

Definizione e attuazione di interventi per l'efficientamento e il risparmio energetico a servizio di musei e siti archeologici e monumentali di particolare rilevanza a valere sulle linee di attivita' 2.2 e 2.5 del Programma operativo Interregionale "Energie rinnovabili e risparmio energetico" (FESR) 2007-2013



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013
Una scelta illuminata



MUSEO ARCHEOLOGICO DI SCOLACIUM - ROCCELLETTA DI BORGIA (CZ)



MINISTERO
PER I BENI E
LE ATTIVITÀ
CULTURALI



INVITALIA



ATTIVITÀ TECNICHE

INVITALIA

ATTIVITÀ PRODUTTIVE

Invitalia Attività Produttive S.p.A.
VIA PIETRO BOCCANELLI 30 - 00138 - ROMA

DIRETTORE TECNICO :
Dott. Ing. MASSIMO MATTEOLI

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE : Dott. Ing. ENRICO FUSCO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA :

Dott. Arch. LORENZO ANNONI
Dott. Arch. GIULIA LEONI

COLLABORATORI:

Sig. PATRIZIA FOGLI
Dott. Arch. TERESA VINCENTI
Dott. Arch. CAROLINA GNECCO
Geom. LUIGINO D'ANGELANTONIO

STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE :

Dott. FEDERICA MERINGOLO

COLLABORATORI:

Dott. ERNESTO BERNARDO

PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA :

Dott. Ing. PIERLUIGI ROSATI

COLLABORATORI:

Dott. Ing. DONATA FRULLANI
Dott. Ing. MASSIMO LOBINA
Dott. Ing. OSVALDO PITTORI
P.I. MAURIZIO PASCUCCHI
Sig. LUIGI MAGGI
Sig. ENNIO REGNICOLI
P.I. MASSIMO MATTIONI
Dott. Ing. CHRISTIAN GASBARRI

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE :

Dott. Ing. FERRUZZI ANDREA

COLLABORATORI:

Dott. Ing. LORENZO MORRA

PROGETTAZIONE STRUTTURALE :

Dott. Ing. LETTERIO SONNESSA

COLLABORATORI:

Sig.ra PATRIZIA FOGLI

RELAZIONE GEOLOGICA :

Dott. Geologo MARCO DI PILLO

- PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO -

ELABORATO

Impianti Meccanici

Relazione di calcolo impianti di climatizzazione

	DATA	NOME	FIRMA
REDATTO		FRULLANI	
VERIFICATO		ROSATI	
APPROVATO	Luglio 2013	MATTEOLI	


DATA	07/2013	IM-02
SCALA	-	
CODICE FILE	057BORGIA03-D-IM-RC-02.dwg	

REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI
---	---	---
---	---	---
---	---	---

		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 1/18

1 SOMMARIO

1	Sommario	1
2	Calcolo fabbisogni termici e frigoriferi	2
3	Calcolo perdite di carico	3
	<i>3.1 Procedura di calcolo circuiti aeraulici</i>	<i>3</i>
	<i>3.1 Procedura di calcolo tubazioni acqua.....</i>	<i>4</i>
4	Perdita di carico circuiti aeraulici.....	6
5	Perdita di carico tubazioni.....	7
6	Dimensionamento impianto solare termico	8
7	Dimensionamento campo geotermico	12

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc	
	Rev. 0	
	Pag. 2/18	

2 CALCOLO FABBISOGNI TERMICI E FRIGORIFERI

Il calcolo dei fabbisogni termici e frigoriferi Parco Archeologico di Scolacium, in Roccelletta di Borgia è stato effettuato mediante software di calcolo conforme alle norme UNI 11300-1 ÷ 4, che ha dato i seguenti risultati:

- Fabbisogno frigorifero estivo: 122kW;
- Fabbisogno termico invernale: 165kW;

La distribuzione agli ambienti avviene sia mediante impianti misti aria primaria e ventilconvettori (zona Museo) che soli ventilconvettori (zona uffici).

Nel caso estivo è prevista la seguente produzione di energia frigorifera:

- GF-01 40 kW;
- GF-02 87 kW;
- AGF-01 50 kW;
- Potenza TOT: 177 kW;

Mentre nel caso invernale:

- GF-01 75 kW;
- GF-02 102 kW;
- Solare termico 20 kW;
- Potenza TOT 197kW;

Per maggiori dettagli riguardo i fabbisogni termici e frigoriferi si vedano gli allegati di calcolo.

