0,72	/	-240,00
VVF	T	9	Sala pranzo	75,00	3,5	262,50	7,88	7,88	525
VVF	T	10	Cucina	14,00	3,0	42,00	1,26	/	-420,00
VVF	T	11	Bagni	12,00	3,0	36,00	1,08	/	-360,00
VVF	T	12	Deposito	12,00	3,5	42,00	/	/	/
VVF	T	13	Ingresso/corridoio	41,00	3,0	123,00	3,69	3,69	-615,00
VVF	T	14	Vano scale	20,00	3,0	60,00	/	/	/
VVF	-1	1	Accesso Ascensori	19,00	3,0	57,00	/	/	/
VVF	-1	2	Vano scale	22,00	3,0	66,00	/	/	/
VVF	-1	3	Corridoio	73,00	3,0	219,00	6,57	/	/
VVF	-1	4	Zona docce	37,00	3,0	111,00	3,33	/	-1110,00
VVF	-1	5	Zona docce	33,00	3,0	99,00	2,97	/	-990,00
VVF	-1	6	Bagni	17,00	3,0	51,00	1,53	/	-510,00
VVF	-1	7	Deposito	4,00	3,0	12,00	/	/	/
VVF	-1	8	Bagni	16,00	3,0	48,00	1,44	/	-480,00
VVF	-1	9	Deposito	19,00	3,0	57,00	/	/	/
Sommano				675,50		2169,00	52,83	32,36	

ALLEGATO 6

Verifica dimensionamento circuiti idraulico più sfavorito

CENTRO DIREZIONALE: Verifica idraulica circuito più sfavorito: circuito acqua refrigerata alimentazione UTA (pompa EP-12a/b)										
COMPONENTE	DATI FUNZIONALI E DIMENSIONALI			PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE			PERDITE DI CARICO CONCENTRATE			TOTALE PERDITE DI CARICO [m.c.a.]
	Portata [l/h]	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Lunghezza [m]	PDC unitaria [mm.c.a./m]	PDC distr.totali [m.c.a.]	Quantità	PDC unitaria [mm.c.a./cad]	PDC conc. Totali [m.c.a.]	
TUBAZIONI ACCIAIO NERO Ø5"	72400	20,11	1,6	160	25	4				4
CURVE Ø5"	72400	20,11	1,6				14	0,075	1,05	1,05
GIUNTI A "T" Ø5"	72400	20,11	1,6				2	0,175	0,35	0,35
VALVOLE DI INTERCETTAZIONE Ø5"	72400	20,11	1,6				4	0,0375	0,15	0,15
VALVOLE DI RITEGNO Ø5"	72400	20,11	1,6				1	1,375	1,375	1,375
DISLIVELLO	72400	20,11	1,6						25	25
TUBAZIONI ACCIAIO NERO Ø4"	48000	13,33	1,5	20	25	0,5				0,5
CURVE Ø4"	48000	13,33	1,5				2	0,0625	0,125	0,125
VALVOLE DI INTERCETTAZIONE Ø4"	48000	13,33	1,5				2	0,0325	0,065	0,065
GIUNTI A "T" Ø4"	48000	13,33	1,5				2	0,1675	0,335	0,335
TUBAZIONI ACCIAIO NERO Ø3"	24000	6,67	1,4	30	25	0,75				0,75
CURVE Ø3"	24000	6,67	1,4				2	0,05	0,1	0,1
VALVOLE A 3 VIE Ø3"	24000	6,67	1,4				1	0,15	0,15	0,15
VALVOLE DI INTERCETTAZIONE Ø3"	24000	6,67	1,4				3	0,025	0,075	0,075
BATTERIA FREDDA UTA	24000	6,67	1,4						1	1
TOTALE PERDITE DI CARICO [m.c.a.]:						5,25			29,775	35,025
TOTALE PERDITE DI CARICO CON COEFFICIENTE DI SICUREZZA DEL 10% [m.c.a.]:										38,53
PREVALENZA POMPA DI ALIMENTAZIONE CIRCUITO [m.c.a.]:										40,00

ALLEGATO 7

Verifica dimensionamento ramo canale dell'aria più sfavorito

TABELLA CANALI DELL'ARIA CENTRO DIREZIONALE
edificio principale - canali di mandata

PORTATA	PORTATA	VELOCITA'	SEZIONE CANALE	LARGHEZZA	ALTEZZA	DIMENSIONI EFFETTIVE
mc/h	mc/sec	m/sec	cmq	cm	cm	mm
10500	2,92	7,00	4166,67	80	52	800x600
3900	1,08	4,00	2708,33	60	45	600x400
2700	0,75	4,00	1875,00	60	31	600x400
7000	1,94	10,00	1944,44	60	32	600x400
3000	0,83	10,00	833,33	40	21	400x200
2150	0,60	10,00	597,22	40	15	400x200
1850	0,51	10,00	513,89	50	10	400x200
1500	0,42	8,00	520,83	30	17	300x200
1075	0,30	8,00	373,26	30	12	300x200
925	0,26	8,00	321,18	30	11	300x200

TABELLA CANALI DELL'ARIA CENTRO DIREZIONALE
edificio principale - canali di ripresa

PORTATA	PORTATA	VELOCITA'	SEZIONE CANALE	LARGHEZZA	ALTEZZA	DIMENSIONI EFFETTIVE
mc/h	mc/sec	m/sec	cmq	cm	cm	cm
9000	2,50	7,00	3571,43	80	45	800x600
3000	0,83	4,00	2083,33	50	42	500x300
4750	1,32	10,00	1319,44	50	26	500x300
2400	0,67	10,00	666,67	35	19	350x200
1750	0,49	10,00	486,11	35	14	350x200
1450	0,40	10,00	402,78	35	12	350x200
1200	0,33	8,00	416,67	30	14	300x150
875	0,24	8,00	303,82	30	10	300x150
725	0,20	8,00	251,74	30	8	300x150

TABELLA CANALI DELL'ARIA CENTRO DIREZIONALE
parcheggi interrati - canali principali di ripresa

PORTATA	PORTATA	VELOCITA'	SEZIONE CANALE	LARGHEZZA	ALTEZZA	DIMENSIONI EFFETTIVE
mc/h	mc/sec	m/sec	cmq	cm	cm	cm
60000	16,67	20,00	8333,33	200	42	2000x450
38000	10,56	20,00	5277,78	120	44	1200x450
25000	6,94	20,00	3472,22	80	43	800x450

TABELLA CANALI DELL'ARIA CENTRO DIREZIONALE
edificio VVF - canali di mandata

PORTATA	PORTATA	VELOCITA'	SEZIONE CANALE	LARGHEZZA	ALTEZZA	DIMENSIONI EFFETTIVE
mc/h	mc/sec	m/sec	cmq	cm	cm	mm
2500	0,69	5,00	1388,89	50	28	500x300