



Ricerca di Sistema elettrico

Descrizione dell'iter autorizzativo per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L

G.Cali, D.Marotto, S.Meloni, P.Miraglia, A.Plaisant

DESCRIZIONE DELL'ITER AUTORIZZATIVO PER LA REALIZZAZIONE E MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO P2G/L

G.Cali, D.Marotto, S.Meloni, P.Miraglia, A.Plaisant

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 – II-III annualità

Obiettivo : *Sistema Elettrico*

Progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti

Work package: 3 Power-to-gas

Linea di attività: LA 3.19 - *"Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota"*

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone, ENEA

Responsabile del Work package: Eugenio Giacomazzi, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Power-to-Gas/Liquid Utilizzo della CO2".

Responsabile scientifico ENEA: Paolo Deiana

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Indice

SOMMARIO	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 DESCRIZIONE DELL'ITER AUTORIZZATIVO DI REALIZZAZIONE E MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO P2G/L.	6
2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	6
2.2 DESCRIZIONE DELL'ITER AUTORIZZATIVO PER L'ADEGUAMENTO DEL CERTIFICATO PREVENZIONE INCENDI (CPI)	10
2.3 DESCRIZIONI DELL'ITER AUTORIZZATIVO PER LA NORMATIVA PED (PRESSURE EQUIPMENT DIRECTIVE).....	13
2.4 DESCRIZIONI DELL'ITER AUTORIZZATIVO AMBIENTALE	18
2.5 CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE ATEX	24
3 CONCLUSIONI	26
4 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI	27
5 CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI RICERCA	28

Sommario

Il progetto P2G/L, Power-to-Gas/Liquid, prevede lo sviluppo di tecnologie per il riutilizzo sostenibile della CO₂, generata o catturata, per la produzione di combustibili liquidi e gassosi. Complessivamente, il principale risultato atteso dall'attività è lo sviluppo di una infrastruttura dedicata ai processi di sintesi di metano, metanolo e DME mediante l'idrogenazione catalitica della CO₂, derivante da processi di cattura, con idrogeno prodotto dal surplus di generazione elettrica da fonte rinnovabile. Tale sviluppo consentirà un'ottimizzazione del processo finalizzata a una riduzione dei costi di investimento e operativi e all'acquisizione di dati sperimentali per lo studio delle integrazioni con altre tecnologie di generazione elettrica da fonti fossili e rinnovabili. I progressi attesi sono strettamente legati alla flessibilità delle nuove apparecchiature sperimentali, pensate per colmare il maggior numero possibile di lacune dello sviluppo tecnologico.

Il presente documento riporta le attività svolte nella seconda e terza annualità della linea di attività LA 3.19 - "Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota" del piano triennale di realizzazione 2019-2021.

L'installazione del nuovo impianto P2G/L è stata prevista all'interno di una struttura sperimentale pilota di gassificazione già esistente, dove sono state smontate e messe in sicurezza alcune sezioni non utilizzate in attività di ricerca. Inoltre per ottimizzare i tempi e i costi di realizzazione sono stati utilizzati e modificati diversi ausiliari già presenti. Nella prima annualità del progetto, oltre alle verifiche preliminari sull'area e l'avvio delle prime modifiche sulle sezioni non utilizzate, sono state effettuate le analisi preliminari sulla normativa vigente ai fini della messa in esercizio dell'impianto prototipale (report RdS/PTR2019/130). Partendo dall'analisi preliminare sviluppata, nella seconda e terza annualità sono stati definiti e conclusi tutti gli iter per l'ottenimento delle autorizzazioni sulla base della progettazione definitiva, oggetto del presente report tecnico. Nello specifico le attività hanno riguardato: valutazione delle prescrizioni dovute alla normativa ambientale, definizione delle zone ATEX (ATmosphères ed Explosives), iter per l'analisi di progetto da parte dei Vigili del Fuoco (VVF).

1 Introduzione

Nell'ambito della linea di attività 3.19 sono state eseguiti ulteriori approfondimenti per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie per la realizzazione e la messa in funzione dell'impianto P2G/L presso la piattaforma pilota Sotacarbo. Le attività si possono ritenere il naturale proseguimento di quelle svolte nel primo anno e relative alla LA 3.17 "Power-to-Gas/Liquid: analisi, verifiche autorizzative per le infrastrutture esistenti al fine del loro riutilizzo nell'impianto pilota" (report RdS/PTR2019/130).

