

**COMUNE DI COLOGNO AL SERIO
CENTRO SPORT E BENESSERE**

Via Bartali n° 4
Cologno al Serio (Bg)

***Impianti Produzione Energia da fonti rinnovabili
Geotermia a bassa entalpia (780 kW)
Solare Termico (170 m²)***

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

OTTOBRE 2012



IMPIANTO GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA sistema open loop

SCelta IMPIANTISTICA

La struttura accoglie un centro sportivo e di benessere con:

- piscine per scuole di nuoto, nuoto libero, ginnastica in acqua, ecc.
- palestra per attività aerobiche, fitness, pump, step, bonificazione, total body, danza, ecc.
- centro benessere con vasche calde per idro e aero-massaggio, sale relax, thermanium, saune e percorsi benessere
- bar e tavola-calda

La presenza delle attività sopra indicate richiede un preciso e costante controllo dei parametri legati a:

- ricambi d'aria
- temperatura al bulbo secco ambiente
- umidità relativa ambiente

oltre a un'importante disponibilità di energia termica per:

- riscaldamento dell'acqua delle piscine
- riscaldamento di acqua uso sanitario (docce, ecc)

Diviene quindi essenziale avere disponibilità di energia sotto forma di caldo e freddo contemporaneamente e in maniera continuativa e per l'arco dell'intero anno di attività.

La contemporaneità di richiesta di energia per riscaldare e per raffreddare scaturisce da:

- diverse necessità degli ambienti da controllare con diversi parametri climatici
- importante carico termico endogeno
- necessità di controllo dell'umidità relativa che richiede post-riscaldamenti e rigenerazione della ruota di deumidificazione ad adsorbimento

I valori in gioco sono riassunti nella tabella seguente:

UTENZA		RISCALDAMENTO					RAFFREDDAMENTO				
		massimo istantaneo		massimo contemporaneo		T	massimo istantaneo		massimo contemporaneo		T
		POTENZA	PORTATA	POTENZA	PORTATA		POTENZA	PORTATA	POTENZA	PORTATA	
		W	l/h	W	l/h	°C	W	l/h	W	l/h	°C
GTA 02 ristorante	batteria raffreddamento						51.398	8.840	51.398	8.840	7
	batteria post-riscaldamento	22.748	3.913	19.336	3.326	55					
GTA 01 spogliatoi	batteria raffreddamento										
	batteria post-riscaldamento spogliatoi piscina	30.667	5.275	26.067	4.484	55					
GTA 03 piscina	batteria raffreddamento						189.200	32.542	170.280	29.288	7
	batteria post-riscaldamento	68.243	11.738	58.007	9.977	55					
GTA 04 SPA	batteria raffreddamento						40.092	6.896	36.083	6.206	7
	batteria post-riscaldamento wellness	20.355	3.501	17.302	2.976	55					
GTA 05 A.P. pales	batteria raffreddamento						56.617	9.738	50.955	8.764	7
	batteria rigenerazione	38.553	6.631	0	0	55					
GTA 06 palestra	batteria raffreddamento						49.202	8.463	44.282	7.616	7
	batteria post-riscaldamento	9.773	1.681	8.307	1.429	55					
GTA 07 sala corsi	batteria raffreddamento						12.048	2.072	10.843	1.865	7
	batteria post-riscaldamento	5.898	1.014	5.013	862	55					
GTA 08 sala corsi	batteria raffreddamento						11.711	2.014	10.540	1.813	7
	batteria post-riscaldamento	5.139	884	4.368	751	55					
AREA BENESERE	cassette reception-corridoio (UTNC 50)	3.500	602	3.500	602	55	3.500	602	3.150	542	7
	cassette reception-corridoio (UTNC 50)	3.500	602	3.500	602	55	3.500	602	3.150	542	7
	Box massaggi 1	2.500	430	2.500	430	55	1.800	310	1.620	279	7
	Box massaggi 2	2.500	430	2.500	430	55	1.800	310	1.620	279	7
INGRESSO	cassette ingresso 1 (UTNC 50)	3.623	623	3.623	623	55	3.500	602	3.150	542	7
	cassette ingresso 2 (UTNC 50)	3.623	623	3.623	623	55	3.500	602	3.150	542	7
	cassette ingresso 3 (UTNC 50)	3.623	623	3.623	623	55	3.500	602	3.150	542	7
	cassette ingresso 4 (UTNC 50)	3.623	623	3.623	623	55	3.500	602	3.150	542	7
	cassette ingresso 5 (UTNC 40)	2.950	507	2.950	507	55	2.850	490	2.565	441	7
	cassette ingresso 6 (UTNC 40)	2.950	507	2.950	507	55	2.850	490	2.565	441	7
UFFICIO	cassetta ufficio (UTNC 50)	3.623	623	3.623	623	55	3.500	602	3.150	542	7
CORRIDOIO	cassetta corridoio 1 (UTNC 85)	4.910	845	4.910	845	55	5.100	877	4.590	789	7
	cassetta corridoio 2 (UTNC 85)	4.910	845	4.910	845	55	5.100	877	4.590	789	7
SALA MED.	cassetta sala medica	2.950	507	2.950	507	55	2.850	490	2.565	441	7
PS	cassetta pronto soccorso	2.950	507	2.950	507	55	2.850	490	2.565	441	7

UTENZA		RISCALDAMENTO					RAFFREDDAMENTO				
		<i>massimo istantaneo</i>		<i>massimo contemporaneo</i>		T	<i>massimo istantaneo</i>		<i>massimo contemporaneo</i>		T
		POTENZA	PORTATA	POTENZA	PORTATA		POTENZA	PORTATA	POTENZA	PORTATA	
		W	l/h	W	l/h	°C	W	l/h	W	l/h	°C
PIANO TERRA	radiatore servizi pubblici bar	900	155	900	155	55					
	radiatore spogliatoi	900	155	900	155	55					
	radiatore deposito	900	155	900	155	55					
	radiatore cucina	1.260	217	1.260	217	55					
PIANO 1	radiatore locale deposito palestre	1.290	222	1.290	222	55					
scambiatore piscina 25 metri (ipotizzata in ricambio acqua)		236.560	40.688	236.560	40.688	55					
scambiatore vasca bimbi		38.810	6.675	11.643	2.003	55					
scambiatore vasca acquagym		38.410	6.607	11.523	1.982	55					
scambiatore wellness		154.710	26.610	46.413	7.983	55					
scambiatore vasca esterna		154.710	26.610	46.413	7.983	55					
preparatore acqua calda sanitaria		156.114	26.852	70.251	12.083	55					
TOTALE		1.037.675	178.480	618.188	106.328	55	459.968	79.114	419.111	72.087	7

È utile rilevare come la richiesta di energia per il raffreddamento non sia molto differente dalla richiesta di energia per il riscaldamento.

