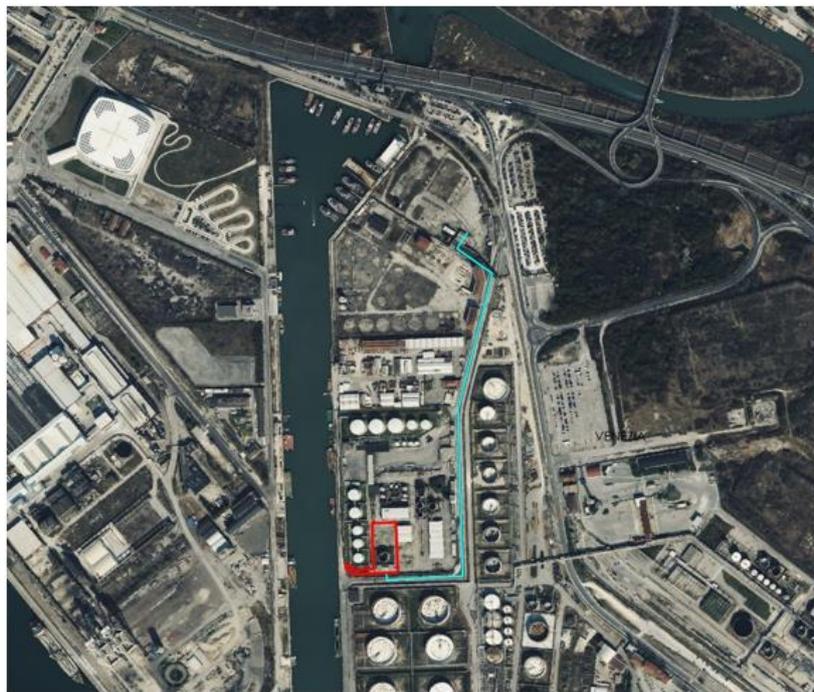


COMUNE DI VENEZIA

GREEN HYDROGEN HUB MARGHERA

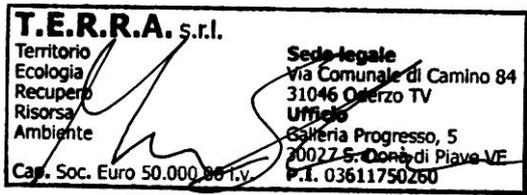
NUOVO IMPIANTO DI PRODUZIONE IDROGENO RINNOVABILE PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE.

PROPONENTE: GREEN HYDROGEN VENEZIA SRL



Istanza di AIA. Art. 29-ter D.Lgs 152/2006 e smi

B.18 – RELAZIONE TECNICA DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Committente: AGSM AIM S.p.A.		Documento elaborato da: T.E.R.R.A. S.r.l.
		 <p>T.E.R.R.A. s.r.l. Territorio Ecologia Recupero Risorsa Ambiente Cap. Soc. Euro 50.000,00 i.v.</p> <p>Sede legale Via Comunale di Camino 84 31046 Oderzo TV Ufficio Basiliera Progresso, 5 30072 S. Donà di Piave VE P.I. 03611750260</p>
Data prima emissione: Maggio 2025	Revisione: 03	Codice progetto: 25-64-01

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEL SITO	4
3	DESCRIZIONE CICLO PRODUTTIVO	5
3.1	SCHEMA A BLOCCHI DEL PROCESSO E DESCRIZIONE DELLE FASI	7
3.1.1	Fase 1: sezione di alimentazione materie prime e ausiliarie	8
	Fornitura energia elettrica	8
	Fornitura acqua	8
	Fornitura azoto gassoso	9
3.1.2	Fase 2: sezione di produzione Idrogeno	11
	Container elettrolizzatore (n. 1 planimetria generale e "modulo ELY" nello schema a blocchi)	13
	Componenti ausiliari di processo ("modulo BOP di processo" schema a blocchi)	14
	Componenti ausiliari elettrici	16
	Sistemi di sicurezza	16
	Camini di sfiato "vent"	16
3.1.3	Fase 3: sezione di distribuzione Idrogeno	17
	Serbatoio tampone (n. 9 planimetria generale e "BUFFER" nello schema a blocchi)	17
	Idrogenodotto	17
3.1.4	Impianti ausiliari di emergenza	18
4	MATERIE PRIME ED AULILIARI NECESSARIE AL PROCESSO	20
4.1	CONSUMO DI ENERGIA	20
5	ESTERNALITA' AMBIENTALI	22
5.1	EMISSIONI IN ATMOSFERA	22
5.2	SCARICHI IDRICI	23
5.3	EMISSIONI SONORE	23
5.4	RIFIUTI	23

1 PREMESSA

La Joint Venture Green Hydrogen Venezia s.r.l. intende realizzare e gestire un nuovo impianto di produzione di idrogeno rinnovabile per il Trasporto Pubblico Locale, in parte dell'area industriale dismessa di Porto Marghera, in Via Righi, di proprietà di AGSM AIM S.p.A. e ceduta in concessione alla Joint Venture.

Questo innovativo intervento è stato ipotizzato come efficace strumento per affrontare attivamente il tema della "decarbonizzazione dei trasporti". L'obiettivo del progetto "Green Hydrogen Hub Marghera" è quello di incentivare la produzione a livello provinciale e regionale di idrogeno al fine di diffonderne l'utilizzo nell'ambito della mobilità sostenibile, in linea con le strategie comunitarie e nazionali.

2 DESCRIZIONE DEL SITO

Il lotto oggetto di intervento è sito nell'area industriale dismessa di Porto Marghera (Venezia) in una porzione di terreno non recintato di circa 3.500 mq di proprietà di AGSM AIM S.p.A. e ceduta in concessione alla Joint Venture Green Hydrogen Venezia s.r.l. Questa area è all'interno di un'area più grande interamente di proprietà di AGSM AIM S.p.A. (si veda Figura sottostante).



Figura 1 - area oggetto di intervento in concessione alla Joint Venture (in rosso), area di proprietà di AGSM-AIM S.p.A. (in giallo), area con infrastrutture per la distribuzione dell'idrogeno e il deposito degli autobus (in blu) collegata all'area di produzione idrogeno con idrogenodotto interrato (in verde).

L'area è situata in prossimità del lotto nel quale verranno costruite le infrastrutture necessarie per la ricarica degli autobus a idrogeno.

Quest'ultima si trova inoltre in un punto strategico, in prossimità della Strada Regionale 11 Padana Superiore (Via della Libertà) tra Via dell'Elettronica e Via dei Petroli, il quale la rende un facile punto di interscambio di veicoli da e per Venezia.

Le due aree saranno collegate da un idrogenodotto che trasferirà l'idrogeno prodotto dagli elettrolizzatori nell'area di produzione, oggetto di questa relazione, agli stoccaggi presenti nell'area di distribuzione situata più a nord.

Tale impianto di distribuzione ad uso della flotta del Trasporto Pubblico Locale, non è oggetto del presente procedimento e risulta gestito da altro soggetto gestore.

Si specifica che il presente impianto di produzione entrerà in funzione contestualmente all'entrata in esercizio del soprastante impianto di distribuzione ad uso della flotta TPL, con attivazione dei relativi stoccaggi.