Nello specifico, l'iter autorizzativo si può dividere in tre macroclassi:

- Normativa per gli impianti in pressione, con particolare attenzione alla direttiva 2014/68/UE comunemente detta direttiva PED (Pressure Equipment Directive).
- Normativa per l'integrazione del certificato di prevenzione incendi (CPI).
- Normativa per la classificazione delle aree a rischio esplosione, con particolare riferimento alle direttive 2014/34/UE e 99/92/CE, convenzionalmente denominate ATEX (ATmosphères ed Explosives).

Nella linea di attività è stato concluso l'iter autorizzativo per la modifica del CPI, così come l'analisi della classificazione dell'impianto secondo la direttiva PED. Le uniche prescrizioni fatte dai VVF hanno riguardato l'installazione di:

- Due misuratori per gas: idrogeno e monossido di carbonio per rilevare possibili fughe.
- Dei sistemi acustici di allarme a servizio del personale in impianto.

Per quanto riguarda l'integrazione della classificazione delle zone ATEX, Vinci Technologies (ditta realizzatrice dell'impianto) ha provveduto ad effettuare lo studio escludendo possibili zone a rischio esplosione, poiché l'impianto P2G/L non presenta potenziali fonti di rilascio in condizioni operative normali ed è improbabile che tutte le fonti rilascino contemporaneamente. In via cautelativa, l'impianto prototipale viene posizionato ad una distanza congrua dall'area degli impianti classificati per la zona ATEX II 3 G T1; l'unico componente dell'impianto P2G/L classificato ATEX è il compressore di ricircolo, soluzione adottata per garantire un grado di sicurezza maggiore.

È stata, infine esaminata la normativa ambientale per verificare se sono necessarie particolari autorizzazioni prima dell'installazione dell'impianto prototipale. Vista la tipologia dell'impianto e delle relative emissioni, si è focalizzata l'attenzione sul D.Lgs. n. 152/06 (Testo Unico in materia ambientale). Dalla analisi e dalla verifica effettuata con gli enti competenti è emerso che non è necessario attivare le procedure di valutazione di impatto ambientale e non è prevista alcuna comunicazione preventiva prima della messa in esercizio dell'impianto.

2 Descrizione dell'iter autorizzativo di realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L.

2.1 Descrizione generale dell'impianto

L'impianto pilota P2G/L è un'infrastruttura dedicata alla conversione di anidride carbonica e idrogeno in metano o metanolo o DME. Il prototipo è progettato per essere installato nell'area della piattaforma pilota classificata ATEX zona II 3 G T1 e realizzato per un funzionamento autonomo, pertanto dotato di un software di supervisione PLC e PC. L'unità si compone di un sistema di alimentazione del gas e una sezione di reazione. L'impianto è equipaggiato inoltre con una sezione di separazione e un modulo di recupero del prodotto liquido. In Figura 1 è visibile uno schema dell'impianto.