Un'ulteriore riflessione va fatta sulla necessità di deumidificazione continua che hanno le zone riservate alle vasche (piscine nuoto e benessere).

Tale necessità, d'importanza fondamentale per il benessere dell'ambiente, viene a volte soddisfatta dall'immissione di aria esterna nelle quantità minime previste dalle normative.

Quando le condizioni igrometriche dell'aria esterna divengono però tali da richiedere un deciso aumento della sua quantità, se non tali da rendere impossibile la deumidificazione, necessita intervenire con la deumidificazione per condensazione.

Prendendo le mosse dalla necessità di produrre caldo per tutti gli usi di cui sopra e dalla scelta di utilizzo di pompa di calore, la decisione si assesta su:

- utilizzo della minima quantità di aria esterna comunque sufficiente alle necessità di ventilazione e rispettosa delle norme e leggi attinenti
- utilizzo di sistema di deumidificazione per condensazione in raffreddamento
- utilizzo di recupero rigenerativo per minimizzare la richiesta frigorifera e termica dei gruppi di trattamento dell'aria
- utilizzo di sistema impiantistico in grado di produrre contemporaneamente freddo e caldo spostando le sorgenti a bassa temperatura e ad alta temperatura da falda acquifera a impianto di raffreddamento o di riscaldamento

POMPE DI CALORE

La pompa di calore geotermica (detta anche impianto geotermico a bassa entalpia) è un impianto di climatizzazione degli edifici che sfrutta lo scambio termico con il sottosuolo superficiale, per mezzo di una pompa di calore.

Poiché il calore nel sottosuolo proviene in gran parte dal Sole (e in minima parte anche dal nucleo terrestre), la geotermia a bassa entalpia è classificata come fonte di energia rinnovabile, nonostante la pompa di calore consumi energia elettrica che solitamente è prodotta bruciando combustibili fossili.

La pompa di calore permette di scambiare il calore tra una “sorgente” a temperatura inferiore (falda acquifera) ed una a temperatura superiore (impianto di riscaldamento).

In un impianto di riscaldamento, l’edificio (più esattamente: il circuito dei terminali di riscaldamento dell’edificio) rappresenta il “pozzo caldo”; viceversa, in un impianto di condizionamento l’edificio è la “sorgente fredda” dalla quale è estratto il calore.

L’impianto del “centro di sport e benessere” di Cologno al Serio è però in grado, attraverso il suo sistema circuitale, di decidere di trasferire calore da:

- falda acquifera ← ⇒ impianto di riscaldamento
- impianto di raffreddamento ← ⇒ falda acquifera
- impianto di raffreddamento ← ⇒ impianto di riscaldamento

trasformando quindi, in maniera totalmente automatica, l’impianto geotermico in un impianto frigorifero a compressione di gas con recupero di calore.

Il vantaggio economico ed energetico della pompa di calore è dato dal rapporto tra il calore immesso o estratto dall’edificio e il consumo di energia elettrica, detto COP (Coefficient Of Performance), un rapporto compreso fra 3 e 6 per le pompe di calore geotermiche.

La falda acquifera rappresenta per la pompa di calore una “sorgente” (quando essa lavora in riscaldamento) o un “pozzo” (in modalità raffrescamento) di calore.

Rispetto all’aria, che è la sorgente adoperata dalle pompe di calore aerotermiche, la temperatura subisce variazioni annuali molto più contenute: a profondità di 5-10 m la temperatura del suolo, e parimenti dell’acqua di falda, è pressoché costante tutto l’anno ed è equivalente all’incirca alla temperatura media annuale dell’aria, ovvero circa 10-16°C.

Ciò significa che il suolo, rispetto all’aria, è più caldo d’inverno e più fresco d’estate, a vantaggio del rendimento della pompa di calore.

Lo scambio di calore con il sottosuolo viene effettuato con un sistema denominato “a circuito aperto” prelevando acqua di falda, sulla quale viene effettuato lo scambio termico, che viene successivamente reimpressa in falda con una diversa temperatura di $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Il vantaggio del sistema "open loop", rispetto agli impianti a circuito chiuso che sfruttano il calore del suolo, sono:

- maggiore rendimento della pompa di calore: l'acqua prelevata, infatti, non risente dello scambio termico (a differenza del terreno attorno a una sonda, nella quale si forma un gradiente termico), fino a quando non avviene la cortocircuitazione termica;
- soprattutto per gli impianti di grande potenza, minore costo di installazione e minori spazi occupati, rispetto agli impianti a sonde geotermiche e ancor più rispetto agli impianti a circuito chiuso orizzontale.

Secondo l'agenzia di protezione ambientale statunitense (EPA), le pompe di calore geotermiche sono il sistema di climatizzazione più efficiente, meno inquinante e più conveniente economicamente.

Uno dei più grandi vantaggi è sicuramente l'assenza di emissioni sul posto, che rende questi impianti adatti alle aree urbane.

Le emissioni di gas serra avvengono però nella fase di generazione dell'energia elettrica, e dipendono quindi dal mix energetico adottato da ciascun Paese.

Un altro impatto potenzialmente significativo è la fuoriuscita del refrigerante della pompa di calore: nonostante i CFC siano stati aboliti a causa del loro effetto di alterazione dell'ozono, i fluidi utilizzati al loro posto (HFC) hanno ancora un elevatissimo potere di effetto serra (GWP), pari anche a più di 1000 volte quello della CO₂.

