



Riqualificare con pompe di calore ad alta temperatura

Produrre acqua a 80 °C risparmiando energia e senza emissioni in atmosfera, grazie a un'innovativa pompa di calore a doppio stadio caratterizzata da prestazioni molto elevate: ecco una delle sue prime installazioni.

Acronimo per "There is no alternative", TINA è una pompa di calore che, al contrario di quelle tradizionali, lavora a temperature fino a 85 °C con COP decisamente elevati, rendendo tecnicamente fattibile ed economicamente conveniente la sostituzione dei generatori di calore a combustibili fossili per il riscaldamento, con intuibili vantaggi anche dal punto di vista ambientale specie in ambito urbano.

«TINA è frutto di ricerche e test condotti in Italia – spiega l'ing. Gianfranco Pellegrini, inventore e socio di TEON, la società fondata per la sua produzione e commercializzazione. È concepita per essere impiegata in tutti gli edifici civili e industriali dotati di impianti ad acqua ad alta temperatura, nei quali l'installazione delle pompe di calore tradizionali comporterebbe una radicale e onerosa modifica dei terminali già installati, per sostituirli con altri a bassa temperatura. Per le sue caratteristiche, TINA si propone come la soluzione per garantire idonee condizioni di comfort termico negli edifici esistenti, con costi di gestione inferiori rispetto ai generatori a combustione, ricorrendo a una quota consistente di energia rinnovabile ed evitando qualsiasi emissione climalterante che, nei centri urbani, significa principalmente inquinamento atmosferico».

Ricerca e test

Come è fatta TINA?

«Si tratta di una pompa di calore a doppio stadio, utilizzabile in tutti i siti nei quali sia disponibile acqua a temperatura non inferiore a 7 °C per lo scambio termico. Non solo acqua di prima falda - una risorsa ampiamente disponibile in molte zone d'Italia, senza la necessità di

perforare il terreno a grandi profondità - ma anche quella proveniente da fiumi e canali, laghi e stagni, collettori fognari, dal raffreddamento dei processi industriali e, anche, dal mare».

Come è nata?

«Le ricerche sono state condotte in laboratorio dal 2009 al 2011 presso l'Area Science Park di Trieste e premiate con lo "Smart Future Mind Award 2011", nell'ambito del Piano Energia Enerplan cofinanziato da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

L'impianto pilota fu realizzato nel 2010 presso l'ISIS "Luigi Zanussi", una scuola pubblica a Pordenone nella quale fu installato il prototipo di TINA - chiamata ai tempi "pompa di calore ad alta temperatura" (PdC HT) - per testarne il funzionamento in condizioni reali.

Quella macchina (circa 100 kW) opera a supporto della centrale termica che riscalda le tre palestre e gli spogliatoi della scuola: funziona durante l'intero arco dell'anno, producendo acqua calda sanitaria per tutto il comprensorio, e a supporto delle caldaie esistenti durante il periodo di riscaldamento, evitando l'accensione dei generatori nelle stagioni di transizione».

La dimensione industriale

Con quali riscontri?

«I risultati ottenuti dall'impianto pilota furono migliori rispetto a quelli previsti dai calcoli, perciò seguirono altre installazioni.

È il caso, ad esempio, della ReTINA in funzione dal 2011 presso l'International Center for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB) di Trieste (115 kWt; 100 kWf; assorbimento elettrico 38 kWe) che, in abbinamento a un gruppo frigorifero ad assorbi-

(In apertura) RETINA, la versione reversibile della pompa di calore ad alta temperatura, è stata recentemente installata nello stabilimento metalmeccanico del gruppo ArcelorMittal – CLN, situato ad Alpignano (Torino).

mento, produce acqua refrigerata per il condizionamento estivo dell'edificio situato nell'AREA Science Park.

Nel 2012 due palazzine (circa 4.000 m³ con destinazione uffici, officina e magazzino) della Società Metropolitana Acque Torino, situate a Collegno, sono state equipaggiate con una TINA di pari potenzialità termica, per la sola produzione di calore per il riscaldamento invernale e l'ACS. Si tratta di un impianto caratterizzato da diverse tipologie di terminali (ventilconvettori, radiatori e aerotermi), che utilizza per lo scambio termico l'acqua dell'acquedotto - ampiamente disponibile in quel sito - mediante spillamento dai collettori primari e restituzione integrale tramite pompe di surpressione, a una temperatura inferiore di 3 °C rispetto a quella d'ingresso.

