

Dimensionamento di impianti geotermici a bassa entalpia

EDIFICIO ***Edificio***
INDIRIZZO ***Via Roma - Borgomanero (NO)***
IMPIANTO ***Impianto sonde verticali***
COMMITTENTE ***Edilclima srl***
INDIRIZZO ***Via Vivaldi 7 - Borgomanero (NO)***

Rif. ***Esempio.E14***
Software di calcolo EDILCLIMA - EC714 versione 1.2.0

Edilclima srl
Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO)

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località	BORGOMANERO		
Provincia	Novara		
Altitudine s.l.m.		307	m
Latitudine nord	45° 41'	Longitudine est	8° 27'
Gradi giorno		2559	
Zona climatica		E	

Località di riferimento

per la temperatura	NOVARA
per l'irradiazione	I località: NOVARA
	II località: VERBANIA
per il vento	NOVARA

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	A	
Direzione prevalente	Nord	
Distanza dal mare	> 40	km
Velocità media del vento	0,8	m/s
Velocità massima del vento	1,6	m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	-6,0	°C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal 15 ottobre al 15 aprile	

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	30,5	°C
Temperatura esterna bulbo umido	22,3	°C
Umidità relativa	50,0	%
Escursione termica giornaliera	12	°C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	0,1	2,5	7,6	12,3	16,6	21,0	23,5	22,5	18,4	12,1	6,3	1,6

CARATTERISTICHE TERMICHE E FISICHE DEL SOTTOSUOLO
secondo VDI 4640 2000 - prUNI

Stratigrafia:

Spessore totale	90,0	m
Diffusività media	5,54	10^{-7} m ² /s
Conduttività termica media	1,180	W/mK
Massa volumica media	1837	kg/m ³
Capacità termica media	2,05	MJ/m ³ K



N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	M.V. [kg/m ³]	C.T. [MJ/m ³ K]
1	<i>Ghiaia umida</i>	10,0	1,8	2700	2,4
2	<i>Sabbia satura</i>	22,0	1,6	1450	2,1
3	<i>Argilla/limo secco</i>	38,0	0,5	1800	1,5
4	<i>Argilla/limo umida</i>	20,0	1,7	1900	2,5

Legenda simboli

s	Spessore dello strato
λ	Conduttività termica dello strato
M.V.	Massa volumica dello strato
C.T.	Capacità termica dello strato

DATI DI INPUT

Fabbisogni termici/frigoriferi di progetto

Mese	FABBISOGNI TERMICI		FABBISOGNI ACS	ENERGIA TERMICA	FABBISOGNI FRIGORIFERI		ENERGIA FRIGORIFERA
	Q' _{h, hp out} [kWh]	Q' _{p, vari I} [kWh]	Q' _{p, ACS} [kWh]	Q _{h, hp out} [kWh]	Q' _{c, hp out} [kWh]	Q' _{p, vari E} [kWh]	Q _{c, hp out} [kWh]
Gennaio	25910	-	-	25910	0	-	0
Febbraio	18590	-	-	18590	0	-	0
Marzo	10250	-	-	10250	0	-	0
Aprile	4230	-	-	4230	0	-	0
Maggio	0	-	-	0	1890	-	1890
Giugno	0	-	-	0	9500	-	9500
Luglio	0	-	-	0	20860	-	20860
Agosto	0	-	-	0	14590	-	14590
Settembre	0	-	-	0	5360	-	5360
Ottobre	3750	-	-	3750	0	-	0
Novembre	9935	-	-	9935	0	-	0
Dicembre	16450	-	-	16450	0	-	0
TOTALI	89115	-	-	89115	52200	-	52200

Legenda simboli

Q' _{h, hp out}	Fabbisogno di energia termica mensile fornita dalla pompa di calore
Q' _{p, vari I}	Energia termica fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
Q' _{p, ACS}	Fabbisogno di energia mensile per la produzione di acqua calda sanitaria
Q _{h, hp out}	Fabbisogno di energia termica totale fornita dalla pompa di calore
Q' _{c, hp out}	Fabbisogno di energia frigorifera mensile fornita dalla pompa di calore
Q' _{p, vari E}	Energia frigorifera fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
Q _{c, hp out}	Fabbisogno di energia frigorifera totale fornita dalla pompa di calore