Ciononostante, visti i limitati quantitativi di refrigerante contenuti nella pompa di calore, questo impatto ambientale è marginale rispetto alla produzione di anidride carbonica.

I vantaggi della tecnologia delle pompe di calore sono numerosi e possono essere così riassunti:

- climatizzazione a ciclo annuale (riscaldamento e raffrescamento) con un'unica macchina
- incremento dell'efficienza energetica
- utilizzo di fonti di energia rinnovabile
- riduzione delle emissioni inquinanti
- aumento della classe energetica dell'immobile
- riduzione dei costi gestionali e manutentivi dell'impianto

Le caratteristiche delle pompe di calore installate sono, in estrema sintesi, le seguenti:



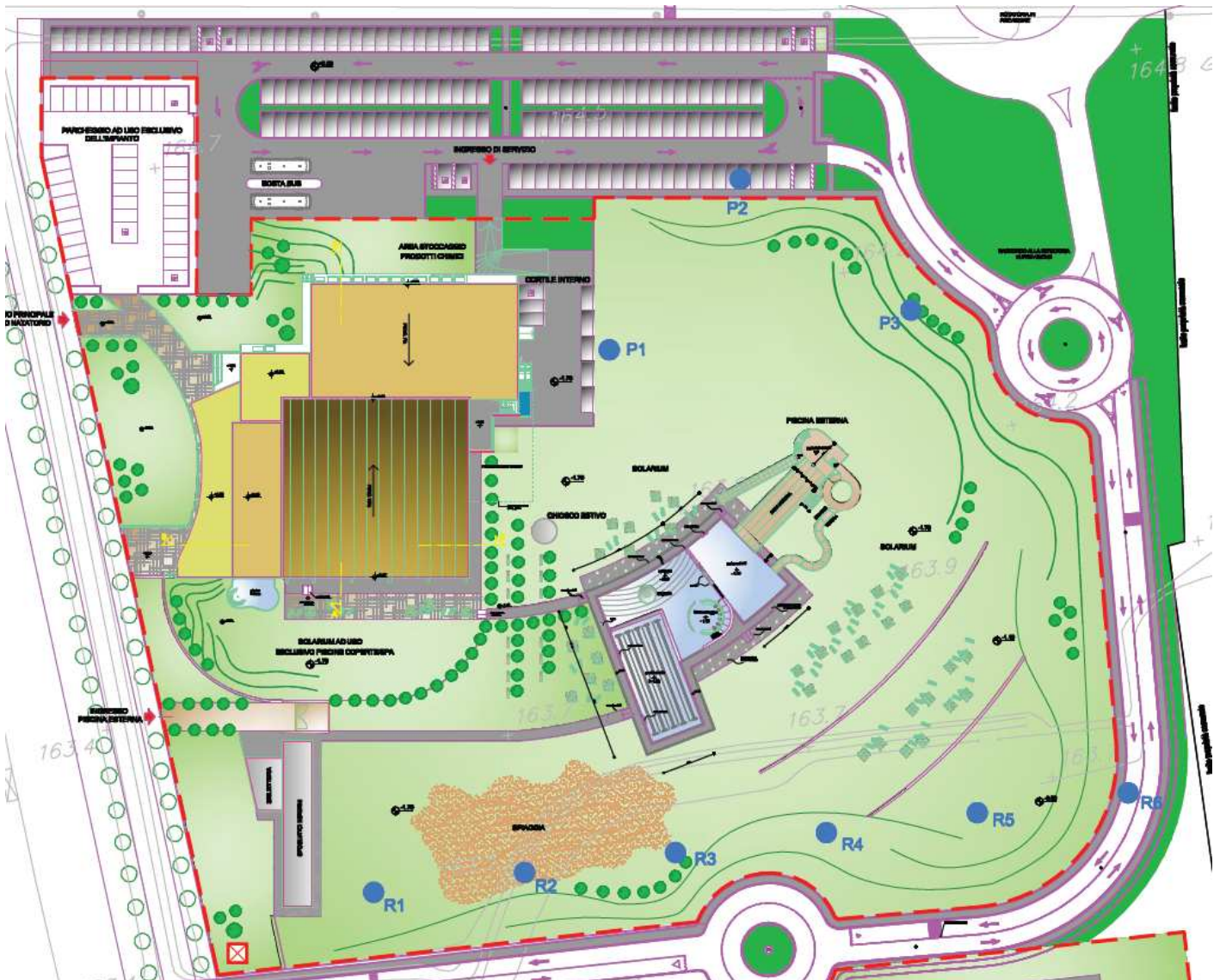
descrizione		unità misura	unità 1	unità 2
funzionamento in raffreddamento	temperatura acqua refrigerata - out -	°C	7	7
	temperatura acqua refrigerata - in -	°C	12	12
	potenza frigorifera resa	kW	298	298
	potenza elettrica assorbita totale	kW	95,1	95,1
	portata acqua refrigerata	l/s	16,5	16,5
	perdita carico evaporatore	kPa	54	54
funzionamento in pompa di calore	temperatura acqua riscaldata - out -	°C	50	50
	temperatura acqua riscaldata - in -	°C	45	45
	potenza termica resa	kW	390,2	390,2
	potenza elettrica assorbita totale	kW	95,1	95,1
	portata acqua riscaldata	l/s	20,1	20,1
	perdita carico condensatore	kPa	34	34
pressione sonora - campo aperto -distanza 5 m -		db(A)	80	80
potenza sonora		db(A)	97	97
compressori vite / gradini		n°	1/3	1/3
circuiti		n°	1	1
carica refrigerante R134a		kg	68	68
alimentazione elettrica di potenza		V/Ph/Hz	400/3+N/50	
alimentazione elettrica ausiliaria		V/Ph/Hz	230/1/50	
alimentazione elettrica di controllo		V/Ph/Hz	12/01/1950	
potenza elettrica totale assorbita		kW	70,5	70,5
corrente nominale		A	97,4	97,4
corrente massima		A	208	208
corrente di spunto		A	665	665
larghezza		mm	3.450	3.450
altezza		mm	1.640	1.640
profondità		mm	1.000	1.000