Abbiamo poi effettuato ulteriori installazioni, ad esempio in Sardegna e nel nostro nuovo sito produttivo, e altre sono in corso a Casale Monferrato e a Torino. Parallelamente, facendo leva sui risultati ottenuti, nel 2015 abbiamo costituito TEON - società a capitale interamente italiano con stabilimento situato a Caselle Torinese - nel quale stiamo avviando la produzione di tutti i modelli della gamma».

Perché questa scelta?

«La città 2.0 non può escludere la lotta allo smog, che ha anche rilevanti ripercussioni sulla salute pubblica in termini di danni e costi. La principale causa delle emissioni in atmosfera è da attribuire al riscaldamento degli edifici che contribuisce per il 41% delle PM10 ed il 40% del monossido di carbonio: queste emissioni sono le uniche in controtendenza, con un aumento superiore al 60% nel periodo compreso tra il 2000 e il 2012. Le pompe di calore tradizionali a bassa temperatura sono difficilmente utilizzabili in questo ambito, data la difficoltà di trasformare negli edifici esistenti gli impianti a radiatori con impianti a bassa temperatura. E'

da qui che è nata l'idea di realizzare una pompa di calore ad alta temperatura in grado di scaldare gli edifici urbani prevedendo la mera sostituzione delle caldaie».

L'alternativa alle caldaie

Come funziona TINA?

«Il primo ciclo termodinamico innalza la temperatura al livello intermedio delle normali pompe di calore in commercio (circa 50 °C). Poi il secondo ciclo porta la temperatura fino a un massimo di 80÷85 °C, trasferendo calore all'acqua utilizzata negli impianti di riscaldamento ad alta temperatura. Ovviamente non si tratta della prima macchina a doppio stadio nel suo genere ma, diversamente dalle altre pompe di calore - concepite eminentemente per produrre fluido refrigerato - TINA è stata ottimizzata per la produzione del fluido caldo, perciò per competere con le caldaie nel settore del riscaldamento invernale. Per queste ragioni TINA presenta un'efficienza energetica molto elevata nella produzione di acqua ad alta temperatura, tale da renderla competitiva anche rispetto alle soluzioni più diffuse come, ad esempio, le caldaie a condensazione alimentate a gas metano. Si tratta perciò di una valida alternativa rispetto ai generatori di calore a combustione dal triplice punto di vista tecnico, economico e ambientale. TINA può infatti sostituirsi alle caldaie esistenti destinate alla climatizzazione invernale, negli edifici di qualunque dimensione, residenziali e non solo, con un semplice intervento di "plug-in" da effettuare nella centrale termica. L'installazione, infatti, non necessita di interventi invasivi per modificare o sostituire i terminali in ambiente. Dal punto di vista economico i risultati della sostituzione del generatore a combustione con TINA sono notevoli: rispetto a una caldaia a metano il risparmio di gestione annuo è pari al 30% circa, mentre nei confronti di caldaie a gasolio e a gpl il risparmio può raggiungere il 70%».

Quali prestazioni distinguono TINA dalle altre pompe di calore?

«Le prestazioni sono il risultato dell'innovazione tecnologica connessa a una serie di accorgimenti appositamente sviluppati. Ad esempio,



SCHEDA IMPIANTO

Committente: ArcelorMittalCLN

Direttore di stabilimento: Sig. Folino

Progettista: ing. Gianfranco Pellegrini

Pompa di calore ad alta temperatura: Teon

In entrambi i circuiti è presente il refrigerante di origine naturale R600 (isobutano) e caratterizzato da un bassissimo impatto ambientale e più premiante dal punto di vista energetico.

TINA: caratteristiche e prestazioni

TINA (e RETINA, la versione reversibile) è prodotta in quattro modelli, con l'obiettivo di offrire un'alternativa praticabile e a costo contenuto ai tradizionali impianti di riscaldamento, basati sulla combustione di risorse fossili e caratterizzati da terminali in ambiente ad alta temperatura.

Condomini, attività produttive, edifici commerciali, terziari, pubblici, centri sportivi e wellness sono gli ambiti d'applicazione ideali di TINA e RETINA. Ecco le prestazioni dichiarate dal produttore.

