

Biogas upgrading: la tecnologia ECO-SORB VPSA per produrre biometano anche dai fanghi di depurazione

Vi sono numerosi processi conosciuti oggi mediante i quali effettuare la separazione di CO_2 e H_2S dal biogas, i quali sono tuttavia per lo più molto costosi ed energivori. La tecnologia PSA (Pressure Swing Adsorption) è una delle tecniche applicabili ed è basata sull'adsorbimento preferenziale del gas da trattare su un adsorbente poroso.



Ecospray Technologies S.r.l. ha sviluppato negli ultimi anni un'innovativa soluzione denominata ECO-SORB VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) per l'upgrading del biogas a biometano e che è stata anche recentemente brevettata.

Il sistema ECO-SORB VPSA nella sua versione più semplice si compone di una prima fase in cui il biogas viene fatto passare attraverso un letto di sorbente a bassa pressione, e di una fase di rigenerazione durante la quale il letto viene rigenerato sottovuoto spinto. Il processo è in continuo e non condizionato dalle fluttuazioni delle condizioni operative e si basa sulla capacità dei setacci molecolari di adsorbire selettivamente CO_2 , H_2S e H_2O .

Caratterizzato da bassi consumi energetici, contenuti costi d'investimento e da una grande semplicità impiantistica, ECO-SORB VPSA offre performance ai massimi livelli richiesti oggi dalle normative sia per l'utilizzo del biometano per autotrazione, sia per la sua immissione

in rete. Dopo aver installato per circa un anno il sistema ECO-SORB VPSA su un impianto di produzione di biogas da FORSU, grazie alle sue caratteristiche di flessibilità, adattabilità e, ovviamente, capacità di performare anche nelle condizioni più difficili, una variante dello stesso sistema è stata installata presso l'impianto di trattamento acque di Bresso/Niguarda al fine di dimostrarne l'idoneità ad operare su un biogas prodotto dai fanghi di un grande impianto di trattamento acque.

Il sistema mobile installato nella sua configurazione base a metà dicembre 2016 è stato reso operativo da inizio 2017. Durante questo periodo sono state effettuate più campagne di misura della qualità del biogas in ingresso e del biometano prodotto dal sistema ECO-SORB VPSA.

BREVE DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema dimostrativo ECO-SORB VPSA installato depura una parte del biogas (circa 10 Nm³/h) prodotto dai fanghi dell'impianto di trattamento acque di Bresso/Niguarda.

Il sistema è costituito da una prima unità di pretrattamento, seguita da una seconda unità di upgrading. L'obiettivo del pretrattamento è la rimozione dei componenti secondari come umidità e composti solforati, mentre l'unità di upgrading effettua la separazione del metano dall'anidride carbonica e dall'idrogeno solforato.

Al fine di ridurre il contenuto di cloro (inteso come HCl) ed altri composti solubili è stato aggiunto a monte del sistema uno scrubber a umido, mentre un modulo finitore al carbone attivo è stato inserito a valle del sistema anche per controllare eventuali picchi dei solfuri.



FIGURA 1 - Layout unità dimostrativa mobile

Il sorbente utilizzato per l'upgrading è un'ideale zeolite sintetica caratterizzata da un grande potere adsorbente selettivo nei confronti dell'anidride carbonica e dell'idrogeno solforato.

L'upgrading si basa su tre colonne di adsorbimento connesse tra di loro in parallelo, in modo da garantire continuità alla portata in uscita dal sistema stesso. L'anidride carbonica rimane adsorbita sulla zeolite e si ottiene biometano con proprietà analoghe al gas naturale.

Questa parte di upgrading del sistema ECO-SORB VPSA opera contemporaneamente in modo che ci sia un primo reattore in fase di lavoro (adsorbimento), un secondo in fase di rigenerazione sottovuoto spinto ed un terzo in fase di ripristino della pressione operativa. In quest'ultima fase, l'off-gas desorbito è ricco di CO₂ e povero di metano.

Il sistema è stato successivamente integrato con una stazione di compressione per il rifornimento di un'auto funzionante con il biometano prodotto.