3 DESCRIZIONE CICLO PRODUTTIVO

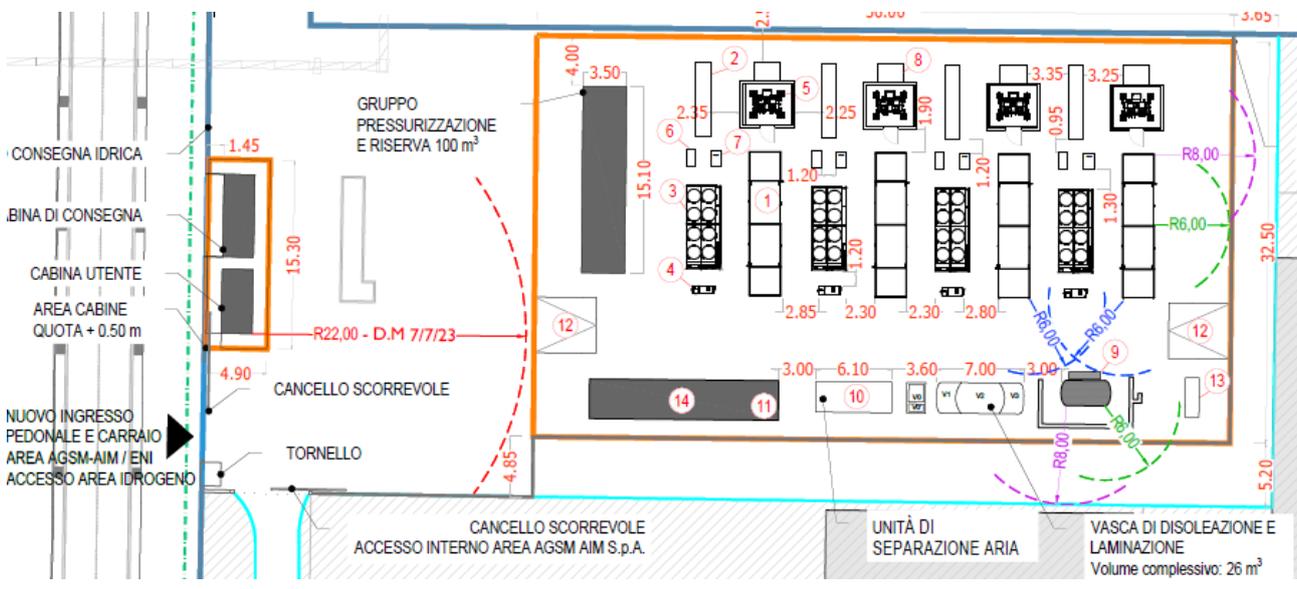
Trattasi di un impianto di produzione di idrogeno verde da elettrolisi dell'acqua, alimentato tramite allaccio alla rete elettrica nazionale con contratto di fornitura certificato verde (Garanzia d'Origine - GO).

Per garantire la continuità di rifornimento al servizio pubblico di trasporto, l'impianto di elettrolisi sarà realizzato con un sistema modulare composto da quattro elettrolizzatori da 2,0 MW. In questo modo sarà garantita la disponibilità di prodotto anche in caso di temporaneo fermo per manutenzione di uno dei quattro moduli di elettrolisi.

L'impianto di produzione di idrogeno è dimensionato per produrre circa 2100 kgH₂/giorno, che alimenteranno l'impianto di distribuzione ad uso della flotta del Trasporto Pubblico Locale, situato nell'area più a nord e collegato all'impianto in questione tramite idrogenodotto.

La capacità nominale complessiva degli elettrolizzatori sarà di 8,0 MW, corrispondenti ad una capacità di produzione oraria di circa 1600 Nmc/h di idrogeno.

Di seguito, la rappresentazione in pianta dell'impianto di produzione.



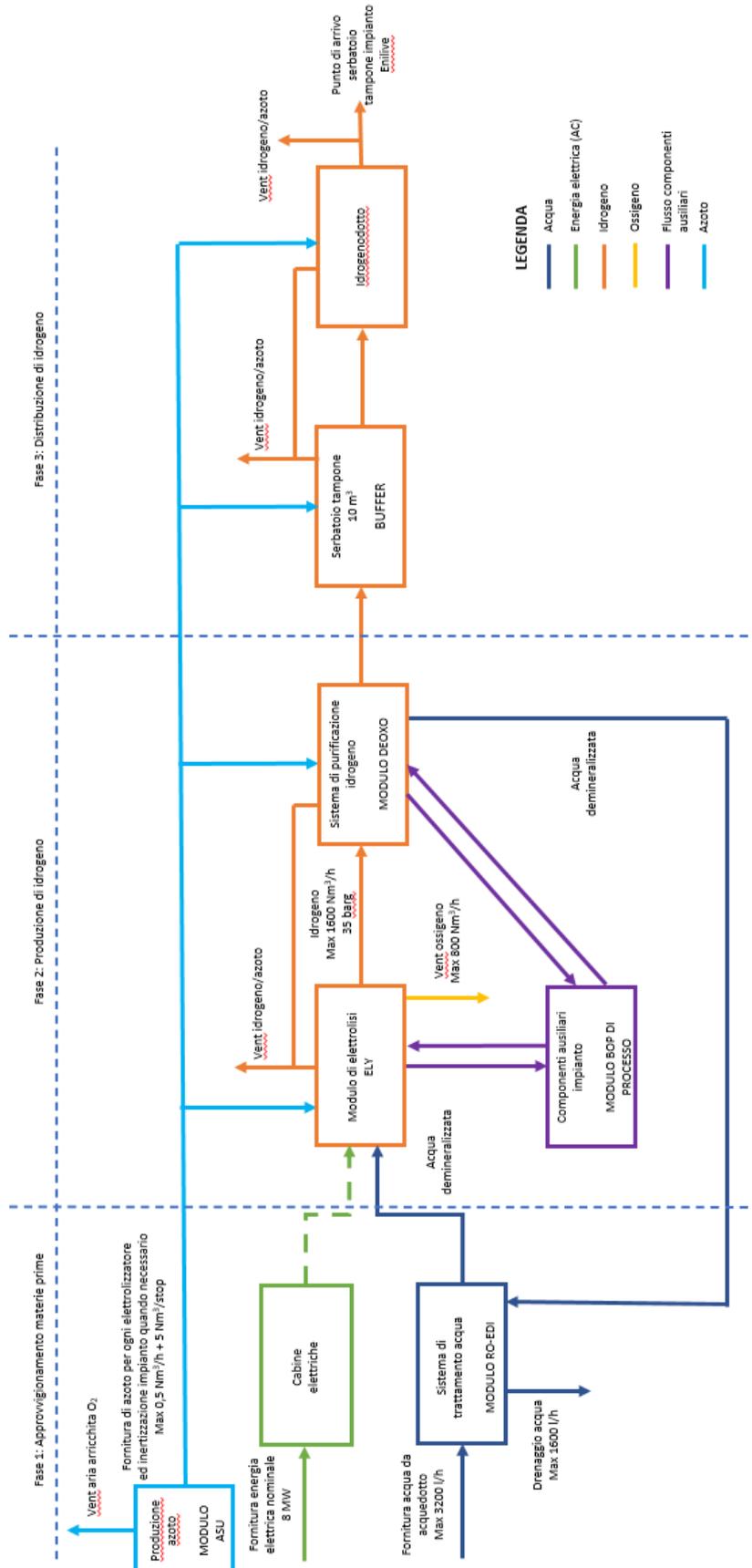
- | | |
|---|---|
| <p>① ELETTRIZZATORE
P = 2 MW
LxWxH = 12,19 x 2,43 x 3,40 m
peso = 32000 kg</p> <p>② RADDRIZZATORE
LxWxH = 6,00 x 1,20 x 2,70 m
peso = 4400 kg</p> <p>③ DRY COOLER
LxWxH = 8,73 x 2,51 x 2,90 m
peso = 2000 kg</p> <p>④ COMPRESSORE GESTIONE VALVOLE
LxWxH = 1,80 x 0,70 x 1,43 m
peso = 291 kg</p> <p>⑤ TRASFORMATORE
LxWxH = 2,72 x 2,25 x 2,30 m
peso = 10500 kg</p> <p>⑥ CHILLER RADDRIZZATORE
LxWxH = 1,24 x 0,83 x 2,03 m
peso = 620 kg</p> <p>⑦ CHILLER
P = 6 kW
LxWxH = 1,15 x 0,80 x 1,60 m
peso = 286 kg</p> | <p>⑧ MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEAR
LxWxH = 1,50 x 2,10 x 2,60 m
peso = 1700 kg</p> <p>⑨ SERBATOIO TAMPONE (BUFFER)
35 bar - 10 m³
14,00 x Ø 2,00 m
peso = 5600 kg</p> <p>⑩ UNITÀ DI SEPARAZIONE ARIA
LxWxH = 8,10 x 2,50 x 2,60 m
peso = 4000 kg</p> <p>⑪ BOX QUADRO ELETTRICO</p> <p>⑫ RAMPA ACCESSO AREA</p> <p>⑬ GRUPPO ELETTROGENO 180 KVA</p> <p>⑭ LOCALE TECNICO</p> |
|---|---|