Caratteristiche tecniche di TINA e RETINA	115	250	365	500
Potenza termica (kWt)	115	250	365	500
Percentuale di potenza termica erogabile a T_{max}	100%			
Potenza frigorifera con $T_{cond} = 20 \text{ °C}$ (kWf) -solo per RETINA	100	218	318	437
T_{max} acqua di mandata (°C)	85			
COP medio stagionale (con $T_{falda} = 13,5 \text{ °C}$; $T_{mandata} = 60 \div 80 \text{ °C}$)	3,5			
COP W10/W35 (con $T_{falda} = 10 \text{ °C}$; $T_{mandata} = 35 \text{ °C}$)	5,9			
EER (con $T_{falda} = 13,5 \text{ °C}$; $T_{mandata} = 7 \text{ °C}$) - solo per RETINA	6,9			
Potenza elettrica (kWe) (con $T_{falda} = 13,5 \text{ °C}$; $T_{mandata} = 80 \text{ °C}$)	38	82	120	164
Refrigerante utilizzato	R600			
Pressione massima dei fluidi (bar)	9,5			
Emissioni CO ₂ , NOx e SOx in loco	0			

TINA a 60 °C presenta un COP = 3,9. Alla temperatura di 80 °C si ottiene un COP = 3, perciò se consideriamo una temperatura di mandata media stagionale a 70 °C, otteniamo un COP medio stagionale pari a circa 3,5. Si tratta di performance uniche nel proprio genere, dovute alle particolari soluzioni tecnologiche oggetto di brevetto internazionale. Ovviamente esiste anche una versione reversibile (RETINA), idonea alla produzione anche di acqua refrigerata con EER elevati (5÷7)».

Aspetti tecnici rilevanti

«Dal punto di vista tecnologico TINA utilizza in entrambi i circuiti refrigerante di origine naturale R-600 (isobutano), caratterizzato da un bassissimo impatto ambientale e più premiante, dal punto di vista energetico, rispetto ai gas cloro-fluorurati. È opportuno sottolineare che, per effetto del Regolamento UE 517/2014, gli F-gas sono soggetti a obblighi, controlli e restrizioni nell'uso. In prospettiva queste sostanze e le loro applicazioni risulteranno sempre più marginali sul mercato, a vantaggio di gas a impatto climalterante nullo come l'isobutano. TINA, inoltre, lavora a pressioni estremamente ridotte, riducendo così il rischio di fughe del refrigerante. L'evaporazione del R-600 avviene a 0,3 bar assoluti, ovvero a -0,7 bar relativi. La compressione, invece, raggiunge un valore di 9,5 bar a 80 °C, decisamente inferiore rispetto, ad esempio, ai valori tipici del R-134a - che, a 65 °C, raggiunge 19 bar - e della CO₂, che a 30 °C, raggiunge 70 bar. Lavorare con pressioni basse minimizza le sollecitazioni meccaniche dei componenti e la necessità il rabbocco del fluido. La pompa di calore in funzione a Pordenone, ad esempio, non ha mai avuto bisogno di rabbocchi in sette anni di attività».

Energia, ambiente ed economia

Quali sono le prospettive di questa tecnologia?

«TINA si rivolge al settore della riqualificazione energetica degli edifici



La RETINA installata nello stabilimento ArcelorMittalCLN produce i fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva della palazzina e copre l'intero fabbisogno di ACS dello stabilimento, per tutti i tre turni di lavoro.

Mini e Micro: caratteristiche e prestazioni

Per incontrare le esigenze degli edifici residenziali dalla volumetria ridotta sono inoltre disponibili MiniTINA e MicroTINA, rispettivamente con potenze di 9 kW e 31 kW e dotate di un unico circuito frigorifero.

Ecco le prestazioni dichiarate.