POZZI

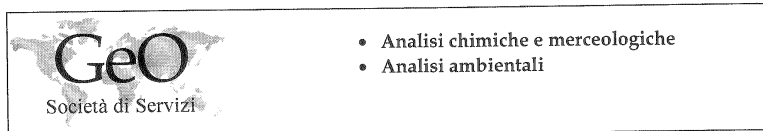
L'impianto è essenzialmente composto di:

- n°3 pozzi di presa acqua (P1, P2, P3) aventi profondità di circa 30 metri all'interno dei quali è posta una pompa sommergibile per l'emungimento dell'acqua da inviare alle pompe di calore
- n° 6 pozzi di resa (R1, R2, R3, R4, R5, R6), aventi profondità di circa 50 metri entro i quali è riversata l'acqua prelevata dopo che essa ha subito uno scambio termico a cura delle pompe di calore. La temperatura dell'acqua di ritorno a detti pozzi è mantenuta a un differenziale di $\pm 3^{\circ}\text{C}$ rispetto alla temperatura dell'acqua prelevata dai pozzi P1, P2 e P3.

La posizione indicativa delle perforazioni è la seguente:



Le caratteristiche dell'acqua prelevata e analizzata evidenziano una buona qualità, come da analisi allegata.



Lissone, li 29/04/11 CERTIFICATO DI ANALISI n° 11674

Committente: Geoteco Srl - v. Liguria, 1 - Monza
Cliente: On Sport SSD. - Centro Natatorio - Cologno al Serio
Denominazione campione: Acque di falda del 06/04/11
Aspetto alla consegna: Liquido incolore incolore
Campionamento effettuato da: Committente
Data ricevimento campione: 07/04/2011

Parametri	Valori riscontrati	Limiti (*)	Unità di misura	Metodo (*APAT IRSA CNR 29/2003) (** metodo interna) (*** laboratorio esterno)
Arsenico	< 5	10	µg/l	3010A + 3020*
Mercurio	< 1	1	µg/l	3200 A2*
Cadmio	< 3	5	µg/l	3010A + 3020*
Cadmio	< 10	50	µg/l	3010A + 3020*
Cromo	< 5	5	µg/l	Spettrofotometria VIS
Cromo VI	< 10	20	µg/l	3010A + 3020*
Nichel	< 10	1000	µg/l	3010A + 3020*
Rame	< 10	10	µg/l	3010A + 3020*
Piombo	< 10	10	µg/l	3010A + 3020*
Zinco	< 50	3000	µg/l	3010A + 3020*
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	59	350	µg/l	UNI EN ISO 9377-2 2002
Aldrin	< 0.1	0.1	µg/l	Estrazione SPME + analisi GC/MS SIM (**)
alpha-BHC	< 0.1	0.1	µg/l	
beta-BHC	< 0.1	0.1	µg/l	
gamma-BHC	< 0.1	0.1	µg/l	
4,4'-DDD	< 0.1	0.1	µg/l	
4,4'-DDT	< 0.1	0.1	µg/l	
4,4'-DDE	< 0.1	0.1	µg/l	
Dieldrin	0.02	0.03	µg/l	
Endrin	< 0.1	0.1	µg/l	
Solventi clorurati cancerogeni **	< 10	10	µg/l	5150*
Fluoruri	< 500	1500	µg/l	4150 B*
Solfati	28	250	mg/l	4150 B*
Nitriti	< 100	500	µg/l	4150 B*

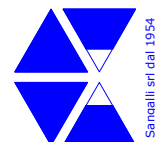
(*) Limiti relativi al D.Lgs. 152/06 Allegati al titolo V - allegato 5 - tabella 2