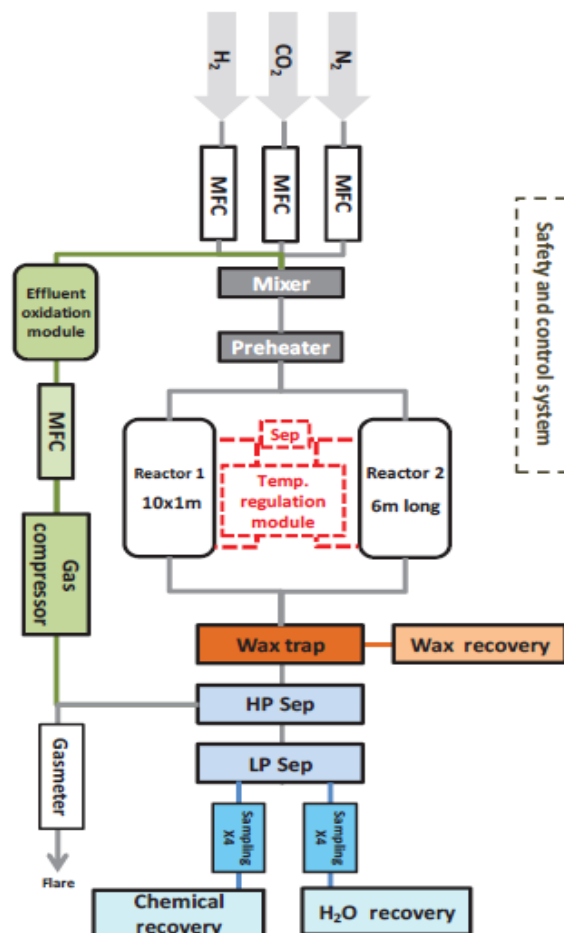


Figura 1. Schema di flusso a blocchi dell'impianto dimostrativo P2G/L

L'impianto è realizzato su uno skid modulare realizzato con un telaio in alluminio con caratteristiche di resistenza meccanica e leggerezza. Un sistema di alimentazione di gas ad alta pressione provvede all'invio di:

- Idrogeno H₂.
- Anidride carbonica CO₂.
- Azoto N₂.

Tali gas confluiscono in un miscelatore al quale vengono alimentati anche gli effluenti gassosi ad alta pressione inviati dal compressore di ricircolo del gas, attraverso un regolatore di portata.

Il sistema è progettato per funzionare in modalità di controllo della pressione. Ogni linea del gas è dotata di filtri, sistema di arresto automatico (costituito principalmente da una valvola automatica), regolatore di

pressione, manometri e valvola di arresto manuale. Il sistema di controllo dell'unità consente una regolazione automatica della reazione fra idrogeno, anidride carbonica e monossido di carbonio in una varietà di valori predefiniti dall'operatore.

Prima di raggiungere la sezione di reazione, a valle del miscelatore, un preriscaldatore porta il gas alla temperatura di reazione (400°C).

La sezione di reazione è composta da 2 reattori caratterizzati da differente configurazione:

- Reattore multitubolare composto da 12 tubi in parallelo.
- Reattore tubolare singolo di circa 6 metri di lunghezza.

Entrambi i reattori sono adatti sia per la modalità di produzione di metanolo/DME che per la produzione di metano. Essi sono collegati a un comune modulo di regolazione della temperatura che può garantire il funzionamento da riscaldatore o da refrigeratore in base ai requisiti di processo.

La scelta per entrambe le configurazioni di un reattore di rapporto lunghezza/diametro molto elevato e la regolazione della temperatura tramite circolazione del fluido con doppia camicia, si è rivelata necessaria al fine di perseguire il funzionamento isotermico nonostante le reazioni altamente esotermiche come quelle che hanno luogo nell'impianto. Il riscaldamento del fluido viene effettuato da un riscaldatore elettrico, mentre il raffreddamento viene effettuato inviando il fluido allo scambiatore di calore.

Mentre il reattore multi-tubolare appare la miglior configurazione per lo sviluppo di processi e per la prova di catalizzatori, la soluzione costituita da singolo reattore appare ideale al fine di facilitare il ridimensionamento su scala più ampia o industriale.