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc	
	Rev. 0	
	Pag. 3/18	

3 CALCOLO PERDITE DI CARICO

3.1 Procedura di calcolo circuiti aeraulici

Il calcolo delle perdite di carico localizzate è basato sulla formula di Darcy-Weisbach:

$$\frac{\Delta p}{\rho} = \frac{64}{\text{Re}} \frac{L}{D} \frac{W^2}{2} = \xi \frac{L}{D} \frac{W^2}{2}$$



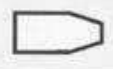







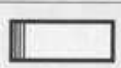
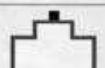
In cui:

- $\xi = \frac{64}{\text{Re}}$ è denominato coefficiente di attrito;
- Re: numero di Reynolds;
- W velocità del fluidi nel condotto;
- L lunghezza del condotto;
- D diametro equivalente del condotto;
- ρ densità del fluido.

Le perdite di carico localizzate vengono calcolate mediante la:

$$\frac{\Delta p}{\rho} = \beta \frac{W^2}{2}$$

In cui β è un coefficiente per le perdite di attrito localizzate che dipende dalla particolare geometria dell'oggetto che determina la perdita, ed è tabulato; seguono i valori trovati per alcuni snodi (circuiti aeraulici).

Simbolo	Descrizione	Referenza	Coefficiente ζ
	Manicotto dritto	H102	0,25
	Gomito a 90°	H122	2,0
	Riduzione 2 diametri	H103	0,55
	Riduzione 3 diametri	H103	0,85
	Curva a 45°	H144	0,6
	Raccordo a T	H150	1,8
	Raccordo a T ridotto	H151	3,6
	Raccordo a T	H150	1,3
	Raccordo a T ridotto	H151	2,6
	Raccordo a T	H150	4,2
	Raccordo a T ridotto	H151	9,0
	Raccordo a T	H150	2,2
	Raccordo a T ridotto	H151	5,0
	Raccordo a T con filetto	H154	0,8
	Gomito a 90° con filetto	H127	2,2
	Raccordo filettato maschio	H107	0,4
	Rubinetto d'intercettazione	H170	2,4

3.1 Procedura di calcolo tubazioni acqua

In questo caso viene utilizzata la formula di Hazen – Williams:

$$\Delta p = J * L = \frac{10,675 * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,8704}} * L$$

In cui:

D diametro interno tubazione;

L lunghezza condotto;

















C coefficiente di scabrezza tubazione (120 per acciaio);

Q portata acqua.

Per il calcolo delle perdite concentrate si utilizza la medesima formula dell'aria:

$$\frac{\Delta p}{\rho} = \beta \frac{W^2}{2}$$

In cui β :

Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico		8 ÷ 16 mm	18 ÷ 28 mm	30 ÷ 54 mm	> 54 mm
Diametro esterno tubi in acciaio		3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	> 2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Valvola di intercettazione diritta		10,0	8,0	7,0	6,0
Valvola di intercettazione inclinata		5,0	4,0	3,0	3,0
Saracinesca a passaggio ridotto		1,2	1,0	0,8	0,6
Saracinesca a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto		1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a sfera a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a farfalla		3,5	2,0	1,5	1,0
Valvola a ritegno		3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola per corpo scaldante tipo diritto		8,5	7,0	6,0	—
Valvola per corpo scaldante tipo a squadra		4,0	4,0	3,0	—
Detentore diritto		1,5	1,5	1,0	—
Detentore a squadra		1,0	1,0	0,5	—
Valvola a quattro vie		6,0		4,0	
Valvola a tre vie		10,0		8,0	
Passaggio attraverso radiatore		3,0			
Passaggio attraverso caldaia a terra		3,0			

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc	
	Rev. 0	
	Pag. 6/18	

4 PERDITA DI CARICO CIRCUITI AEREAULICI

I canali sono dimensionati imponendo che la perdita di carico distribuita massima non superi il valore di 0,1 mm c.a./m di circuito.