(**) sommatoria

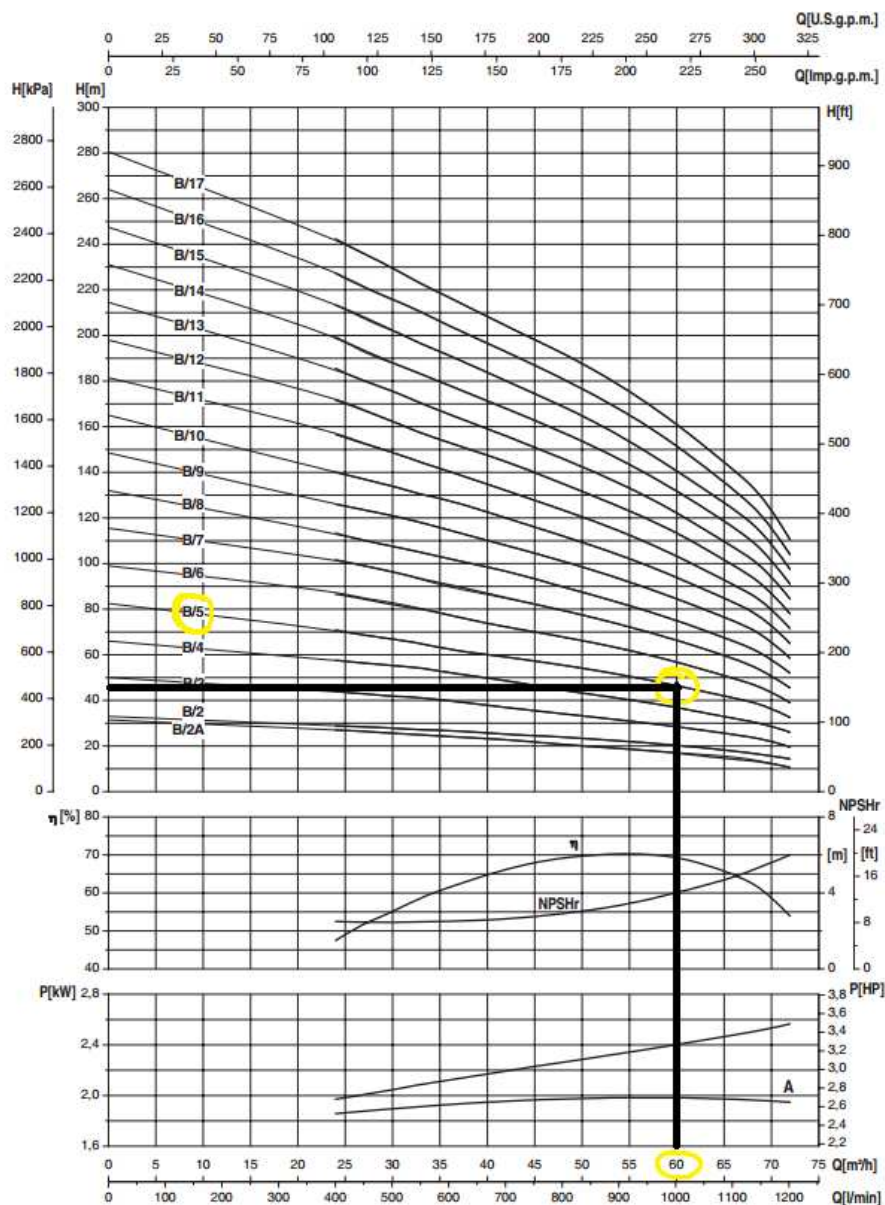
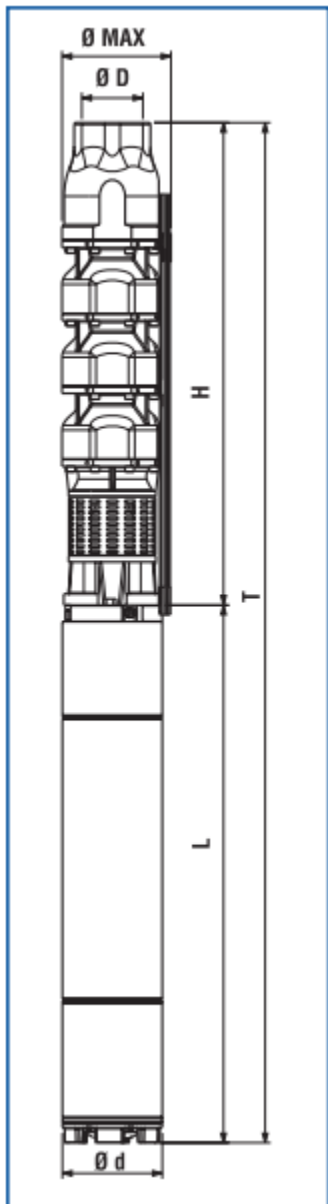
Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti, il campione rispetta i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/06 Allegati al titolo V - allegato 5 - tabella 2

l'Analista
PBil Chimico
Iscrizione Albo Interprovinciale
Chimici della Lombardia
n° 7086Geo Snc di Bogarelli P. & C. v. Como n°15 20851 Lissone (MB)
P. IVA e C.F. 02715160962

TEL. 039464492 FAX 0392452315

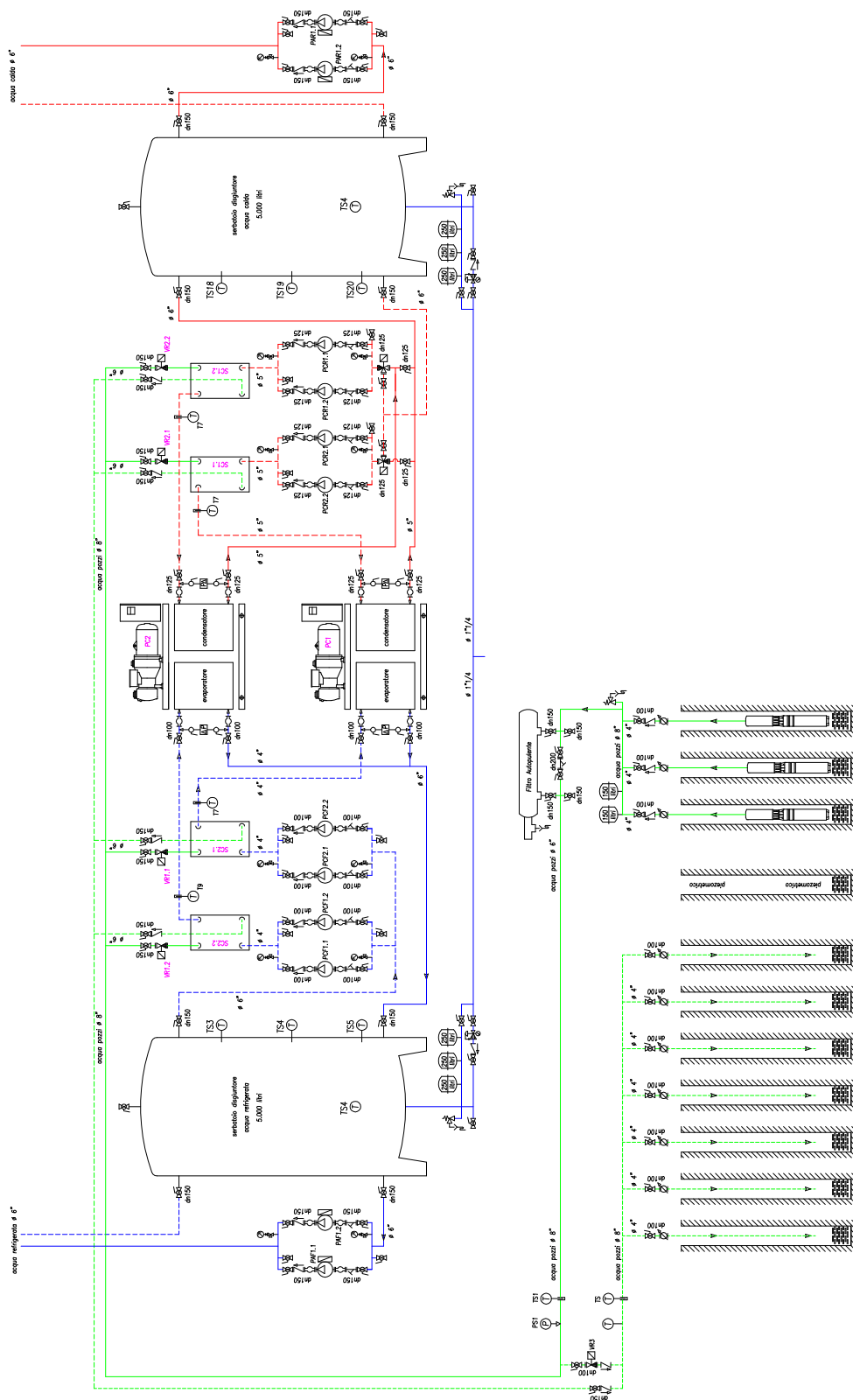


Le pompe inserite all'interno dei pozzi di presa hanno caratteristiche:



E sono tutte e 3 azionate da inverter e asservite a un loop di regolazione atto a mantenere costante la pressione di mandata indipendentemente dalla quantità di utilizzo dell'acqua.

