

Best practice: il Depuratore «Città di Verona»

Simone Magri
Energy Manager, Acque Veronesi s.c.a.r.l.

Acque Veronesi s.c.a.r.l. è una società consorziale cui ha aderito la quasi totalità dei Comuni dell'Area gestionale Veronese. Il territorio di competenza complessivo è di 2.394 km quadrati, con 809.458 abitanti, 5.896 chilometri di acquedotto, 2.977 di fognatura e 1.500 impianti (pozzi, serbatoi, rilanci di acquedotto, impianti di potabilizzazione, impianti di sollevamento fognario e impianti di depurazione).

Sono due i filoni nei quali il consorzio opera:

- la gestione del servizio di acquedotto, il che significa la captazione, la potabilizzazione e la distribuzione dell'acqua potabile,
- la gestione del servizio di fognatura e depurazione, che comporta il collettamento e recupero delle acque di scarico.

L'impianto di Verona occupa una superficie di circa 121.000 mq, ha una potenzialità di progetto pari a 410.000 Abitanti Equivalenti (linea liquami) e a 440.000 Abitanti Equivalenti (linea fanghi), e serve i Comuni di Verona, Negrar, Grezzana e Buttapietra. L'impianto riceve i reflui civili provenienti dai comuni sopracitati, nonché reflui derivanti dalla Zona Agricola Industriale (ZAI) della città di Verona, posta a sud-est del centro abitato. Nel sito sono presenti trattamenti di digestione anaerobica dei fanghi, riscaldati con il calore fornito alla digestione anaerobica da parte di un impianto di cogenerazione presente all'interno del sito. Le principali sezioni impiantistiche

odorigene dell'impianto sono coperte e l'aria viene estratta e trattata da un impianto di biofiltrazione che abbatte le sostanze maleodoranti. Il consumo di energia elettrica nel 2017 è stato di circa 8.200 MWh (somma di energia prelevata da rete ed energia autoprodotta da biogas in assetto cogenerativo).

Attività di efficientamento energetico

La società Acque Veronesi ha implementato il Sistema di Gestione dell'Energia (SGE) conforme alla norma ISO 50001, che si è concretamente rilevato uno strumento utile non solo per risparmiare energia ma anche per considerare rischi, migliorare i margini (minimizzando il costo energetico dei prodotti dell'organizzazione), nonché attivare e alimentare innovazioni di processo e tecnologiche, definendo con maggior precisione (e quindi con minori rischi associati) i tempi di rientro degli investimenti per il miglioramento dei propri impianti/apparecchiature/processi produttivi. Inoltre, durante l'aggiornamento 2018 dell'Analisi Energetica dell'impianto di depurazione della città di Verona sono stati individuati 5 interventi.

Incremento del rendimento elettrico del gruppo di cogenerazione

Nell'area dell'impianto di depurazione è presente una centrale di cogenerazione di pro-

prietà di AGSM Verona S.p.a. (Azienda Generale Servizi Municipalizzati), che ne cura anche l'esercizio e la manutenzione. Il cogeneratore è costituito da un motore a combustione interna a ciclo Otto alimentato con il biogas prodotto dal processo di digestione dei fanghi di tipo anaerobica mesofila (temperatura di esercizio 33-35 °C volume di digestione circa 9.800 m³). L'energia termica prodotta in cogenerazione (692 kWt nominali) è completamente utilizzata per il riscaldamento dei due digestori anaerobici di volume unitario pari a 4.717 m³. L'energia elettrica è prodotta in cogenerazione mediante un generatore elettrico sincrono accoppiato all'albero del motore primo del cogeneratore da 771 kVA – 625 kWe nominali. L'energia generata è completamente utilizzata in sito dall'impianto di depurazione. La produzione di biogas è di circa 2.000.000 di Sm³/anno e presenta un contenuto di CH₄ variabile tra il 62-64 % in volume. Il rendimento elettrico calcolato nel 2017 si è testato sul 36.21%, con una produzione specifica media pari a 2,127 kWh/Sm³. Il gruppo di cogenerazione è stato installato nel 2007 ed è entrato in funzione nel 2008 (rifacimento completo della preesistente). La data di entrata in esercizio è il 01/03/2008 che corrisponde anche alla data da cui decorre la convenzione con il GSE per il rilascio dei Certificati Verdi (dal 2016 Tariffa Incentivante). Il valore dell'incentivo nel 2018 è pari a 78,66 €/MWh. L'intervento realizzato comporta un incremento della quota degli incentivi di circa 23.411,33 €/anno.