Il progetto prevede la realizzazione di una platea in calcestruzzo armato, di altezza pari ad almeno 50 cm dal piano campagna, su cui saranno posati gli elementi per la produzione dell'idrogeno verde. In particolare: il modulo di produzione azoto, gli elettrolizzatori, i trasformatori, i chiller, il serbatoio tampone, la riserva idrica antincendio di volume pari a 100 mc, il locale tecnico contenente i sistemi di controllo dell'impianto, la vasca di laminazione della portata da 26 mc per gli scarichi. L'accesso alla platea avviene tramite n. 2 rampe.

Adiacente alla recinzione di confine con via Righi, lato sud, saranno posate due cabine, anch'esse ad altezza almeno pari a 50 cm dal piano campagna, la cabina utente e la cabina di consegna.

3.1 SCHEMA A BLOCCHI DEL PROCESSO E DESCRIZIONE DELLE FASI

Viene sotto riportato il diagramma di flusso del processo produttivo attuato.



3.1.1 Fase 1: sezione di alimentazione materie prime e ausiliarie

La produzione idrogeno mediante elettrolizzatori richiede la fornitura di potenza elettrica e acqua.

Inoltre, il processo produttivo necessita di azoto gassoso, come materia ausiliaria, impiegata come inertizzante e per purificare l'idrogeno prodotto.

Come indicato nello schema a blocchi, l'installazione vede 3 linee di adduzione separate: una per la fornitura di energia elettrica, una per la fornitura d'acqua e l'altra per la fornitura di azoto.

Fornitura energia elettrica

Il fabbisogno di energia elettrica, necessario al funzionamento degli elettrolizzatori e sistemi ausiliari, sarà soddisfatto mediante allaccio alla rete elettrica con l'installazione di una nuova cabina elettrica di media tensione (cabina utente + cabina di consegna in media tensione).

Saranno quindi installate due linee di distribuzione: una di media tensione, che collega la cabina di consegna con i quadri del locale tecnico (n. 11 planimetria generale) e con i trasformatori del gruppo degli elettrolizzatori (n. 5 planimetria generale); una di bassa tensione che serve, dal quadro del locale tecnico, l'impianto di illuminazione e di videosorveglianza dell'area.

Nel locale tecnico saranno installati i quadri di media tensione dedicati alla protezione delle linee elettriche progettate per alimentare i n.4 elettrolizzatori.

Fornitura acqua

Per garantire il regolare funzionamento degli elettrolizzatori, è necessario garantire ad ognuno un flusso d'acqua pari a 800 lt/h alla pressione di 2 bar; il flusso complessivo di 3200 lt/h sarà derivato dalla rete acquedotto esistente lungo Via Righi.

A partire da un contatore, che sarà installato dall'ente erogatore, sarà derivata una tubazione portata fino in prossimità di ciascun elettrolizzatore.

Dalla linea principale derivata dalla rete acquedotto sarà eseguito anche uno stacco per il carico della riserva idrica antincendio (volume 100 mc).

Ciascun elettrolizzatore richiede che l'acqua immessa nella cella elettrolitica sia ultra-pura e caratterizzata da una conducibilità elettrica non superiore a 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, per garantire l'efficienza operativa e la protezione dei componenti sensibili della cella da depositi e contaminazioni.

A tale scopo, l'acqua in ingresso al modulo di elettrolisi viene sottoposta ad un processo di trattamento (modulo RO-EDI nello schema a blocchi), strutturato in diverse fasi.

1. Pre-Trattamento dell'Acqua:

Prima dell'ingresso nel sistema di trattamento acque PROTEGRA CS Pro RO EDI 500, l'acqua viene sottoposta a una fase preliminare di pre-trattamento, indispensabile per rimuovere impurità maggiori e prevenire il deterioramento dei successivi sistemi di purificazione. Questo step include:

Filtro a Carboni Attivi: Dato il valore di cloro residuo libero >0.1 mg/l questa fase di filtrazione è necessaria per garantire una base chimicamente stabile per i trattamenti successivi.

Sistemi Antiscalanti: Dato l'elevato valore di Durezza di 51 °F è necessario prevedere l'inserimento di un sistema antiscalante con Vitec4000 per prevenire la formazione di incrostazioni sulle membrane dell'osmosi inversa, prolungandone così la vita utile e mantenendone l'efficienza.

Altri Filtri Preliminari: Sistemi di filtrazione meccanica per l'eliminazione di particelle sospese e sedimenti.

2. Filtrazione per Osmosi Inversa (RO):

L'acqua pre-trattata passa poi attraverso un sistema di membrane ad osmosi inversa monostadio all'interno del sistema PROTEGRA CS Pro RO EDI 500. Questo processo rimuove la maggior parte delle impurità disciolte, dei sali e dei particolati, riducendo sensibilmente la carica ionica dell'acqua e preparandola per il trattamento finale.

3. Trattamento con Elettrodeionizzazione (EDI):

Dopo l'osmosi inversa, l'acqua attraversa un'unità EDI, che permette di eliminare quasi ogni traccia di ioni residui. Questo step è cruciale per ottenere una purezza tale da ridurre la conducibilità al valore target di $\leq 0,1$ $\mu S/cm$.

4. Colonna a Letto Misto di Resine:

Il circuito di *polishing* prevede il passaggio dell'acqua attraverso una colonna con resine a letto misto, garantendo un'efficace riduzione dell'aumento fisiologico della conducibilità dovuto al contatto con i componenti della linea di processo (tubazioni, scambiatori di calore, stack, ecc.). Questo trattamento finale assicura che l'acqua in circolazione resti ultra-pura, priva di contaminanti e conforme agli standard richiesti per l'elettrolisi PEM.