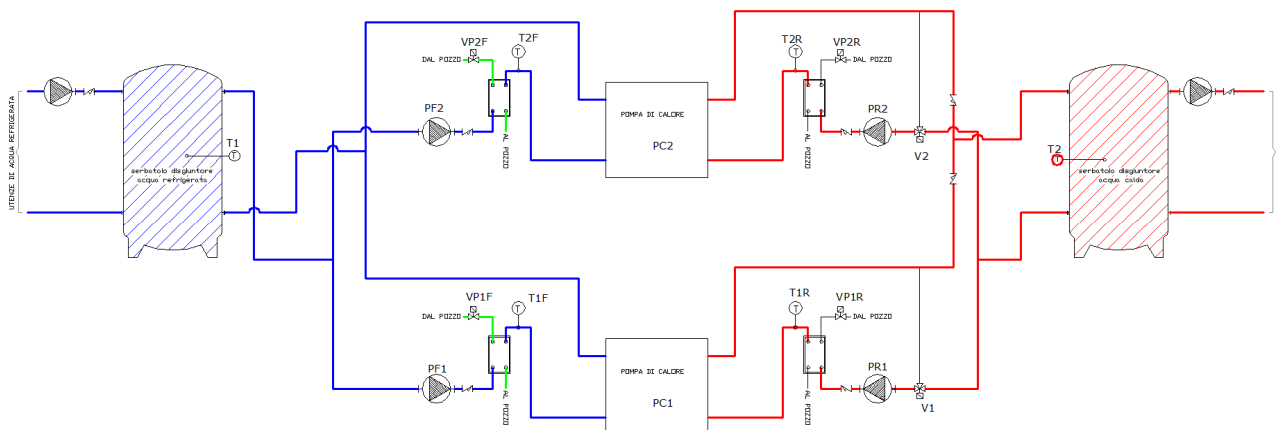
SCHEMA FUNZIONALE DELL'IMPIANTO



Il sistema è in grado di **produrre solamente caldo** con l'utilizzo della falda acquifera come sorgente fredda da cui attingere il calore necessario.

È prelevato calore dall'acqua del sottosuolo, che è raffreddata, trasferendolo agli ambienti, all'acqua sanitaria e alle piscine, riscaldandole.

Lo schema seguente ne propone la circuitazione impiantistica a livello di centrale energia.

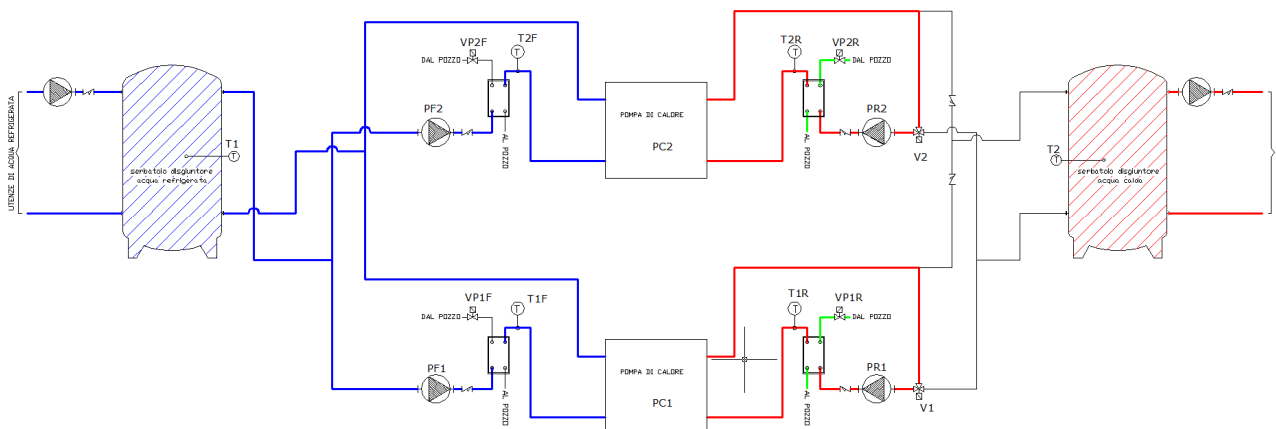


Anche la condizione di **produzione di solo freddo** è possibile se pur in assenza di necessità di riscaldamento.

In questo caso la falda si comporta da sorgente calda e gli ambienti da sorgente fredda.

Le pompe di calore spostano energia termica dagli ambienti, raffreddandoli, alla falda acquifera, riscaldandola.