Dettagli pompa di calore

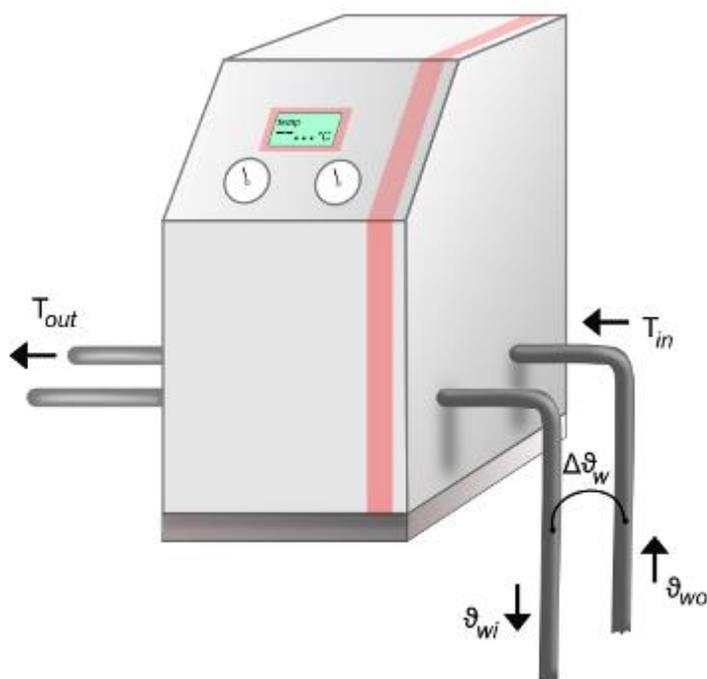
Marca/Serie/Modello **Pompa di calore**

Caratteristiche in riscaldamento:

Potenza nominale	Q' _{h, hp outD}	37,00 kW
COP nominale		5,03
Temperatura mandata PdC nominale	T _{out}	35,0 °C
Temperatura ingresso PdC nominale	T _{in}	2,0 °C
Temperatura mandata PdC di progetto	T _{out}	35,0 °C
Differenza Temperatura scambiatore	Δθ _{gw}	11,0 °C
Salto termico del fluido	Δθ _w	3,0 °C

Caratteristiche in raffrescamento:

Potenza nominale	Q' _{c, hp outD}	32,60 kW
EER nominale		4,95
Temperatura mandata PdC nominale	T _{out}	12,0 °C
Temperatura ingresso PdC nominale	T _{in}	25,0 °C
Temperatura mandata PdC di progetto	T _{out}	18,0 °C
Differenza Temperatura scambiatore	Δθ _{gw}	17,0 °C
Salto termico del fluido	Δθ _w	5,0 °C



Fabbisogni elettrici:

Potenza media degli ausiliari	1000 W
Potenza elettrica pompe circolazione	1680 W

Caratteristiche fluido:

Tipologia	Soluzione acqua-glicole etilenico
Concentrazione	10 %
Calore specifico	4,03 kJ/kgK
Temperatura di congelamento	-3,00 °C
Massa volumica	1010,99 kg/m ³
Conduktività termica	0,57 W/mK

Parametri di funzionamento

Flusso termico annuale	Q _a	1124 W	
		Riscaldamento	Raffrescamento
Ore di funzionamento a pieno carico	T _h / T _c	2409	1601 n° ore
Prestazione pompa di calore	COP _{reale} / EER _{reale}	4,89	5,91
Temperatura uscente dallo scambiatore	θ _{wo}	1,0	29,0 °C
Temperature entrante nello scambiatore	θ _{wi}	-2,0	34,0 °C
Fattore di carico parziale	PLF _m	0,96	0,88

Dettagli impianto

Caratteristiche scambiatore di calore a terreno:

Tipologia	Scambiatori verticali a doppia U
Disposizione scambiatore	Centrale
Interasse tubazione	0,090 m
Coefficiente Scambio termico	170,000 W/m ² K

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
<i>UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</i>	<i>PE</i>	<i>0,40</i>	<i>23</i>	<i>32</i>

Caratteristiche tubazione di perforazione:

Rimozione tubazione al termine della perforazione Sì No

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
<i>Tubazione in acciaio per perforazioni teleguidate</i>	<i>Acciaio</i>	<i>0,00</i>	<i>130</i>	<i>154</i>