Si specifica che fisicamente tale processo di trattamento viene condotto all'interno di ciascun container elettrolizzatore (n. 1 planimetria generale All. B.18.1)).

Da tale fase di trattamento si origina uno scarico di acque reflue di processo, convogliato con condotta dedicata tramite nuovo allaccio nel collettore consortile esistente (acque nere VERITAS).

Fornitura azoto gassoso

Ogni modulo di elettrolisi richiede la fornitura di azoto per le operazioni di inertizzazione. L'utilizzo di azoto ha lo scopo di garantire la sicurezza dell'impianto, sia durante il processo di elettrolisi che nelle fasi di spegnimento/manutenzione.

Analogamente anche le operazioni di inertizzazione dell'intercapedine dell'idrogenodotto richiedono un certo quantitativo di azoto gassoso, come del resto quanto risulta necessario inertizzare il serbatoio tampone (solo in casi di emergenza).

In termini quantitativi, si stima un utilizzo pari a 0,5 Nm³/ora di azoto, impiegato per andare a rimuovere tracce di idrogeno presenti nel flusso d'acqua che viene ricircolata dal catodo all'anodo dello stack di elettrolisi. Inoltre, si impiega una quantità pari a 5 Nm³/shutdown di azoto per inertizzare ogni modulo di elettrolisi (per ogni procedura di spegnimento) e di 8,07 Nm³ in flussaggio dell'intercapedine dell'idrogenodotto.

L'approvvigionamento di azoto all'impianto avviene mediante l'unità di separazione dell'aria (modulo ASU nello schema a blocchi).



Fisicamente tale unità è alloggiata all'interno di un container (n. 10 planimetria generale).

L'unità di separazione dell'aria risulta essere composta dai seguenti componenti principali:

- compressore aria con aftercooler integrato;
- essiccatore;
- sezione di filtri;
- serbatoio aria;
- unità di generazione azoto PSA;
- scarico condensa;
- serbatoio azoto.

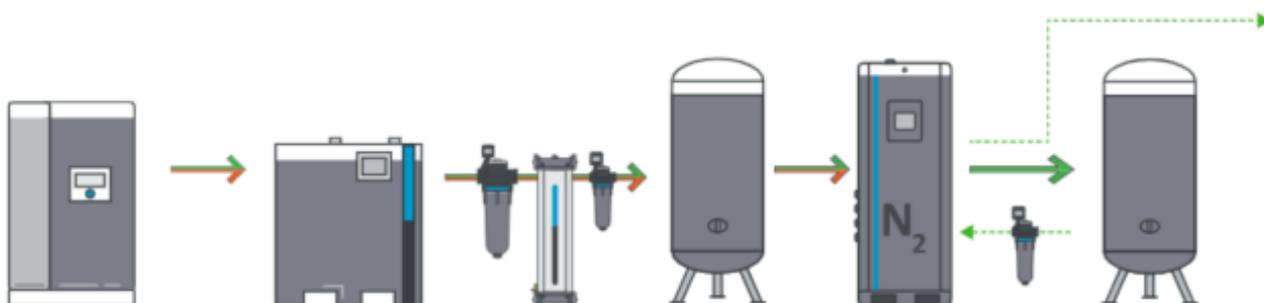


Figura 2 – Schema a blocchi Unità di Separazione Aria

Il sistema presenta i seguenti dati caratteristici:

- Toperativa,MAX = 45 °C;
- Toperativa,MIN = - 10 °C;
- portata nominale di azoto prodotta: 2,5 Nm³/h;
- portata di aria consumata: 19,9 Nm³/h;
- purezza azoto prodotto: 99,999 %;
- pressione azoto in uscita: 9,8 barg.

Il generatore di azoto si avvale della tecnologia PSA (Pressure Swing Adsorption) per la produzione di azoto mediante il passaggio dell'aria compressa pre-trattata attraverso un serbatoio contenente setacci molecolari al carbonio (CMS, Carbon Molecular Sieves). Il processo PSA è un processo a lotti poiché lo strato del materiale adsorbente richiede un desorbimento periodico. Per garantire un flusso costante, i sistemi PSA del generatore di azoto contengono due serbatoi di materiale adsorbente che consentono il funzionamento continuo. Un serbatoio è attivo mentre l'altro è inattivo. Al termine di ciascun ciclo, i ruoli si invertono.

Il serbatoio attivo viene pressurizzato; l'aria compressa pre-trattata entra in questo serbatoio e attraversa i CMS. Le molecole di ossigeno vengono adsorbite mentre le molecole di azoto fluiscono.

Quando il serbatoio di adsorbimento raggiunge la saturazione, il serbatoio rigenerato viene parzialmente ri-pressurizzato con il gas compresso proveniente dal serbatoio di adsorbimento. Si tratta della cosiddetta fase di equalizzazione, progettata per ridurre il consumo di aria compressa.

Quando viene rilasciata la pressione dal serbatoio saturo, il processo di rigenerazione viene avviato. Contemporaneamente, il serbatoio rigenerato viene pressurizzato fino a raggiungere la pressione di esercizio con l'aria compressa proveniente dall'ingresso nella parte inferiore e con l'azoto proveniente dal serbatoio di azoto nella parte superiore. Questo flusso di ritorno dell'azoto consente un risparmio di aria compressa e quindi contribuisce a un fattore aria/N₂ ridotto. Il ciclo quindi ricomincia.

A valle del serbatoio di azoto, sono previste due valvole per controllare il flusso di azoto:

- valvola di derivazione utenza: si apre quando la purezza richiesta dell'azoto è disponibile nel serbatoio dell'azoto;
- valvola di flussaggio: si apre quando la purezza dell'azoto richiesta non viene raggiunta. In questo modo l'azoto con un livello scarso di purezza viene espulso nell'atmosfera attraverso il silenziatore;
- regolatore di pressione: per ridurre la pressione dell'azoto alla pressione richiesta al punto di utilizzo.

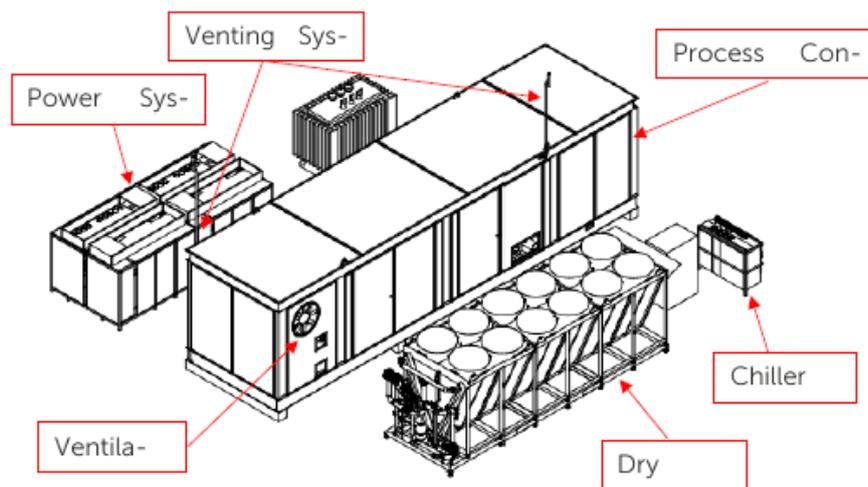
Durante il funzionamento di tale unità, vi è un'emissione continua di aria arricchita in ossigeno (E1).