Nei primi mesi del 2018 l'Energy Team di Acque Veronesi ha cooperato con il responsabile di produzione termoelettrica/direzione produzione di AGSM S.p.A ed ha identificato l'opportunità di eseguire un intervento di modifica al motore, in occasione della manutenzione ordinaria delle 75.000 ore, finalizzato ad aumentare il rendimento elettrico del 2.5% (a partire dal rendimento elettrico misurato prima dell'intervento), mantenendo inalterati i valori di potenza elettrica e il livello di emissioni. Il progetto prevedeva la sostituzione delle testate originarie da 2 a 4 valvole.

La contropartita all'aumento del rendimento elettrico sarebbe stata una riduzione della temperatura dei fumi di scarico, con conseguente riduzione della potenza termica co-generata di circa 100 kWt. Dall'analisi dei dati storici è risultato ragionevole ritenere che la riduzione di potenza termica potesse essere fronteggiata nelle giornate più fredde con l'utilizzo di una caldaia a doppia alimentazione metano/biogas, utilizzata anche in caso di fermata del gruppo di cogenerazione per manutenzione. L'intervento avrebbe permesso una riduzione del consumo di biogas del 6.46 % favorendo, quindi, l'aumento delle ore di marcia del 6.37 % e un aumento della produzione di circa 300.000 kWh/anno. I costi dell'intervento sono stati stimati in 39.000 €. Il calcolo dell'incremento di rendimento elettrico risultante dalle prove di collaudo a confronto dei valori garantiti dall'impresa che ha realizzato l'intervento sono:

Risultati collaudo in assetto per marcia continuativa	
Rendimento elettrico dopo modifica	38,74%
Rendimento elettrico ante modifica	36,34%
Incremento rendimento	2,40%
Incremento garantito	2,38%

Risultati collaudo in assetto estremo	
Rendimento elettrico dopo modifica	39,04%
Rendimento elettrico ante modifica	36,65%
Incremento rendimento	2,39%
Incremento garantito	2,38%

Come si evince dalle tabelle le prove di collaudo si sono concluse con esito positivo. Dall'analisi di confronto dei mesi di giugno, luglio e agosto del 2018 con gli stessi mesi del 2016 e 2017 si riscontra una maggiore disponibilità nelle fasce orarie notturne di biogas stoccato nel gasometro che limita l'arresto del gruppo di cogenerazione e ne aumenta conseguentemente le ore di esercizio.

A seguito dei risultati emersi dal collaudo sono stati ricalcolati i principali indicatori economici relativi all'investimento ottenendo

un tempo di rientro attualizzato (su 5 anni) pari a 1,04 anni, un VAN (Valore Attuale Netto) pari a 134.323,36 € e in IP (Indice di Profitto) pari a 3,44 (€ guadagnati / € speso).

Calcolo Ricavi rivisto dopo il periodo di collaudo		
Maggiore Produzione EE da biogas	297.626,86	[kWh/anno]
Valore acquisto EE	0,1495	[€/kWh]
Maggiori Ricavi Tariffa incentivante (Ex Certificati Verdi)	23.411,33	[€/anno]
Minori Costi di acquisto EE (costo evitato)	44.495,22	[€/anno]
Oneri aggiuntivi manutenzione	-14.723,00	[€/anno]
Ricavi	53.183,54	[€/anno]

Efficientamento Energetico del ventilatore dell'unità di aspirazione e abbattimento biologico degli odori

L'intervento ha previsto la sostituzione del motore esistente a doppia velocità di potenza 75/250 kW e classe di efficienza IE1 con un motore con classe di efficienza IE4 asservito da un variatore di velocità. La regolazione della velocità del motore elettrico è in funzione al valore dei parametri di temperatura e pressione dell'area esterna, il risparmio teorico dell'applicazione risulta pari a 109.611 kWh/anno. Con questo intervento si è ipotizzato in fase progettuale di una riduzione di circa il 10% del consumo dell'impianto di aspirazione e deodorizzazione. Per questo intervento si sono stimati i seguenti indicatori economici: tempo di rientro attualizzato (su 10 anni) pari a 1,5 anni, il VAN (Valore Attuale Netto) pari a 73.322 € e in IP (Indice di Profitto) pari a 2,93 (€ guadagnati / € speso).