Caratteristiche materiale di riempimento:

Tipologia	Bentonite (20%) Quarzite (40%)
Conduttività termica	1,470 W/m ² K

Configurazione a terreno:

Numero di perforazioni	15
Disposizione delle perforazioni	In linea tripla
Distanza tra gli scambiatori	10,0 m

Legenda simboli

Cond.	Conduttività termica del materiale
Φ int.	Diametro interno della tubazione
Φ est.	Diametro esterno della tubazione

PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO
Secondo prUNI

Dimensionamento scambiatori:

Lunghezza totale	1234 m
n° scambiatori	15
Lunghezza scambiatore singolo	82,3 m
$\lambda_{\text{corretto}}$ del terreno	1,1 W/mK

	<u>Riscaldamento</u>	<u>Raffrescamento</u>
Portata totale degli scambiatori	144,43 l/min	112,24 l/min
Perdita di carico dello scambiatore	0,05 bar	0,03 bar
COP/EER di calcolo	4,89	5,91
Δt di calcolo	-0,5 °C	31,5 °C
Velocità fluido negli scambiatori	0,19 m/s	0,15 m/s
Numero di Reynolds	4452	3460
Regime fluido	Transizione	Transizione

Mese	STAGIONE DI RISCALDAMENTO			STAGIONE DI RAFFRESCAMENTO		
	T_h [n° ore]	PLF _{m,hD} [kWh]	E _h [kWh]	T_h [n° ore]	PLF _{m,hD} [kWh]	E _c [kWh]
Gennaio	700	0,96	7177,4	0	0,00	0,0
Febbraio	502	0,69	5149,7	0	0,00	0,0
Marzo	277	0,38	2839,4	0	0,00	0,0
Aprile	114	0,16	1171,8	0	0,00	0,0
Maggio	0	0,00	0,0	58	0,08	475,3
Giugno	0	0,00	0,0	291	0,40	2389,3
Luglio	0	0,00	0,0	640	0,88	5246,3
Agosto	0	0,00	0,0	448	0,61	3669,4
Settembre	0	0,00	0,0	164	0,23	1348,0
Ottobre	101	0,14	1038,8	0	0,00	0,0
Novembre	269	0,37	2752,1	0	0,00	0,0
Dicembre	445	0,61	4556,9	0	0,00	0,0
COMPLESSIVI	2409	0,96	24686,0	1601	0,88	13128,4

Legenda simboli

$\lambda_{\text{corretta}}$	Conducibilità termica del terreno equivalente ad una profondità pari alla lunghezza degli scambiatori
Δt	Differenziale di temperatura tra ingresso e uscita fluido dalla scambiatore
T_h	Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di riscaldamento
PLF _{m,hD}	Fattore di carico parziale dell'impianto di riscaldamento
E _h	Consumo elettrico dell'impianto di riscaldamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)
T_c	Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di raffrescamento
PLF _{m,cD}	Fattore di carico parziale dell'impianto di raffrescamento
E _c	Consumo elettrico dell'impianto di raffrescamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)

PERDITE DI CARICO DEL CIRCUITO

CIRCUITO DI MANDATA									
Tratto	N° scamb.	Gruppo tubazione	DN	Lunghezza [m]	Accidentalità [bar]	Accessori (CV) [bar]	Portata [l/min]	Velocità [m/s]	dP tratto [bar]
1	15	et12 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	40	25,0	0,183	0,000	144,43	3,59	1,272
2	10	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	10,0	0,000	0,000	96,29	3,80	0,640
3	5	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	15,0	0,038	0,000	48,14	1,90	0,307
4	4	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	10,0	0,012	0,000	38,52	1,52	0,131
5	3	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	10,0	0,007	0,000	28,89	1,14	0,078
6	2	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	10,0	0,003	0,000	19,26	0,76	0,037
7	1	et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	32	10,0	0,001	0,000	9,63	0,38	0,011

Perdita di carico dello scambiatore **0,051** bar

	<u>Circuito di mandata</u>	<u>Circuito di ritorno</u>
Perdita di carico collegamenti orizzontali	2,477 bar	2,477 bar

Perdita TOTALE dell'impianto **5,004** bar