3.1.2 Fase 2: sezione di produzione Idrogeno

Il presente impianto di produzione idrogeno rinnovabile sarà costituito da n.4 unità di elettrolisi, ciascuno con una capacità nominale di 400 Nm³/h di idrogeno, pari quindi complessivamente ad una capacità nominale di 1600 Nm³/h. Per tale progetto è stata selezionata la tecnologia PEM (Proton Exchange Membrane), in grado di produrre idrogeno gassoso alla pressione di 30 bar.

Ciascuna unità è costituita da:

- Container di processo che include tutti i sottosistemi di processo coinvolti nella produzione di idrogeno (n. 1 planimetria generale);
- Componenti ausiliari di processo (modulo BOP schema a blocchi), quali: chiller (n. 7 planimetria generale), dry cooler (n. 3 planimetria generale) e compressore gestione valvole (n. 4 planimetria generale);
- Componenti ausiliari elettrici, quali: trasformatore e raddrizzatore (rispettivamente, n. 5 e 2 in planimetria generale).



Ne viene di seguito fornita una descrizione.

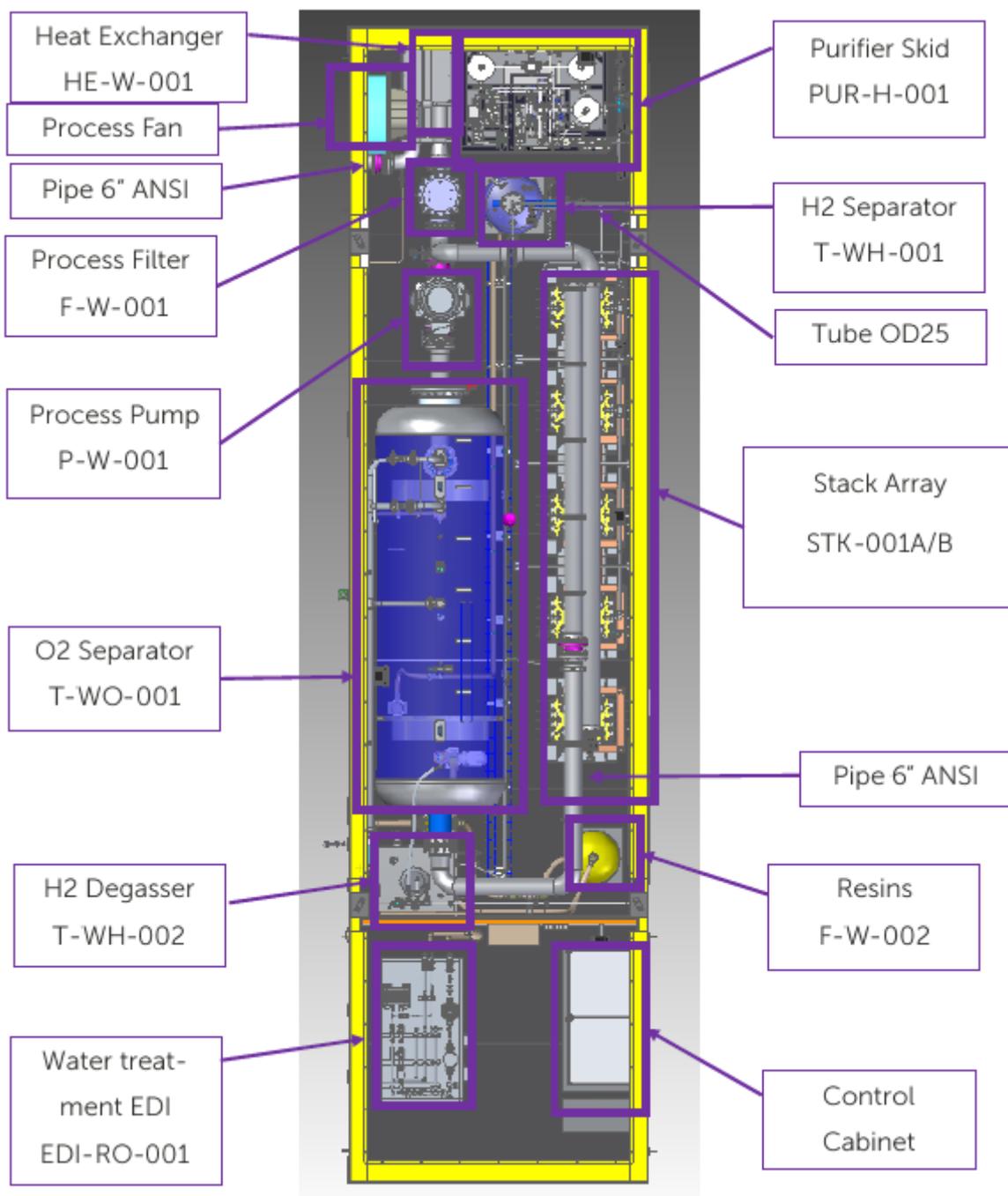
Container elettrolizzatore (n. 1 planimetria generale e "modulo ELY" nello schema a blocchi)

Il container di processo ospita un insieme di celle elettrolitiche (elettrolizzatore) dove avviene la reazione di elettrolisi, che produce idrogeno a partire da acqua ultra-pura.

Sono, inoltre, alloggiati i circuiti ad acqua per l'alimentazione delle celle e i circuiti di raffreddamento per mantenere la temperatura su livelli ottimali di operatività.

Si trovano, poi, i separatori acqua/gas per isolare l'idrogeno e l'ossigeno dall'acqua, il cui raffreddamento è gestito dalle unità ausiliarie di processo (Dry cooler e Chiller) esterne al container, tramite gli scambiatori di calore posti all'interno.

Sono infine presenti un'unità di purificazione dell'idrogeno prodotto oltre a tutto un sistema di valvole di regolazione che controllano ogni aspetto dell'operatività del processo, e il sistema di ventilazione con i camini di sfiato dell'ossigeno e dell'idrogeno/azoto.



Elettrolizzatore

L'elettrolizzatore previsto opera con tecnologia PEM (Proton Exchange Membrane).

Ogni elettrolizzatore richiede in ingresso una portata di acqua pari a 800 l/h.

Il processo elettrolitico si basa sull'utilizzo di celle elettrolitiche (stacks) equipaggiate di membrana polimerica a scambio protonico che funge da elettrolita durante la reazione chimica. L'acqua opportunamente trattata viene pompata nel comparto anodico della cella elettrochimica al fine di reagire con l'elettrodo e generare protoni (H⁺). Durante il funzionamento della cella, i protoni H⁺ migrano dall'anodo al catodo, attraverso la membrana polimerica, dove riducono in idrogeno gassoso.

Di seguito vengono riportate le reazioni chimiche di processo:

- Reazione anodica (OER): $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- Reazione catodica (HER): $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
- Reazione totale: $\text{H}_2\text{O} + \text{elettricit\`a} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$

Idrogeno e ossigeno risultanti dalla scissione della molecola d'acqua sono caratterizzati da un elevato livello di purezza.

Ogni modulo di elettrolisi è in grado di produrre 400 Nm³H₂/ora, caratterizzato da una pressione di 35 bar_g.