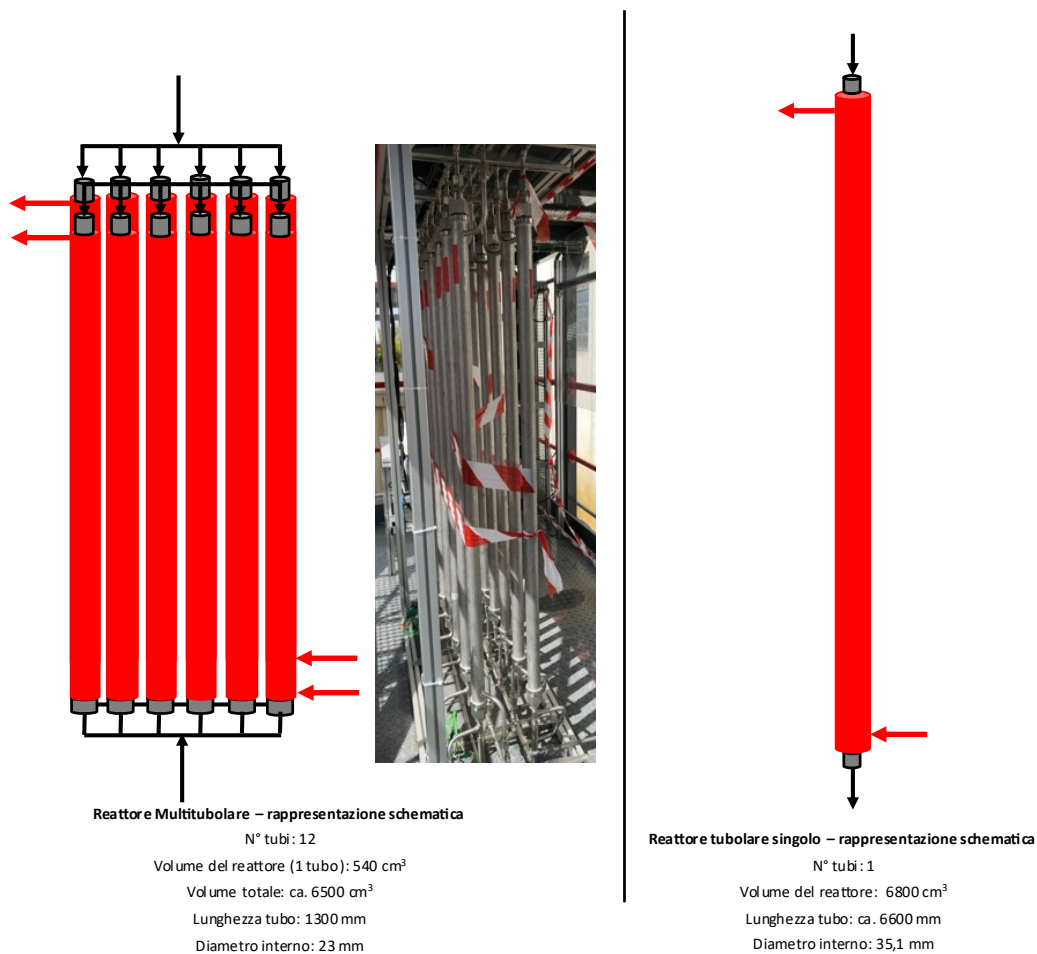


Figura 2. Rappresentazione schematica dei reattori.

I reattori (Figura 2) sono dotati di trasmettitori di pressione per monitorare le perdite di carico e di termocoppia multipoint al fine di monitorare la temperatura interna del letto del catalizzatore lungo tutto il reattore. I reattori sono dotati di valvola di sicurezza e disco di rottura per prevenire la sovrappressione.

A valle della sezione di reazione viene installato un sistema di separazione gas-liquido per garantire un'efficace separazione gas / liquido minimizzando il più possibile il trascinamento di gas in fase liquida.

Come mostrato nella Figura 3 la sezione di separazione è composta da tre contenitori:

- Trappola per cera per recuperare eventuali sottoprodotti pesanti generati durante la reazione.
- Separatore ad alta pressione per un'efficace divisione delle fasi gas e liquido.
- Separatore a 3 fasi a bassa pressione per dividere le 2 fasi liquide (fasi acquose e organiche) e la fase gassosa.

Le linee e le apparecchiature provenienti dal reattore all'ingresso del separatore ad alta pressione e passanti per il separatore di cera sono riscaldate fino a 150 °C per gestire composti pesanti. Il riscaldamento fino a 150 °C viene eseguito con precisione mediante resistenza elettrica.

L'effluente dal reattore viene prima inviato verso la trappola per cera prima di raggiungere il separatore ad alta pressione. Il separatore ad alta pressione è progettato in modo specifico per separare in modo efficiente la fase gassosa e liquida permanente, disimpegnando in modo efficiente la fase gassosa e minimizzando il trascinamento di particelle liquide / goccioline. La parte superiore del separatore ad alta pressione è dotata di una doppia camicia per migliorare l'efficienza di separazione in base alla temperatura. La doppia camicia può essere alimentata con acqua di rete o fluido refrigerato proveniente dal bagno termostatico.