INTERVENTO: INSTALLAZIONE NUOVO MOTORE ELETTRICO IE4 E SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL NUMERO DI GIRI IN FUNZIONE DEI DATI CLIMATICI		
VITA PREVISTA	10	Anni
INVESTIMENTO (I ₀)	25.000	€
RISPARMIO ANNUO (Q)	109.611	kWh/a
PREZZO DELL'ENERGIA (P ₀)	0.1462	€/kWh
RISPARMIO ECONOMICO ANNUO LORDO (P ₀ Q)	16.025	€/anno
SPESE OPERAZIONI E MANUTENZIONE (OM)	500	€/anno
RICAVO CERTIFICATI BIANCHI (CB)	4.140	€/anno*
INCIDENZA FISCALITÀ (TAX)	31,4	%/spese
RISPARMIO ECONOMICO ANNUO NETTO (P ₀ Q+CB-OM=FC _i)	19.665	€/anno

Sostituzione dei quadri elettrici ed efficientamento energetico di tre turbocompressori

Per la fornitura dell'ossigeno richiesto dal processo di ossidazione biologica sono utilizzati 4 turbocompressori con potenza installata di 315 kW. Attual-

mente si sta valutando l'aggiornamento del convertitore pre-rotazione (IGV), che fornirà un'efficienza energetica ancora maggiore nel funzionamento dei tre compressori di tipo S più vecchi (installati nel 1997). L'aggiornamento dell'azionamento pre-rotazione può ottenere notevoli risparmi energetici compresi tra il 5% e il 15% di riduzione dell'energia attualmente richiesta.

Il costo dell'investimento è stimato a 150.000 € e considerando un risparmio atteso di 330.000 kWh/anno nel periodo di vita previsto di 10 anni andrà a generare un minor consumo energetico pari a 3.300.000 kWh equivalenti a 6.17,7 tep (tonnellate equivalenti di petrolio) e a una riduzione di emissioni di CO₂ pari a 1090.98 t. I principali indicatori economici relativi all'investimento ottenendo un tempo di rientro attualizzato (su 10 anni) pari a 4.3 anni, un VAN (Valore Attuale Netto) pari a 162.706 € e in Indice di Profitto IP) pari a 1.08 (€ guadagnati / € speso).

CONCLUSIONI

Gli interventi analizzati (due già realizzati nel corso del 2018 e il terzo approvato dall'alta direzione e in programma per il 2019) fanno parte dei cinque interventi identificati nell'aggiornamento annuale dell'Analisi energetica dell'impianto di depurazione. Gli altri due interventi riguardano:

- l'installazione di un impianto di rifasamento automatico localizzato su una energivora sezione di sollevamento e ricircolo dei fanghi costituita da 5 pompe a vite di Archimede ciascuna con potenza nominale installata di 37 kW;
- lo studio di Recupero di calore dal refluo in uscita dal depuratore al fine di soddisfare il fabbisogno di energia termica invernale ed estiva della palazzina di servizio, del laboratorio analisi e della centrale di telecontrollo ubicata all'interno dell'area del depuratore. Lo studio è stato realizzato attraverso una convenzione con il Dipartimento Ingegneria Industriale dell'Università di Padova.

Gli interventi di efficientamento energetico e le attività dell'Energy Team aziendale hanno portato dei risvolti positivi per l'azienda. Se teniamo conto del periodo gennaio-ottobre degli ultimi tre anni, si evidenzia che l'energia consumata autoprodotta è passata dal 49.06% del 2016 al 56.34 % nel 2018.

Inoltre, l'aumento dell'autoproduzione ha permesso di mantenere pressoché inalterati i costi dell'energia elettrica acquistata da rete nonostante il sensibile aumento del costo specifico di acquisto (0.1424 €/kWh nel 2017 – 0.1543 €/kWh del 2018).

Confrontando i due periodi si ottiene un risparmio di circa 38.500 €.