Sistema di purificazione dell'Idrogeno ("Modulo DEOXO" schema a blocchi)

Il sistema di purificazione ha lo scopo di rimuovere i residui di umidità e ossigeno presenti nell'idrogeno in uscita dall'elettrolizzatore. Essenzialmente, esso riveste tre funzioni:

- Purificazione: per eliminare ogni impurità proveniente dal processo di elettrolisi;
- Disossidazione: per eliminare ogni traccia di ossigeno;
- Condensazione: per eliminare ogni residuo di umidità (a livello di vapore), fino a livelli di ppm.

Funzioni che vengono eseguite utilizzando filtri a letti attivi, catalizzatori e allumina attivata, e ottimizzate con l'aggiunta esterna di azoto.

Il primo stadio di purificazione ha luogo nel cosiddetto "pre-filtro": una torre di filtri a carboni attivi, il cui ruolo è di trattenere le eventuali sostanze che possono contaminare, e pertanto ridurre l'efficacia di trattamento, del sistema DEOXO.

Il secondo stadio è il DEOXO che contiene catalizzatori attivi che aiutano a bruciare i residui di ossigeno nel gas (H₂). Tale reazione determina la formazione di vapor acqueo che sarà in parte eliminato nel chiller (vedi paragrafo sotto) e in parte nelle torri di essiccazione. Tale stadio avviene ad una temperatura di 80°C.

Infine, il terzo stadio è rappresentato dal passaggio attraverso lo scambiatore di calore, dove avviene la prima condensazione, e successivamente nelle torri di essiccazione, contenenti allumina attivata, dove avviene un'ulteriore fase di condensazione.

Il residuo liquido originato dal terzo stadio di trattamento del flusso di idrogeno viene ricircolato il testa al sistema di trattamento dell'acqua in ingresso all'elettrolizzatore.

Componenti ausiliari di processo ("modulo BOP di processo" schema a blocchi)

Ogni unità di elettrolisi presenta due sistemi di scambio termico destinati a due diversi utilizzi.

- Chiller (n. 7 planimetria generale): il sistema di purificazione dell'H₂ è asservito ad un chiller che ha la funzione di mantenere la temperatura del processo ottimale. All'interno del chiller scorre un gas refrigerante compresso.

Difatti, l'idrogeno nel purificatore segue il seguente iter:

1. In ingresso l'idrogeno viene filtrato, in modo tale da eliminare la condensa presente;
2. L'idrogeno entra poi nel DEOXO
3. Una volta uscito dal DEOXO, passa per uno scambiatore di calore dove si raffredda grazie allo scambio termico che avviene, per via indiretta, col refrigerante proveniente dal chiller (questo passaggio consente all'acqua presente di condensare);

- Dry cooler (n. 3 planimetria generale): Il dry cooler è un sistema di raffreddamento ad aria utilizzato per dissipare il calore da un fluido di processo. Funziona attraverso batterie alettate e ventilatori che convogliano l'aria esterna per raffreddare il fluido all'interno di un circuito chiuso. Il fluido utilizzato è acqua glicolata, normalmente si impiega glicole etilenico titolato al 30%. Il calore viene smaltito movimentando l'aria con dei ventilatori, la velocità degli stessi è modulata in funzione del calore da smaltire, questo per ridurre i consumi, ottimizzare le prestazioni e diminuire allo stesso tempo l'inquinamento acustico. L'energia impiegata dai ventilatori è l'unica energia richiesta da questi componenti. L'acqua glicolata del circuito chiuso viene poi mandata ad uno scambiatore acqua-acqua che permette di raffreddare lo stack alla temperatura richiesta. Questo sistema permette di minimizzare l'utilizzo di acqua pura per raffreddare lo stack.

E' poi presente un:

- Compressore valvole (n. 4 planimetria generale): Il compressore ha la funzione di comprimere l'aria fino alla pressione necessaria per pilotare le valvole elettropneumatiche presenti nel sistema. Le valvole elettropneumatiche sono controllate elettricamente; quando viene inviato un segnale elettrico, un solenoide si attiva, comandando l'apertura o la chiusura della valvola. Questo processo avviene tramite l'attuatore pneumatico, che utilizza l'aria compressa.

Componenti ausiliari elettrici

L'input di energia elettrica richiesto da ogni elettrolizzatore è pari a 2,0 MW a cui si aggiunge la potenza elettrica dei sistemi ausiliari necessari al corretto funzionamento di ogni modulo di elettrolisi.

I componenti atti alla fornitura di energia elettrica necessaria al processo elettrolitico sono:

- MV switchgear: si tratta di apparecchiatura elettrica atta alla protezione, controllo ed isolamento delle apparecchiature a valle nei sistemi di distribuzione dell'energia a media tensione. In termini operativi, è un dispositivo installato al fine di interrompere il flusso di corrente al sistema in caso di improvviso aumento di corrente e corto circuito;
- Trasformatore MT/BT (n. 5 planimetria generale): macchina elettrica che riceve in ingresso corrente alternata, la cui funzione è quella di fornire al raddrizzatore la corretta tensione di alimentazione. È prevista l'installazione di trasformatori aventi potenza nominale di 2700 kVA, raffreddati ad olio minerale;
- Raddrizzatore (n. 2 planimetria generale): apparecchiatura elettrica la cui funzione è quella di convertire la corrente alternata, proveniente dal trasformatore, in corrente continua, necessaria al processo di elettrolisi.

Sistemi di sicurezza

I moduli di elettrolisi sono dotati di numerosi sistemi di sicurezza al fine di garantire il corretto e sicuro funzionamento di tutti i processi che si svolgono all'interno dei container.

In particolare, nel container di processo, sono presenti sistemi di misurazione delle quantità di idrogeno e ossigeno nelle correnti gassose, al fine di evitare il raggiungimento di concentrazioni pericolose in caso di malfunzionamenti del processo di generazione. Si trovano quindi:

- Analizzatori HTO (Hydrogen-in-Oxygen), per monitorare i quantitativi di idrogeno all'interno della corrente di ossigeno ed eventualmente fermare la produzione con successiva depressurizzazione in caso di raggiungimento di valori anomali
- Analizzatori OTH (Oxygen-in-Hydrogen) per lo stesso tipo di verifica ma relativo alla quantità di ossigeno nella corrente di idrogeno.

Si stima, poi, un utilizzo pari a 0,5 Nm³/ora di azoto, impiegato per andare a rimuovere tracce di idrogeno presenti nel flusso d'acqua che viene ricircolata dal catodo all'anodo dello stack di elettrolisi.

Inoltre, si impiegano 5 Nm³/shutdown di azoto per inertizzare ogni modulo di elettrolisi.

L'utilizzo di azoto ha lo scopo di garantire la sicurezza dell'impianto, sia durante il processo di elettrolisi che nelle fasi di spegnimento/manutenzione.

Camini di sfiato "vent"

In ciascun container elettrolizzatore sono presenti i seguenti camini di sfiato.

n.1 Vent ossigeno

Camino utilizzato per lo sfiato in continuo della corrente gassosa di ossigeno che viene ventata in atmosfera.

Ogni elettrolizzatore scarica in atmosfera, mediante vent dedicato, una portata pari a 200 Nm³/ora di ossigeno.

n. 1 Vent idrogeno/azoto

Camino utilizzato per lo sfiato in discontinuo di idrogeno e azoto. I flussi di azoto iniettati all'interno degli elettrolizzatori vengono scaricati in atmosfera mediante il vent di scarico dell'idrogeno.

Tale camino viene utilizzato in condizioni di emergenza, a seguito di depressurizzazione dei circuiti idrogeno, o in caso di necessità, a seguito di inertizzazione con azoto per evacuare il gas.