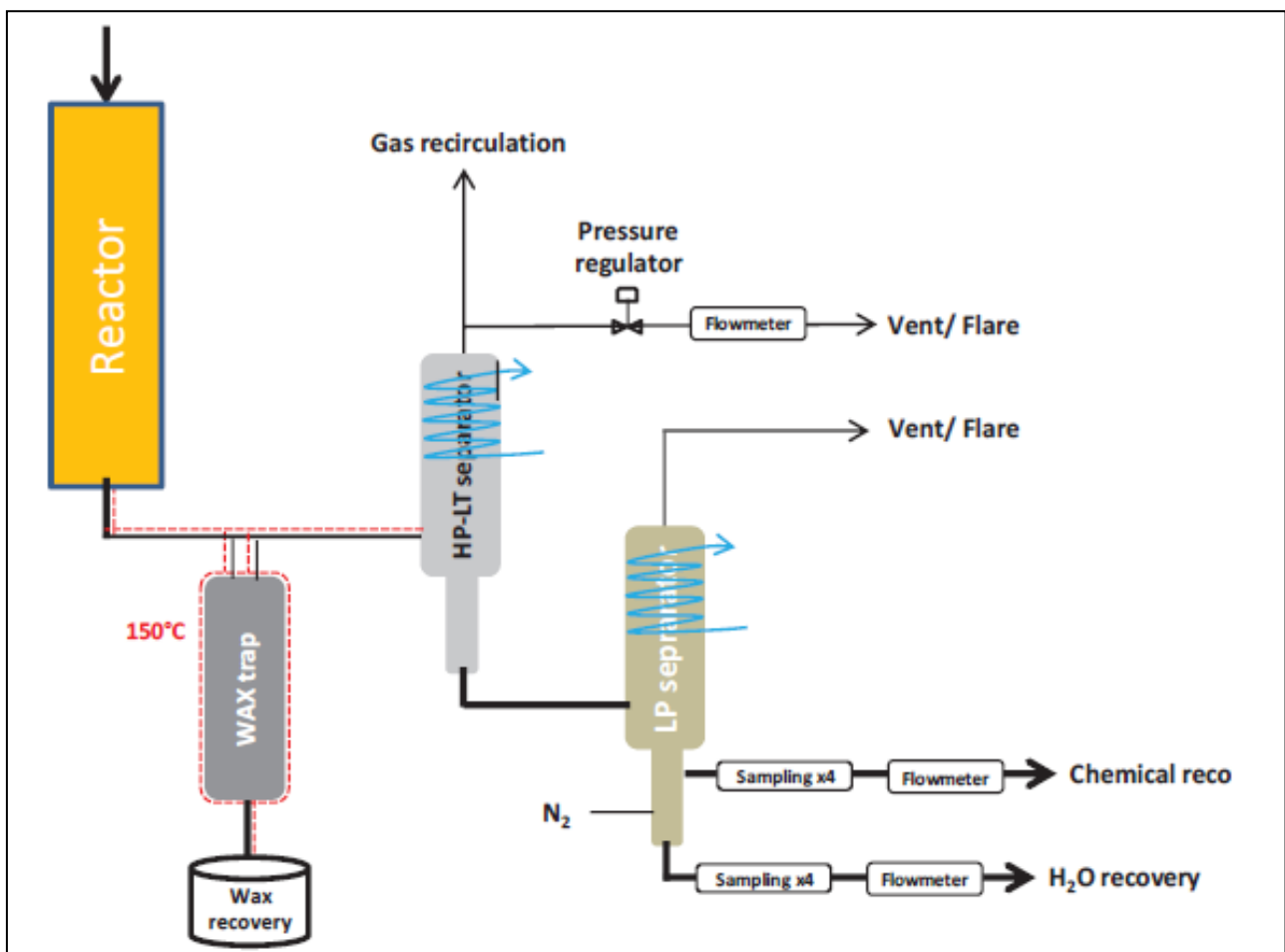


Figura 3. Rappresentazione schematica della sezione di separazione

La fase gassosa viene recuperata in modo continuo dal separatore ad alta pressione e viene inviata ad un condensatore ad elevata pressione. Quest'ultimo è composto da un tubo di 6 m per il raffreddamento seguito dal contenitore del condensatore destinato al recupero della fase liquida. Il recupero della fase gas nella parte superiore del condensatore viene inviato a:

- Compressore di ricircolo (per invio al reattore attraverso il miscelatore di gas).
- Vent, in funzione della portata gestita dal regolatore Coriolis e una valvola di controllo della contropressione che consente di regolare con precisione la pressione nei reattori e nella sezione di separazione.