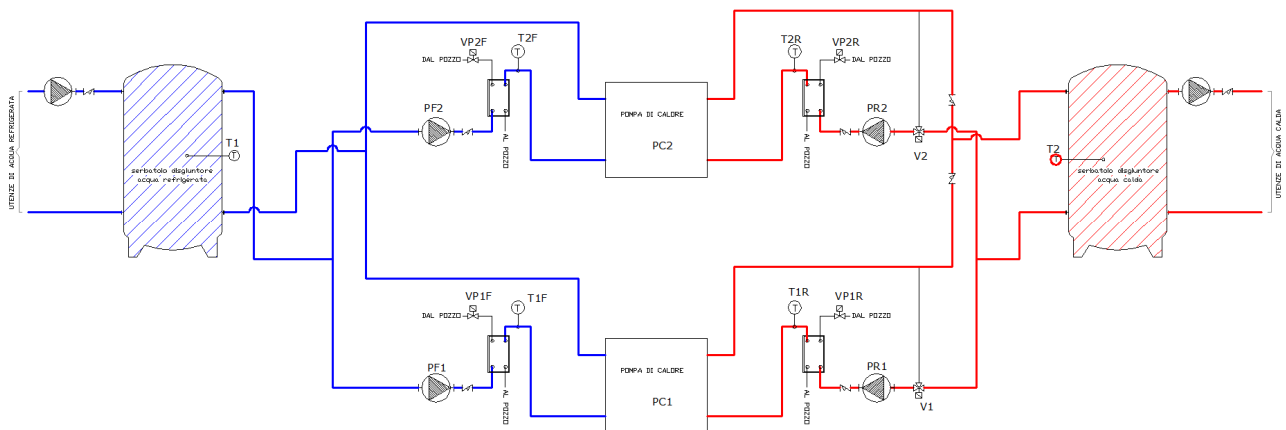
L'impianto restituisce quindi alla falda il calore asportato nella fase di solo riscaldamento.



La circuitazione impiantistica è tale da consentire la **contemporanea produzione di caldo e freddo.**

Freddo per usi di raffreddamento e deumidificazione e caldo per usi di riscaldamento ambiente, acqua sanitaria e di riscaldamento piscine.

Lo schema seguente ne definisce la modalità di funzionamento in tale condizione.



IMPIANTI A PANNELLI SOLARI TERMICI

Il "centro di sport e benessere" di Cologno al Serio ha provveduto inoltre all'utilizzo di altre fonti energetiche rinnovabili, come sistemi solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e sistemi fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

La particolare attività sportiva svolta nel centro richiede un importante consumo di acqua calda sia per necessità sanitarie e di pulizia personale (docce) che per utilizzi più ludici e di relax.

Il fatto che la richiesta di calore per la produzione di acqua calda sanitaria sia in fase con la disponibilità di energia solare e la consapevolezza che la conservazione dell'ambiente non può che completarsi con la **"mission" di benessere per le persone**, la scelta non può che ricadere verso l'utilizzo dell'energia solare.

Il dimensionamento dell'impianto solare termico è stato fatto a partire dai seguenti dati:

- occupazione media giornaliera su base annuale	n°utenti/gg	570
- temperatura acqua calda	°C	39
- consumo specifico	l/utenza	40
- fabbisogno medio giornaliero su base annuale	l/gg	22.800
- fabbisogno energetico annuale per preparazione acqua calda sanitaria	kWh/anno	216.335

Con il preciso obiettivo di copertura di almeno il 80% del fabbisogno annuale di energia per la produzione di acqua calda sanitaria; un surdimensionamento dell'impianto avrebbe provocato costi d'investimento non sostenibili e un minor sfruttamento della risorsa messa a disposizione gratuitamente (in estate) dalla pompa di calore.

Sulla base delle richieste di cui sopra e dei dati climatici è determinata la superficie di assorbimento in grado di soddisfare le richieste di potenzialità.

Le caratteristiche dei collettori solari su cui calcolare l'energia raccolta sono:

- grado di rendimento ottico	%	79,3
- coefficiente di dispersione termica k1	W/m ² K	3,95
- coefficiente di dispersione termica totale k2	W/m ² K ²	0,0122

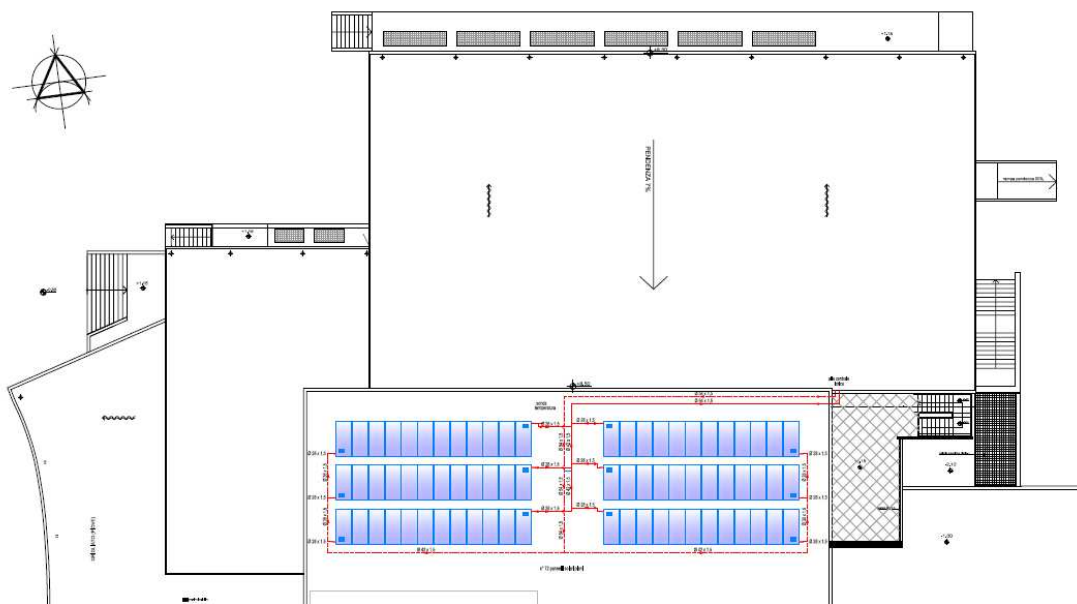
L'energia raccolta per ogni m² di pannello, espressa in kWh/m² vale quindi:

gennaio	40,5
febbraio	46,6
marzo	85,0
aprile	104,2
maggio	134,1
giugno	146,6
luglio	150,6
agosto	123,6
settembre	96,5
ottobre	62,6
novembre	51,7
dicembre	31,6
totale anno	1.073,7

Risulta pertanto:

copertura del fabbisogno	%	80
fabbisogno energ. annuale per produz. di acqua calda sanitaria	kWh/anno	216.335
fabbisogno energetico coperto da impianto solare	kWh/anno	173.068
superficie assorbimento necessaria	m ²	161
numero di pannelli necessari	n°	69
numero di pannelli effettivamente installati	n°	72

Il lay-out dell'impianto è il seguente:



CONSIDERAZIONI DI SOTENIBILITA' AMBIENTALE

Gli impianti sopra descritti oltre a soddisfare egregiamente le richieste energetiche del “centro di sport e benessere” di Cologno al Serio che, per la tipologia particolare di servizi offerti è decisamente energivoro, consentono un utilizzo efficiente delle risorse energetiche e soddisfano egregiamente gli obiettivi di utilizzo di energie rinnovabili.