Canali a sezione rettangolare:

Nome circuito	t Tratto n.	d Lungh. m	p Portata m ³ /h	b Base mm	h Altezza mm	v Velocità m/s	Δp unit. per attrito mm.c.a./m
1	1	1,00	200	150	150	2,47	0,076
1	2	1,00	400	150	200	3,70	0,136
1	3	1,00	800	200	300	3,70	0,088
1	4	1,00	1.200	250	350	3,81	0,072
1	5	1,00	2.000	300	400	4,63	0,084
1	6	1,00	2.500	300	500	4,63	0,075
1	7	1,00	3.000	300	550	5,05	0,085
1	8	1,00	4.000	300	650	5,70	0,098
1	9	1,00	5.000	300	750	6,17	0,108

Canali a sezione circolare:

t Tratto n.	l Lungh. m	p Portata m ³ /h	dc Diam.calcolo mm	de Diam.eff. mm	v Velocità m/s	Δp unit. per attrito mm.c.a./m
1	1,00	250	169	150	3,93	0,179
2	1,00	500	218	250	2,83	0,051
3	1,00	1.000	282	315	3,57	0,058
4	1,00	1.500	328	350	4,33	0,072
5	1,00	2.000	365	400	4,42	0,063

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc	
	Rev. 0	
	Pag. 7/18	

5 PERDITA DI CARICO TUBAZIONI

Le tubazioni sono dimensionate in maniera tale che la perdita di carico distribuita sia compresa nell'intervallo 10÷20 mm c.a./m.

				f nominale	f interno	Velocità	DP continue	
	Portata	Lunghezza	Tipologia	tubazione	tubazione	acqua	unitaria	totali tratto
Tratto	litri/h	m	tubazione	mm	mm	m/s	mmH ² O/ m	mmH ² O
1	250.000	1	acciaio nero	207/219	207,3	2,08	17,42	17
1	135.000	1	acciaio nero	159/168	159,3	1,90	20,60	21
1	45.000	1	acciaio nero	107/114	107,1	1,40	19,29	19
1	15.000	1	acciaio nero	70/76	70,3	1,08	20,38	20
1	7.000	1	acciaio nero	2"	54,5	0,84	17,54	18
1	4.000	1	acciaio nero	1"1/2	43,1	0,77	19,97	20
1	2.500	1	acciaio nero	1"1/4	37,2	0,64	17,33	17
1	1.300	1	acciaio nero	1"	29,1	0,55	17,46	17
1	600	1	acciaio nero	3/4"	22,3	0,43	15,61	16
1	300	1	acciaio nero	1/2"	16,7	0,38	18,18	18

Dimensionamento elettropompe:

Utenza		Lunghezza	φ nominale	Velocità	ΔP continue	ΔP accidentali	ΔP totale
o	Portata	circuito	tubazione	acqua	totali tratto	totali tratto	del circuito
circuito	litri/h	m	mm	m/s	mmH ² O	mmH ² O	mmH ² O
EP 01 A/B	8.600	50	2"	1,03	1.289	299	9.038
EP 02 A/B	6.880	6	2"	0,83	102	991	2.793
EP 03 A/B	13.760	10	2"	1,65	621	3.144	13.565
EP 04 A/B	30.100	20	107/114	0,94	182	1.705	7.887
EP 05 A/B	13.760	20	70/76	0,99	347	1.417	8.364
EP 06 A/B	13.760	20	70/76	0,99	347	1.367	4.814
EP 07 A/B	34.400	10	107/114	1,07	117	1.994	6.957
EP 08 A/B	15.767	8	82/89	0,83	80	539	13.513
EP 09 A/B	10.200	5	70/76	0,74	50	583	6.732

		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 8/18

6 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO SOLARE TERMICO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO SOLARE TERMICO (secondo UNI EN 15316-4- 3)

DATI GENERALI

Edificio	<u>Parco Scolacium</u> <u>Roccelletta di Borgia</u>
Committente	<u></u> <u></u>
Studio tecnico	<u>Invitalia Attivita Produttive S.p.A.</u> <u>Via Boccanelli 30</u>

DATI CLIMATICI

Comune	<u>BORGIA</u>
Provincia	<u>CZ</u>
Latitudine Nord	<u>38° 49'</u>
Longitudine Est	<u>16° 30'</u>
Altitudine slm	<u>341 m</u>
Zona climatica	<u>C</u>
Gradi giorno	<u>1372</u>
Temperatura esterna di progetto	<u>-2 °C</u>

Temperature esterne medie mensili [°C]

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	8,2	8,6	10,3	13,3	16,9	21,6	24,3	24,7	22,2	17,8	13,6	10,0