In totale, nell'installazione sono quindi presenti:

E2 -E4 -E6 -E8 Vent ossigeno

E3 -E5 -E7 -E9 Vent idrogeno/azoto

3.1.3 Fase 3: sezione di distribuzione Idrogeno

Una volta prodotto dagli elettrolizzatori e purificato, l'idrogeno viene avviato alla sezione di distribuzione, costituita da:

- Serbatoio tampone (n. 9 planimetria generale): ha la funzione di gestire eventuali variazioni di carico tra elettrolizzatori ed il sistema di compressione posto a valle dell'impianto (impianto di distribuzione ENILIVE SPA);
- Idrogenodotto: condotta interamente interrata che consente il trasporto dell'idrogeno verso la parte di impianto posto a valle per le successive fasi di compressione, stoccaggio ed erogazione ai mezzi TPL (impianto di distribuzione ENILIVE SPA).

Serbatoio tampone (n. 9 planimetria generale e "BUFFER" nello schema a blocchi)

L'idrogeno prodotto tramite elettrolisi viene inviato ad un serbatoio tampone orizzontale la cui funzione è quella di gestire eventuali variazioni di carico tra l'elettrolizzatore ed il sistema di compressione (localizzato nell'impianto di distribuzione gestito da ENILIVE SPA). Le caratteristiche del serbatoio sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 1: Specifiche serbatoio tampone

Specifica	Valore
Pressione di progetto	42 barg
Pressione di esercizio	35 barg
Temperatura operativa	-20 °C ÷ +60 °C
Lunghezza	3,550 m
Diametro esterno	2,200 m
Capacità	10.000 L

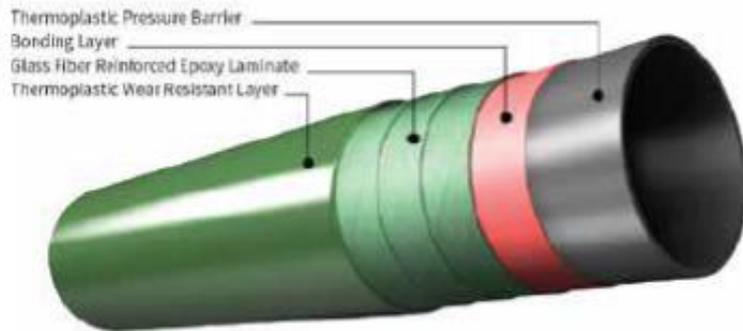
Presidio di sicurezza

In caso di emergenza, si procede con l'inertizzazione, mediante flusso di azoto, del buffer e delle linee di distribuzione dell'idrogeno a monte dell'idrogenodotto.

E' quindi presente un vent di emergenza di idrogeno/azoto in prossimità del buffer (E10).

Idrogenodotto

Per le caratteristiche intrinseche dell'idrogeno, che è una particella molto piccola che si diffonde nella struttura chimica causando l'infragilimento di diversi acciai e leghe, la condotta utilizzata per il trasporto di idrogeno dall'area di produzione all'area di distribuzione, è realizzata in materiale HDPE fibro-rinforzato.



La tubazione atta a trasportare il gas, dallo strato interno a quello esterno, risulta essere siffatta:

- rivestimento interno impermeabile;
- strato adesivo;
- strato di materiale epossidico rinforzato con fibre di vetro;
- strato esterno termoplastico resistente all'usura.

L'idrogenodotto è collegato ad entrambe le estremità ad un serbatoio tampone, presente in entrambe le aree.

Presidio di sicurezza

Sulla base di dati forniti da test eseguiti in laboratorio sul materiale, è stata stimata una permeabilità della condotta all'idrogeno gassoso di 3,01 g al giorno, considerando la lunghezza totale dell'idrogenodotto. Essendo la condotta inserita in una camicia l'intercapedine è soggetta alla formazione di una atmosfera esplosiva a partire da una concentrazione di idrogeno nel volume pari al 4%, ai fini della sicurezza è stato considerato un valore cautelativo pari al 3%.

Considerando la diffusione del gas attraverso il condotto questo limite di concentrazione si raggiunge in circa 5 giorni.

Per evitare la formazione di tale atmosfera, ogni 5 gg è pertanto prevista la sostituzione del volume interno tra camicia ed idrogenodotto con solo azoto; questo processo di inertizzazione prevede il flussaggio dell'intercapedine mediante il rilascio di ca.10 kg di azoto.

L'azoto, con eventuali tracce di idrogeno, viene rilasciato in atmosfera mediante vent specifico nell'area di distribuzione, in prossimità del punto di arrivo dell'idrogenodotto (E11).

3.1.4 Impianti ausiliari di emergenza

Come evidente nella planimetria di progetto, è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno di emergenza (n. 13 planimetria generale), il quale entrerà in funzione esclusivamente in caso di un disservizio sulla rete elettrica del distributore.

Sono alimentati da questa sorgente privilegiata i seguenti servizi principali:

- illuminazione ambienti esterni e cabine elettriche;
- impianti speciali;
- Rack Dati;
- postazione PC;
- unità di trattamento aria dedicata;
- altri servizi secondari.

Di seguito si riportano i dati caratteristici:

- Potenza PRP (kVA): 165;
- Potenza LTP (kVA): 180;
- Alimentazione: Diesel;

- Raffreddamento: Acqua;
- Cilindrata (cc): 6700;
- Capacità Serbatoio Standard (l): 120.00;
- Capacità Batterie: 50 Ah;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione: 400/230 V + N;
- Giri al Minuto: 1500.

Il gruppo elettrogeno è dotato di proprio camino di emissione (E12); trattasi di emissione discontinua, che si attiva solo in caso di emergenza e rientrante tra le attività in deroga.

4 MATERIE PRIME ED AUSILIARI NECESSARIE AL PROCESSO

La produzione idrogeno mediante elettrolizzatori richiede la fornitura di potenza elettrica e acqua, il cui approvvigionamento viene garantito mediante allaccio alla rete idrica locale.

Inoltre, nel processo produttivo sono utilizzati materiali ausiliari come, l'azoto gassoso, utilizzato per le operazioni di inertizzazione e prodotto all'interno dell'installazione mediante impianto di separazione aria, e i filtri e le resine per il trattamento dell'acqua in ingresso agli elettrolizzatori.

La tabella che segue riporta le quantità, le caratteristiche e le modalità di deposito delle materie prime e ausiliarie impiegate.

Tipo di materia prima	Stato fisico	Consumo annuo	Consumo orario	Funzione	Stoccaggio	Confinamento
Materie prime						
Acqua	liquido	20.800*mc/anno	3,2 mc/h	Materia prima	---	---
Materie ausiliarie						
Filtri a carboni attivi	solido	500 kg/anno	---	Trattamento acqua ingresso elettrolizzatori	Spazio dedicato all'interno del locale tecnico	
Resine letto misto	solido		---	Trattamento acqua ingresso elettrolizzatori	Spazio dedicato all'interno del locale tecnico	
Componentistica di ricambio	solido	100 kg/anno	---	Varie fasi operative	Spazio dedicato all'interno del locale tecnico	

*: considerando un funzionamento in continuo delle 4 unità di elettrolisi, per 20 ore/giorno e 325 gg/anno.