La fase liquida, che viene continuamente recuperata nella parte inferiore del separatore ad alta pressione sotto controllo di livello, viene inviata al separatore di bassa pressione per le 3 fasi. Questo è dotato di una sonda per una misurazione accurata del livello del liquido ed il controllo del suo valore si ottiene utilizzando un set di valvole di controllo poste sulla linea di prelievo del liquido.

Il separatore a 3 fasi di bassa pressione utilizza l'iniezione di un flusso di azoto per eseguire lo stripping al fine di migliorare l'efficienza di separazione mediante desorbimento della fase gassosa dal liquido recuperato. Inoltre, un'iniezione di azoto consente di mantenere la pressione all'interno del separatore al fine di facilitare il prelievo del prodotto liquido. I rilevatori di livello del liquido nel separatore consentono una misurazione accurata del livello di ciascuna fase del liquido. Ogni fase viene prelevata separatamente passando attraverso una serie di valvole pneumatiche, un flussimetro di tipo Coriolis per una misurazione accurata della velocità di produzione e un sistema di campionamento a 4 fiale. La selezione del recipiente di recupero del liquido operativo viene effettuata automaticamente via software mediante l'ausilio di una valvola automatica.

2.2 Descrizione dell'iter autorizzativo per l'adeguamento del Certificato Prevenzione Incendi (CPI)

Il CPI, certificato prevenzione incendi, per la piattaforma sperimentale Sotacarbo rappresenta un adempimento normativo indispensabile per poter progettare, realizzare e mettere in funzione gli impianti presenti. La progettazione, realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L comporta la necessità di un adeguamento dell'attuale CPI. Per ottenere l'integrazione del CPI è indispensabile classificare correttamente il rischio derivante dall'attività, il carico di incendio, i combustibili utilizzati, insieme alla presentazione di tutte le certificazioni delle apparecchiature interessate.

Per le motivazioni sopra esposte è stata presentata ai VVF una relazione tecnica di approvazione al progetto dove sono state riportate le caratteristiche tecniche principali dell'impianto P2G/L e le normative tecniche di riferimento.

Gli elaborati presenti nella relazione descrivono i criteri di prevenzione incendi, gli impianti antincendio nonché i criteri adottati ai fini della sicurezza di persone e cose nell'ambito dell'installazione del nuovo "Impianto P2G/L" nell'area della Piattaforma Pilota. La relazione è stata redatta conformemente al D.M. 151/2011 art. 2 comma 7 ed al DM 7/08/2012 allegato I.

Essa dimostra il rispetto delle disposizioni del regolamento di prevenzione incendi - D.M. 151/2011 e D.M. 07/08/2012 - come documentazione tecnico progettuale allegata alla richiesta di parere di conformità al Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Cagliari.

Il nuovo "Impianto P2G/L" rientra nell'elenco che, a norma del D.M. 151/2011 e del D.M. 7 agosto 2012, è soggetto alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi per l'attività principale di cui al D.M. 151/2011 n° 1.1.C: Produzione di gas combustibile, impianti ove si producano e/o impiegano gas infiammabili e/o comburenti con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm³/h.

Nella relazione è stata riportata una breve descrizione del processo dell'impianto P2G/L dove sono state messe in evidenza: i gas tecnici utilizzati, i combustibili prodotti e le relative portate massiche. Si riportano, a titolo di esempio, le portate massiche massime prese come riferimento:

- Portata di idrogeno necessaria per alimentare l'impianto: 2 kg/h.
- Portata massima di anidride carbonica necessaria per alimentare l'impianto: 15 kg/h.
- Portata massima di metanolo prodotta dall'impianto: 5 kg/h.
- Portata massima di metano prodotta dall'impianto: 16 kg/h.
- Portata massima di demetilerete prodotta dall'impianto: 5 kg/h.