Irradiazione solare giornaliera media mensile [MJ/m²]

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
OR	7,2	11,1	11,9	18,3	22,6	26,3	27,1	25,0	16,1	12,4	7,6	6,2
NE	2,7	4,3	5,5	8,9	11,8	14,0	14,1	11,9	7,3	4,9	3,0	2,4
E	5,5	8,2	8,0	12,1	14,4	16,5	17,2	16,6	11,0	9,0	5,6	4,8
SE	8,9	11,7	9,4	12,2	12,8	13,5	14,5	15,8	12,3	12,3	8,7	7,8
S	11,2	13,7	9,7	10,5	9,5	9,3	9,9	12,1	11,8	13,8	10,6	9,8
SO	8,9	11,7	9,4	12,2	12,8	13,5	14,5	15,8	12,3	12,3	8,7	7,8
O	5,5	8,2	8,0	12,1	14,4	16,5	17,2	16,6	11,0	9,0	5,6	4,8
NO	2,7	4,3	5,5	8,9	11,8	14,0	14,1	11,9	7,3	4,9	3,0	2,4
N	2,3	3,2	4,1	5,8	8,1	10,0	9,5	6,8	4,7	3,5	2,5	2,1

Irradianza media sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione 313,7 W/m²

 INVITALIA <small>ATTIVITA' PRODUTTIVE</small>		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 9/18

TIPOLOGIA IMPIANTO

Servizio a cui è predisposto il collettore solare

Solo riscaldamento

% minima di copertura per la produzione di acqua calda

- %

Tipologia impianto

Collettori a servizio dell'intero edificio

ZONA 1 : Nuova zona

FABBISOGNO PER IL RISCALDAMENTO

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qp	181390	141073	121694	24	1255	57658	152217	149793	27298	84	43617	147265

		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 10/18

DATI IMPIANTO SOLARE

Dati piano di posa

Superficie disponibile 300 m²

Inclinazione rispetto al piano orizzontale (α) 0°

Coefficiente di riflessione (ρ) 0,26

Descrizione ombreggiamento (nessuno)

Numero di collettori solari 32

Dati posizionamento pannelli

Orientamento rispetto al Sud (γ) -25°

Inclinazione rispetto al piano orizzontale (β) 30°

Inclinazione rispetto al piano di posa (ϑ) 30°

Dati collettore solare

Descrizione PARADIGMA ITALIA SRL - CPC Allstar - CPC 32 Allstar

Tipo Circolazione forzata

Superficie di apertura del singolo collettore 3,31 m²

Superficie lorda 3,75 m²

Superficie occupata 3,248 m²

Dati efficienza impianto

Fattore angolare IAM 1

Coefficiente di perdita lineare a1 0,974 W/m²K

Coefficiente di perdita quadratico a2 0,005 W/m²K²

Efficienza del collettore η_0 0,718

Efficienza del circuito η_{loop} 0,9

Dati tubazioni

Coefficiente perdita globale tubazioni fra il collettore e l'accumulo (Convenzionale) 57,960 W/K

Dati pompa

Potenza elettrica assorbita (valore tipico) 31,62 W

Ore di funzionamento annue 3600 h

Dati accumulo

Tipologia accumulo Singolo

Accumulo 1

Volume nominale dell'accumulo 3000 litri

Servizio a cui è predisposto l'accumulo Riscaldamento

Riscaldamento

Mese	Irradiazione mensile [kWh/m ²]	Fabbisogno di energia utile [kWh]	Produzione del collettore solare [kWh]	Percentuale di copertura [%]
------	--	--	---	---------------------------------

 INVITALIA ATTIVITA' PRODUTTIVE		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 11/18

Gennaio	91,48	50386	5333	10,58
Febbraio	116,33	39187	6976	17,80
Marzo	117,24	33804	6903	20,42
Aprile	159,46	7	7	100,00
Maggio	187,08	349	349	100,00
Giugno	201,87	16016	10766	67,22
Luglio	219,01	42283	13403	31,70
Agosto	219,88	41609	13438	32,30
Settembre	150,70	7583	6857	90,43
Ottobre	137,99	23	23	100,00
Novembre	89,79	12116	4773	39,39
Dicembre	80,72	40907	4602	11,25
TOTALE	1771,56	284269	73430	25,83