A titolo semplificativo ma indicativo della qualità del prodotto realizzato, sono indicati alcuni parametri caratterizzanti.

Analizzando il sistema impiantistico realizzato paragonato a uno tradizionale alimentato a combustibile fossile, si ottengono i risparmi indicati a seguito di produzione di CO₂ (anidride carbonica) e TEP (tonnellate equivalenti di petrolio).

Il risparmio di anidride carbonica è sintomatico di un utilizzo limitato di combustibili fossili.

Le pompe di calore hanno motore elettrico che aziona i compressori di gas e si assume che le centrali di produzione di energia elettrica siano alimentate da combustibili fossili.

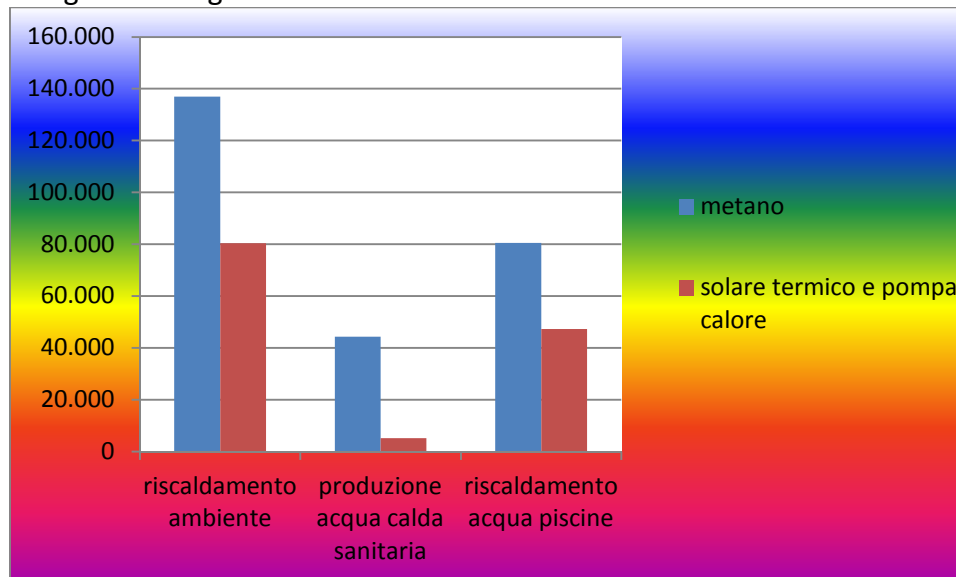
I pannelli solari utilizzano come energia primaria quella gratuita e rinnovabile del sole.

Allo stesso modo per il risparmio di TEP.

La definizione di TEP è:

- quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo che vale circa 42 GJoule
- l’Autorità per l’energia elettrica e il gas hanno fissato il valore di conversione dell’energia elettrica in energia primaria pari a $0,187 \times 10^{-3}$ TEP/kWh.

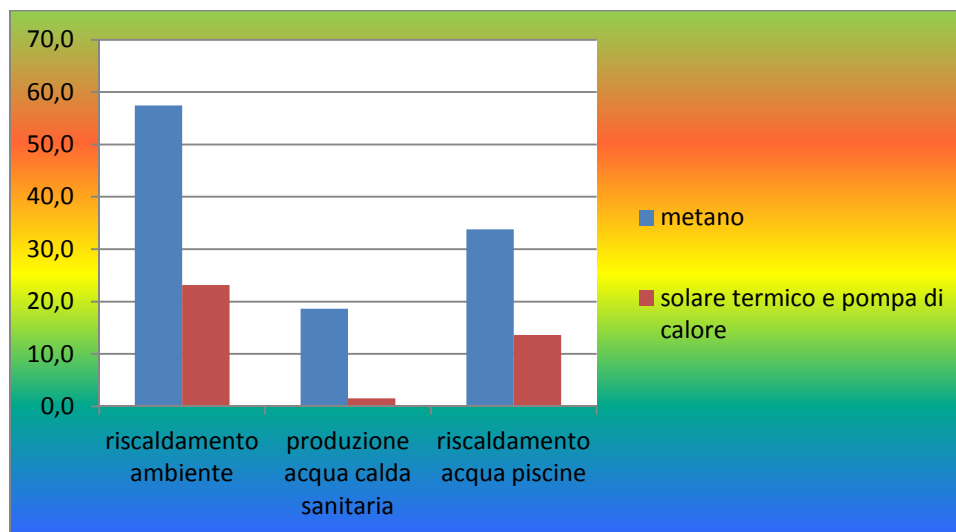
I valori di CO₂ [kilogrammi all'anno] generati nella produzione di calore necessaria al centro sport e benessere di Cologno al Serio con i sistemi tradizionali che utilizzano combustibili fossili (gas metano) e quelli generati dall'impianto geotermico e solare termico installati nel centro, sono illustrati nell'istogramma seguente:



[PRODUZIONE DI CO2 ANNULAE]

Da cui si denota un risparmio pari a 128.915 kg/anno di CO₂ (anidride carbonica)

I valori di TEP utilizzati per la produzione di calore necessaria al centro sport e benessere di Cologno al Serio con i sistemi tradizionali che utilizzano combustibili fossili (gas metano) e quelli necessari per l'impianto geotermico e solare termico installati nel centro, sono illustrati nell'istogramma seguente:



[CONSUMO DI TEP ANNUALE]

Da cui si denota un risparmio pari a 71,6 Tonnellate di Petrolio Equivalenti ogni anno.