Caratteristiche tecniche di MICROTINA e MINITINA	MINITINA	MICROTINA
Potenza termica (con $T_{falda} = 13,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{mandata} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$)	31	9
Potenza termica W10/35 (con $T_{falda} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{mandata} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$)	60	17
T_{max} acqua ($^\circ\text{C}$)		85
COP (con $T_{falda} = 13,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{mandata} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$)		2,79
COP W10/W35 (con $T_{falda} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{mandata} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$)		5,41
T_{max} acqua di mandata ($^\circ\text{C}$)		85
Potenza elettrica (kWe)	11,1	3,2
Refrigerante utilizzato	R600A	
Emissioni CO ₂ , NOx e SOx in loco	0	

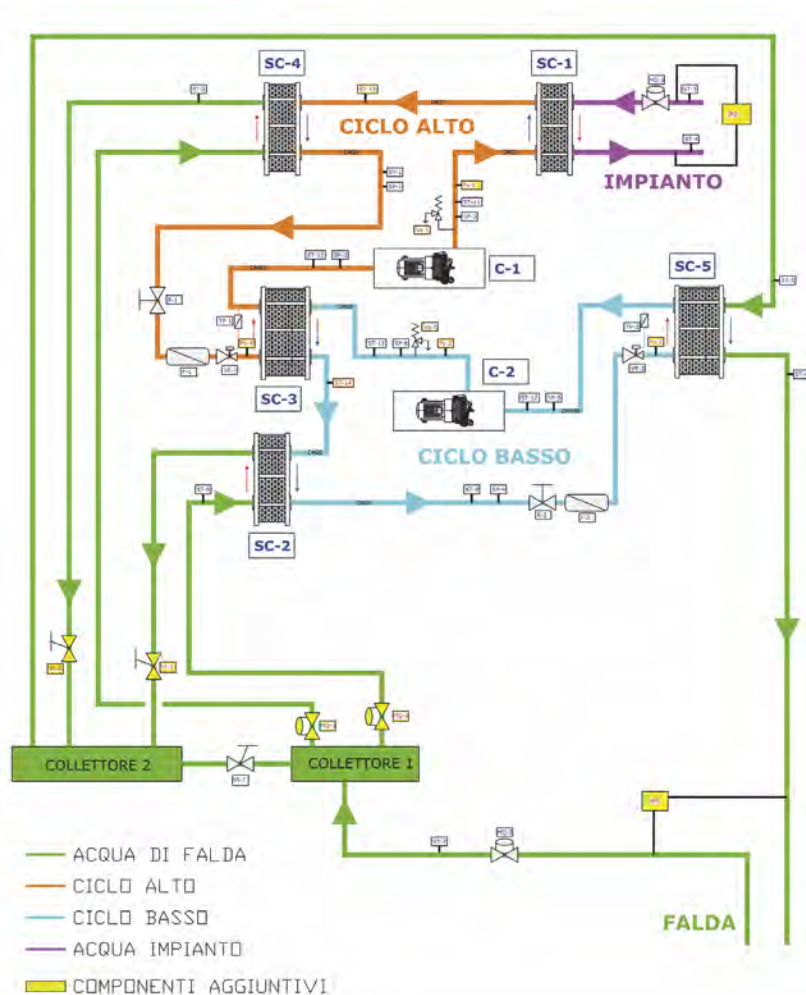
esistenti, dotati in larghissima parte di impianti di riscaldamento centralizzati di media e grande potenza, funzionanti a radiatori ad acqua ad alta temperatura. L'unica sua necessità è la disponibilità di acqua per lo scambio termico, in quantità equivalenti a quelle delle tradizionali pompe di calore geotermiche a ciclo aperto.

In generale la realizzazione di due pozzi, per l'adduzione e la restituzione dell'acqua alla falda, è senz'altro una soluzione più economica rispetto alla costruzione di un campo con sonde geotermiche: comporta inoltre un minor consumo di suolo - risorsa scarsa nelle zone urbane - e non altera in modo significativo l'assetto termico del terreno. L'uso dell'acqua proveniente da bacini naturali e artificiali, come anche dal mare, o il collegamento con infrastrutture per la distribuzione dell'acqua, come le reti di teleriscaldamento freddo, ridurrebbero ulteriormente la complessità dell'installazione. Alla scala del singolo intervento, l'uso di un generatore alimentato dall'energia elettrica comporta anche la semplificazione della manutenzione e la riduzione delle spese relative. Ipotizzando un costo dei combustibili fossili e dell'energia elettrica stabili, a seconda delle condizioni d'installazione il pay-back time è compreso fra 3 e 5 anni.