Verifica superficie disponibile

Superficie totale occupata dai pannelli

Superficie disponibile

POSITIVA

103,92 m²

300,00 m²

Emissioni di CO₂ evitate

14671 kg/anno

Consumo annuale di energia elettrica:

3642,62 kWh

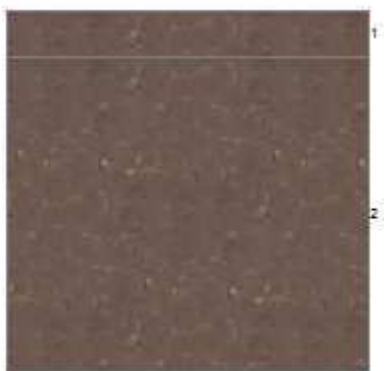
		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 12/18

7 DIMENSIONAMENTO CAMPO GEOTERMICO

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

Stratigrafia:

Spessore totale	115,0	m
Diffusività media	6,57	$10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
Conduttività termica media	1,666	W/mK
Massa volumica media	1835	kg/m ³
Capacità termica media	2,59	MJ/m ³ K



N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	M.V. [kg/m ³]	C.T. [MJ/m ³ K]
1	Argilla/limo saturo	15,0	1,4	1399	2,9
2	Argilla/limo umida	100,0	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

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
	Rev. 0
	Pag. 13/18

DATI DI INPUT

Fabbisogni termici/frigoriferi di progetto

	FABBISOGNI TERMICI		FABBISOGNI ACS	ENERGIA TERMICA	FABBISOGNI FRIGORIFERI		ENERGIA FRIGORIFERA
Mese	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	21870	-	-	21870	0	-	0
Febbraio	17380	-	-	17380	0	-	0
Marzo	15120	-	-	15120	0	-	0
Aprile	0	-	-	0	0	-	0
Maggio	0	-	-	0	24	-	24
Giugno	0	-	-	0	5413	-	5413
Luglio	0	-	-	0	18900	-	18900
Agosto	0	-	-	0	18900	-	18900
Settembre	0	-	-	0	2708	-	2708
Ottobre	0	-	-	0	4	-	4
Novembre	5200	-	-	5200	0	-	0
Dicembre	17600	-	-	17600	0	-	0
TOTALI	77170	-	-	77170	45949	-	45949

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

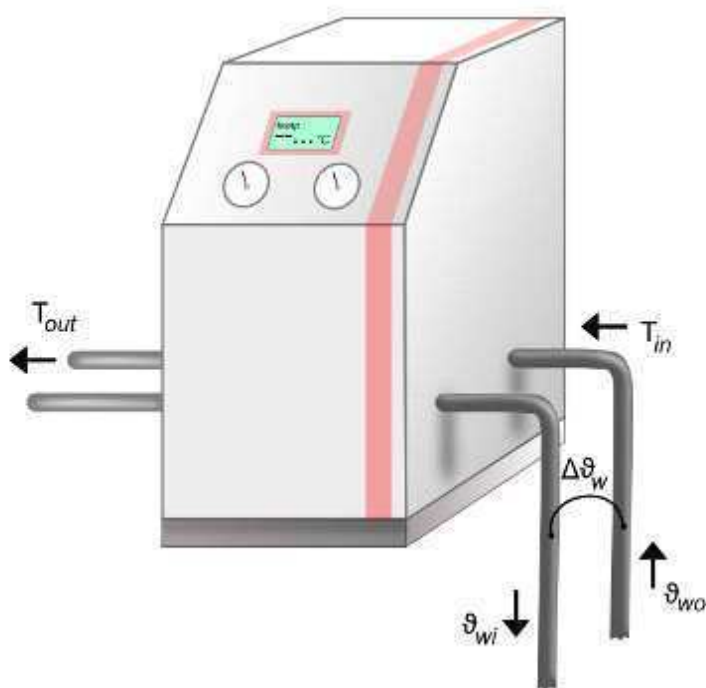
Caratteristiche in riscaldamento:

Potenza nominale	Q' _{h, hp outD}	81,50	kW
COP nominale		4,30	
Temperatura mandata PdC nominale	T _{out}	45,0	°C
Temperatura ingresso PdC nominale	T _{in}	11,0	°C
Temperatura mandata PdC di progetto	T _{out}	45,0	°C
Differenza Temperatura scambiatore	Δθ _{gw}	13,0	°C
Salto termico del fluido	Δθ _w	4,0	°C