Da poco è anche iniziato lo studio per l'integrazione di un'unità dimostrativa che operi la liquefazione del biometano, così da permettere a ciascun cliente in futuro

di configurare l'impianto personalizzandolo secondo le proprie esigenze, facendo comunque riferimento ad un unico fornitore per il servizio di manutenzione e assistenza.

RISULTATI

Il sistema monitora direttamente ed in continuo i parametri qualitativi e quantitativi principali, in ogni caso tutti i prelievi e le analisi ufficiali richiesti per la validazione dei risultati sono state effettuate dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRA), che ha attestato la conformità del biometano prodotto dal sistema ECO-SORB VPSA nella loro relazione "Monitoraggio di una unità di validazione per l'upgrading a biometano del biogas da fanghi di depurazione", commissionatagli da CAP Holding S.p.A.

Già dopo la prima fase di ottimizzazione del sistema, il biometano prodotto a valle del sistema ECO-SORB VPSA è risultato costantemente conforme alle direttive in materia (UNI TR 11537 - "Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale") e allo standard comunitario EN 16723 ("Natural gas and

biomethane for use in transport and biomethane for injection in the natural gas network”), parti 1 (“Specifications for biomethane for injection in the natural gas network”) e 2 (“Automotive fuel specifications”).

In generale si può tranquillamente affermare che la CO₂ è sempre risultata ampiamente al di sotto del limite UNI TR 11537 del 3% e spesso inferiore al 0.5 - 1%. Le altre impurità quali silossani, cloro e idrogeno solforato, presenti in valori particolarmente critici nel biogas da fanghi attivi, sono risultate ampiamente inferiori ai limiti imposti. La successiva tabella riporta in dettaglio tutti i risultati registrati in campo e fornisce anche un confronto con i principali riferimenti normativi.

CONCLUSIONI

L’impianto nella sua versione ottimizzata è in servizio da oltre quattro mesi e nonostante gli elevati livelli di H₂S, Silossani e Cloro presenti nel biogas, il biometano

prodotto è risultato di grande qualità, soddisfacendo pienamente le normative vigenti.

Quindi, dopo i risultati già ottenuti con l’upgrading di biogas da FORSU, anche il biometano prodotto a valle del sistema ECO-SORB VPSA partendo da biogas dalla digestione di fanghi attivi risulta essere idoneo sia per l’utilizzo per autotrazione, sia per la sua immissione in rete, come anche le analisi del CNR-IIA confermano.

Proprio per le ragioni di cui sopra, al cliente è stato reso possibile iniziare, primo in Italia, ad alimentare un’auto a biometano prodotto da reflui fognari in modo da verificare i consumi, le rese ed eventuali effetti collaterali sul motore.

Attualmente l’auto ha già percorso oltre 3000 km e i primi test effettuati sul motore direttamente dal produttore della stessa non hanno fatto rilevare problemi di alcun genere.

FIGURA 2 - Valori misurati ingresso/uscita impianto ECO-SORB VPSA

	UNI TR 11537 EN16723-2	Biogas IN	ECO-SORB™
Potere calorifico superiore MJ/m ³	34.95-45.28	-	36.7 ± 0.7
Indice di Wobbe MJ/m ³	47.31-52.33	-	49.7 ± 2.0
Densità relativa	0.5548-0.8	-	0.55 ± 0.02
% di metano	> 97	65	≥ 98
Dew point a 7000 kPa	< -5 °C	> 60 °C	< -5°C
Ossigeno	<0.6%	< 0.5%	< 0.5%
Anidride carbonica	< 3%	30%	< 2%
Idrogeno	< 0.5%	< 0.5%	< 0.5%
Solfuro di idrogeno mg/m ³	< 6.6	> 5000	2-5
Zolfo totale mg/m ³	< 150	> 5000	2-5
Monossido di carbonio	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%
Silicio mg/m ³	< 0.3	> 2	< 0.04
Ammoniaca mg/m ³	< 3	0.25	0.25 ± 0.01
Ammine mg/m ³	< 10	< 10	< 10
Fluoro mg/m ³	< 3	0.17	< 0.02
Cloro mg/m ³	< 1	26.8	< 0.1