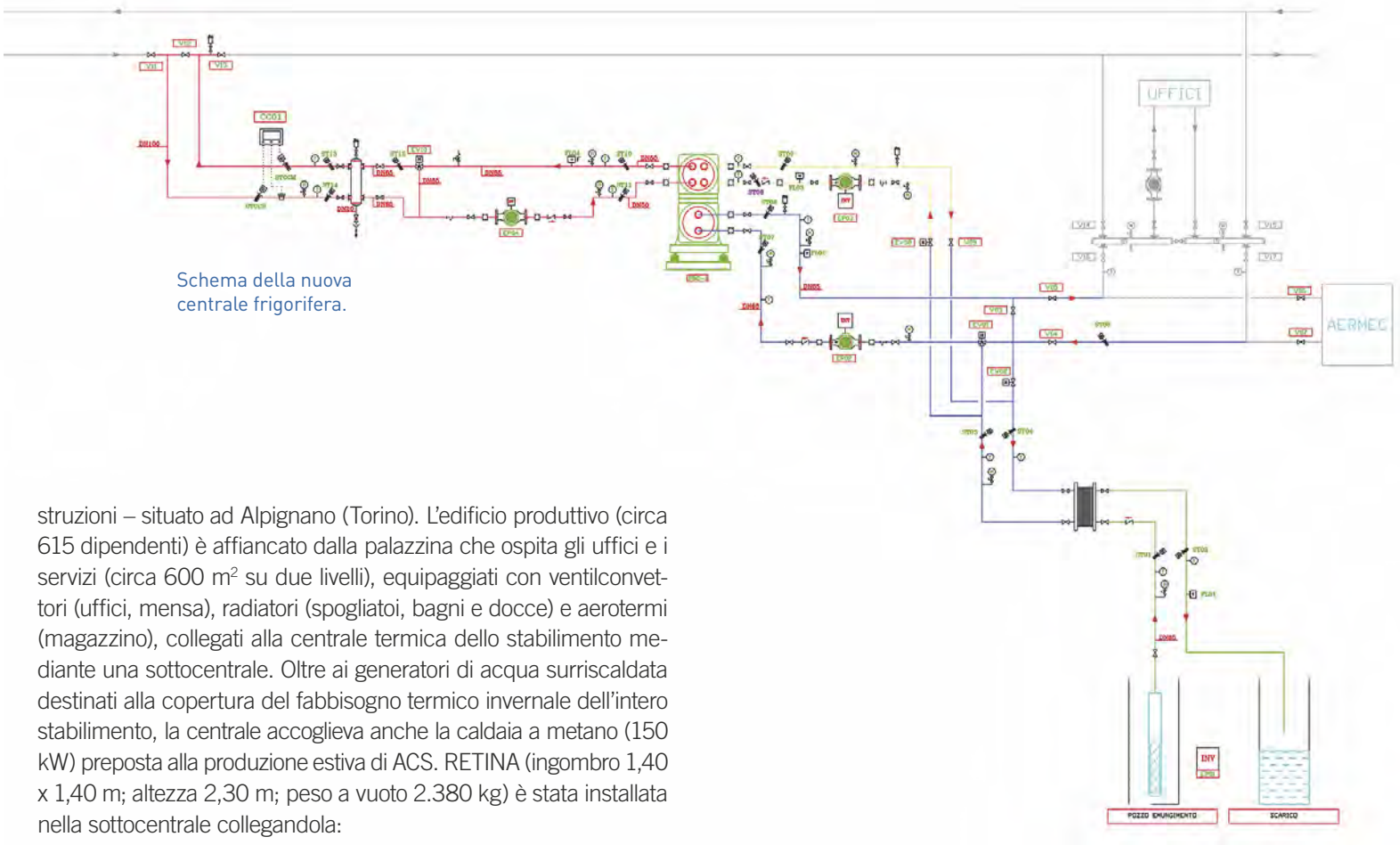
Il suo utilizzo presenta anche notevoli vantaggi negli edifici di nuova realizzazione, soprattutto nel caso di impianti di riscaldamento a bassa temperatura. Infine circa il 70% dell'energia termica prodotta da TINA proviene da una fonte rinnovabile. Se alimentata da un generatore fotovoltaico o da elettricità di provenienza certificata - conclude l'ing. Pellegrini - l'intera produzione termica avviene in totale assenza di emissioni climalteranti».

Il contesto dell'intervento

La più recente installazione di ReTINA è stata effettuata presso lo stabilimento metalmeccanico del gruppo ArcelorMittal - CLN - attivo nella produzione e distribuzione di prodotti siderurgici per l'industria dell'automobile, degli elettrodomestici e delle co-



Schema dei circuiti interni di TINA: il circuito inferiore produce acqua a circa 55 °C, quello superiore eleva la temperatura a circa 80 °C, rendendola utilizzabile in sostituzione dei generatori di calore a combustione.