Caratteristiche in raffrescamento:

Potenza nominale	Q' _{c, hp outD}	78,00	kW
------------------	--------------------------	-------	----

EER nominale		4,55	
Temperatura mandata PdC nominale	T_{out}	7,0	°C
Temperatura ingresso PdC nominale	T_{in}	29,0	°C
Temperatura mandata PdC di progetto	T_{out}	7,0	°C
Differenza Temperatura scambiatore	$\Delta\theta_{gw}$	17,0	°C
Salto termico del fluido	$\Delta\theta_w$	3,0	°C



Fabbisogni elettrici:

Potenza media degli ausiliari	0	W
Potenza elettrica pompe circolazione	1000	W

Caratteristiche fluido:

Tipologia	Soluzione acqua-glicole propilenico	
Concentrazione	8	%
Calore specifico	4,13	kJ/kgK
Temperatura di congelamento	-2,00	°C
Massa volumica	1000,14	kg/m ³
Conduttività termica	0,58	W/mK

Parametri di funzionamento

Flusso termico annuale	Q_a	-257	W
------------------------	-------	-------------	---

 ATTIVITA' PRODUTTIVE		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 15/18

		Riscaldamento	Raffrescamento	
Ore di funzionamento a pieno carico	T_h / T_c	947	589	n° ore
Prestazione pompa di calore	$COP_{reale} / EER_{reale}$	3,85	3,43	
Temperatura uscente dallo scambiatore	θ_{wo}	7,0	37,0	°C
Temperature entrante nello scambiatore	θ_{wi}	3,0	40,0	°C
Fattore di carico parziale	PLF_m	0,37	0,33	

	057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc	
	Rev. 0	
	Pag. 16/18	

Dettagli impianto

Caratteristiche scambiatore di calore a terreno:

Tipologia	Scambiatori verticali a doppia U
Disposizione scambiatore	Intermedia
Interasse tubazione	0,050 m
Coefficiente Scambio termico	120,000 W/m ² K

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
<i>UNI EN 12201 - Tubi di PE - SDR 11</i>	<i>PE</i>	<i>0,40</i>	<i>26</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>97</i>	<i>100</i>

Caratteristiche materiale di riempimento:


Tipologia	Bentonite (20%)
Conduttività termica	0,730 W/m ² K

Configurazione a terreno:

Numero di perforazioni	11
Disposizione delle perforazioni	In linea doppia
Distanza tra gli scambiatori	8,0 m

Legenda simboli

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

		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 17/18

PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Secondo prUNI

Dimensionamento scambiatori:

Lunghezza totale **1090** m
 n° scambiatori **11**
 Lunghezza scambiatore singolo **99,1** m
 $\lambda_{\text{corretto}}$ del terreno **1,7** W/mK

	<u>Riscaldamento</u>	<u>Raffrescamento</u>
Portata totale degli scambiatori	219,08 l/min	488,04 l/min
Perdita di carico dello scambiatore	0,12 bar	0,51 bar
COP/EER di calcolo	3,85	3,43
Δt di calcolo	5,0 °C	38,5 °C
Velocità fluido negli scambiatori	0,31 m/s	0,70 m/s
Numero di Reynolds	8228	18328
Regime fluido	Transizione	Turbolento

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	268	0,37	5952,7	0	0,00	0,0
Febbraio	213	0,29	4730,6	0	0,00	0,0
Marzo	186	0,25	4115,5	0	0,00	0,0
Aprile	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Maggio	0	0,00	0,0	0	0,00	7,3
Giugno	0	0,00	0,0	69	0,09	1649,8
Luglio	0	0,00	0,0	242	0,33	5760,5
Agosto	0	0,00	0,0	242	0,33	5760,5
Settembre	0	0,00	0,0	35	0,05	825,4
Ottobre	0	0,00	0,0	0	0,00	1,2
Novembre	64	0,09	1415,4	0	0,00	0,0
Dicembre	216	0,30	4790,5	0	0,00	0,0
COMPLESSIVI	947	0,37	21004,7	589	0,33	14004,8

Legenda simboli

$\lambda_{\text{corretta}}$ Conduttività 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

		057BORGIA03-D-IM-RC-02.doc
		Rev. 0
		Pag. 18/18

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)