La sostituzione delle resine e dei filtri per il trattamento delle acque in ingresso all'elettrolizzatore avviene 1 volta l'anno per cui verranno stoccate e utilizzate solo le quantità strettamente necessarie, nei momenti di fermata.

Tutti i materiali ausiliari verranno stoccati in uno spazio dedicato all'interno del locale tecnico (si veda planimetria in All. B.22).

Durante la manutenzione programmata delle resine, vengono utilizzate apposite apparecchiature e procedure per la loro rimozione e la sostituzione.

Data la saltuarietà della sostituzione e anche per il fatto che le modalità di conservazione dei prodotti annullano ogni contatto con ambiente e persone e che nelle fasi di sostituzione vengono utilizzate delle apparecchiature e delle procedure apposite, non si ritiene che il loro utilizzo crei impatti ambientali significativi.

4.1 CONSUMO DI ENERGIA

Il fabbisogno di energia elettrica, necessario al funzionamento degli elettrolizzatori e sistemi ausiliari, sarà soddisfatto mediante allaccio alla rete elettrica nazionale con contratto di fornitura certificato verde (Garanzia d'Origine - GO).

L'impianto di elettrolisi sarà realizzato con un sistema modulare composto da quattro elettrolizzatori da 2,0 MW per un totale di 8,0 MW.

La potenza totale installata sarà pari a 8,6 MW, come indicato nella tabella seguente.

Impianto o linea di produzione	Potenza [MW]
Produzione di idrogeno per elettrolisi da 1600 Nm ³ H ₂ /h	8
Componenti ausiliari di processo	0,6

Il Consumo annuo (considerando 6500 ore/anno di funzionamento impianto) è stimato pari a circa:

Fonte	Linea di produzione	Consumo [MWh/anno]
Rete elettrica esistente	Produzione di idrogeno e componenti ausiliari	50.000

5 ESTERNALITA' AMBIENTALI

5.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

La tabella che segue riporta le emissioni continue e discontinue dell'installazione.

Tali punti di emissione si ritengono non significativi, dal momento che non contengono inquinanti, essendo caratterizzati prettamente da emissioni di ossigeno, idrogeno e azoto.

Sigla camino	Altezza dal suolo (m)	Diametro camino (m)	Fase operativa/unità di provenienza	Descrizione emissione	Caratteristiche flusso emissione	Flusso di massa
E1	3	0,025	Unità separazione aria Modulo ASU	Aria arricchita in O2	Continua, quando l'impianto è attivo. Funzionamento: 8 h/giorno	0,7 kg/h
E2	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 1	O2 vent	Continuo Funzionamento: 20 h/giorno	285,8 kg/h
E3	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 1	H2/N2 vent	Discontinuo, solo emergenza	---
E4	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 2	O2 vent	Continuo Funzionamento: 20 h/giorno	285,8 kg/h
E5	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 2	H2/N2 vent	Discontinuo, solo emergenza	---
E6	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 3	O2 vent	Continuo Funzionamento: 20 h/giorno	285,8 kg/h
E7	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 3	H2/N2 vent	Discontinuo, solo emergenza	---
E8	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 4	O2 vent	Continuo Funzionamento: 20 h/giorno	285,8 kg/h
E9	6	0,051	Elettrolizzatore Modulo ELY 4	H2/N2 vent	Discontinuo, solo emergenza	---
E10	6	0,085	Buffer	H2/N2 vent	Discontinuo, solo emergenza	---
E11	Da definire in quanto l'impianto dell'area di distribuzione è oggetto di progettazione da parte di un'altra società	0,025	Idrogenodotto	H2/N2 vent	Discontinuo*	---
E12	2	0,1	Gruppo elettrogeno		Discontinuo, solo emergenza	---

*: l'emissione si attiva in concomitanza dell'operazione di flussaggio dell'intercapedine dell'idrogenodotto, che avviene ogni 5 gg, della durata di qualche minuto.

Tutti i punti emissivi sopra indicati, sono riportati nell'Allegato B.20 "Planimetria emissioni in atmosfera".

5.2 SCARICHI IDRICI

Si prevede l'attivazione di n. 2 nuovi scarichi:

- S1: in cui sono convogliate le acque di processo e le acque di prima pioggia della platea previa disoleatura, avviato in pubblica fognatura (Ente Gestore: VERITAS SPA, di cui si allega il parere favorevole, oltre al parere favorevole del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche (Allegato B.30.1);
- Smet: in cui sono convogliate le acque meteoriche di seconda pioggia della platea, avviato al collettore comunale acque bianche esistente.

Come visto in precedenza, ogni elettrolizzatore richiede in ingresso una portata di acqua pari a 800 l/h; questa viene opportunamente trattata, mediante l'utilizzo di filtri e membrane, al fine di raggiungere il livello di purezza richiesto in ingresso agli elettrolizzatori.

Lo scarico dell'acqua ricca di impurità residua dal processo di trattamento (avente una portata pari a 1600 l/h), unitamente alle acque di prima pioggia di dilavamento della platea, verranno inviate alla rete di pubblica fognatura posta in via Righi previo passaggio in pozzetto di campionamento (scarico S1).

Nello specifico, lo scarico delle acque meteoriche di dilavamento della platea verrà trattato separando prima e seconda pioggia. La prima pioggia verrà confluita in un sistema di disoleazione e poi convogliata alla fognatura pubblica insieme alle acque di processo previa laminazione.

La seconda pioggia sarà invece rilanciata al collettore comunale (scarico Smet) nell'area adiacente al canale Brentella che scarica le acque bianche dell'area nello stesso.

Si rimanda all'Allegato B.21 "Planimetria delle reti" e all'Allegato B.30 "Relazione tecnica descrittiva degli impianti di trattamento delle acque reflue", per maggiori approfondimenti.

5.3 EMISSIONI SONORE

Le sorgenti sonore della presente installazione sono di tipo fisso; esse sono costituite da:

- N. 4 elettrolizzatori (n. 1 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 68,1 dBA;
- N. 4 Dry Cooler (n. 3 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 86,2 dBA;
- N. 4 Raddrizzatori (n. 2 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 86,2 dBA;
- N. 4 Compressori (n. 4 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 67 dBA;
- N. 4 Chiller (n. 7 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 69,9 dBA;
- N. 4 Chiller raddrizzatori (n. 6 Allegato B.23), aventi una pressione sonora di 55 dBA;
- Impianto separazione aria (n. 8 Allegato B.23), avente una pressione sonora di 62 dBA;
- Gruppo elettrogeno di emergenza (n. 12 Allegato B.23), avente una pressione sonora di 79 dB.

Per quanto riguarda il periodo di funzionamento, si specifica che tutte le sorgenti ad eccezione del gruppo elettrogeno di emergenza e dell'impianto di separazione aria (che è attivo per 8 ore/giorno) operano in continuo per 20 ore/giorno.

Si rimanda all'Allegato B.23 "Planimetria sorgenti sonore" per la relativa individuazione e all'Allegato B.24 "Valutazione previsionale acustica" per una più esaustiva trattazione dell'argomento.

5.4 RIFIUTI

L'installazione produce rifiuti esclusivamente durante le operazioni di manutenzione.

Non è comunque previsto alcun stoccaggio dei rifiuti prodotti, dal momento che gli stessi saranno subito allontanati quando prodotti (da parte della ditta incaricata delle operazioni di manutenzione) e avviati a idoneo smaltimento presso impianti autorizzati.