Schema della nuova centrale frigorifera.

struzioni – situato ad Alpignano (Torino). L'edificio produttivo (circa 615 dipendenti) è affiancato dalla palazzina che ospita gli uffici e i servizi (circa 600 m² su due livelli), equipaggiati con ventilconvettori (uffici, mensa), radiatori (spogliatoi, bagni e docce) e aerotermi (magazzino), collegati alla centrale termica dello stabilimento mediante una sottocentrale. Oltre ai generatori di acqua surriscaldata destinati alla copertura del fabbisogno termico invernale dell'intero stabilimento, la centrale accoglieva anche la caldaia a metano (150 kW) preposta alla produzione estiva di ACS. RETINA (ingombro 1,40 x 1,40 m; altezza 2,30 m; peso a vuoto 2.380 kg) è stata installata nella sottocentrale collegandola:

- ai circuiti dell'acqua calda e dell'ACS, intercettando i relativi scambiatori di calore;
- al circuito dell'acqua refrigerata, in parallelo al gruppo frigorifero condensato ad aria (48 kW) che provvede al raffreddamento degli uffici, posto anch'esso nella sottocentrale;
- ai nuovi pozzi di emungimento dell'acqua dalla prima falda (profondità circa 25 m; portata massima di 5 l/s) e di restituzione, perforati appositamente.

La nuova pompa di calore è del tipo reversibile (115kWt; 100kWf) produce i fluidi destinati alla climatizzazione invernale ed estiva della palazzina e copre l'intero fabbisogno annuo di ACS dello stabilimento, per tutti i tre turni di lavoro.

Nel dettaglio, in inverno TINA (assorbimento elettrico 37 kW) produce 10 m³/h di acqua a 80 °C (ΔT 10 °C), utilizzando al massimo 14 m³/h di acqua di falda a 13,5 °C (ΔT 5 °C), a fronte di un COP minimo pari a 3,05.

In estate, impegnando una potenza frigorifera pari a 100kWf, TINA produce 16 m³/h di acqua refrigerata a 7 °C (ΔT 5 °C) utilizzando 18,8 m³/h di acqua di falda, a fronte di un EER pari a 6,0 (con T condensazione 45 °C). Gli interventi sono stati programmati con i tecnici del committente, senza interruzione nell'erogazione dei servizi e in modo da minimizzare i disagi arrecati all'operatività dello stabilimento. Ora i generatori ad acqua surriscaldata fungono da back-up per l'intero impianto di riscaldamento e ACS, mediante commutazione manuale con semplice azionamento di valvole di intercettazione e di interruttori elettrici. Il progetto ha interessato anche la predisposizione per l'ulteriore sfruttamento dell'acqua di

pozzo, mediante un serbatoio d'accumulo dell'acqua di falda da destinare al contenimento dei consumi dell'acqua potabile (cassette dei servizi igienici e irrigazione esterna).

Generatori a confronto

In termini energetici, nel confronto con il precedente generatore a combustione l'intervento realizzato comporta una serie di miglioramenti (fattore di contemporaneità, ottimizzazioni di vario tipo, massimizzazione dei rendimenti, ecc.) e il consumo di una minore quantità di energia primaria a bocca di centrale (-25% circa), a fronte della medesima quantità di energia termica erogata all'utenza.

Sotto il profilo ambientale oltre il 72% dell'energia primaria proviene dallo scambio termico con l'acqua di falda: solo il rimanente 28% è costituito dall'energia elettrica. Le emissioni climalteranti in ambito locale sono state perciò completamente eliminate e la classe energetica dell'edificio è aumentata. Con riferimento agli aspetti igienico-sanitari, la produzione di ACS per le docce con acqua calda a 80 °C mantiene inalterato il preesistente livello di prevenzione della formazione di legionella. Infine anche gli aspetti gestionali, burocratici e logistici connessi alla funzionalità degli impianti risultano decisamente semplificati rispetto alla situazione precedente. Dal punto di vista economico, il risparmio indotto dall'intervento è stato valutato pari a circa 9.300 euro all'anno, con un pay-back time dell'investimento inferiore a 3 anni. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Immagini cortesemente fornite da Studio Tecnico Pellegrini