Nella relazione tecnica si è data evidenza dell'osservanza dei criteri generali di sicurezza antincendio, attraverso l'individuazione dei pericoli di incendio, la valutazione dei rischi connessi e la descrizione delle misure di prevenzione e protezione antincendio da attuare per ridurre i rischi. In particolare la relazione, completa di elaborati grafici, è stata sviluppata come segue :

- Individuazione dei pericoli di incendio.
- Descrizione.
- Valutazione qualitativa del rischio.
- Compensazione del rischio incendio (strategia antincendio).
- Gestione dell'emergenza.
- Planimetria Sotacarbo, Generale e dell'impianto P2G/L.
- Impianto P2G/L.
- Sviluppo 3D dell'impianto P2G/L.
- Fluogrammi impianto P2G/L.
- Distribuzione gas compressi.
- Schemi impianto elettrico P2G/L.

Per determinare le caratteristiche costruttive che l'impianto deve possedere e la tipologia degli impianti antincendio sono stati identificati tutti quei fattori che presentano il potenziale rischio di incendio. In particolare sono stati considerati:

- Destinazione d'uso.
- Sostanze pericolose e loro modalità di stoccaggio.
- Impianti di processo.
- Lavorazioni.
- Macchine apparecchiature e attrezzi.
- Movimentazioni interne.
- Impianti tecnologici di servizio.
- Aree a rischio specifico.

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'allegato 1 al presente report: "Relazione tecnica di prevenzione incendi".

I lavori di realizzazione dell'impianto sono iniziati dopo aver ottenuto la valutazione favorevole (Figura 4) da parte dei Vigili del Fuoco con l'unica prescrizione relativa al posizionamento di due misuratori gas per la misura delle eventuali perdite di idrogeno e monossido di carbonio collegati a degli allarmi acustici, con soglia di intervento non superiore al 25% del limite inferiore di infiammabilità.

dipvvf.COM-CA.REGISTRO
UFFICIALE U.0021424.19-10-2021
Modello_Valutazione_progetto_ordinaria_2020



Ministero dell'Interno
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO
SOCCORSO PUBBLICO E DIFESA CIVILE
COMANDO DI CAGLIARI
Ufficio Prevenzione

Fascicolo n. 23726

Al Comune di Carbonia
Servizi SUAP - Pratica CU 362595

OGGETTO: Istanza del 14/09/2021 - Richiesta valutazione di conformità antincendio del progetto di installazione di un nuovo impianto gassificatore sperimentale P2G/L presso il centro ricerche della Società Sotacarbo S.P.A. sito in località Grande Miniera di Serbariu nel Comune di Carbonia (attività n. 1.1. C dell'allegato I del D. P. R. 1.08.2011, n. 151).

Questo Comando, esaminata la documentazione tecnica relativa al progetto sopra indicato, compresa quella integrativa/sostitutiva pervenuta sino al giorno 11/10/2021 esprime, per quanto di competenza ai soli fini antincendio,

VALUTAZIONE FAVOREVOLE

riguardo la conformità di tale progetto alla normativa ed ai criteri tecnici di prevenzione incendi a condizione che, all'interno del fabbricato che ospita l'impianto, venga installato un impianto di rivelazione e allarme, per presenza di miscele infiammabili, con soglia di intervento non superiore al 25% del limite inferiore di infiammabilità.

Per quant'altro non espressamente specificato dovranno comunque essere rispettate tutte le vigenti disposizioni di legge disciplinanti l'attività.

Al termine dei lavori il Responsabile legale dell'attività, ai sensi del D. Lgs 8.03.2006, n. 139, e dell'art. 4 del D. P. R. 1.08.2011, n. 151, dovrà inoltrare a questo Comando la Segnalazione certificata di inizio attività.

La segnalazione dovrà essere corredata dalla documentazione tecnica e dalle certificazioni elencate nell'allegato.

Il Funzionario Istruttore
DCS Giorgio Seu

(firmato digitalmente ai sensi di legge)

P. IL COMANDANTE

Il Responsabile dell'Ufficio Prevenzione
Ing. Massimo DEPLANO

(firmato digitalmente ai sensi di legge)

Comando Vigili del Fuoco di Cagliari
Viale Marconi n. 300
09100 Cagliari
e-mail: comando.cagliari@vigilfuoco.it
PEC: com.cagliari@cert.vigilfuoco.it

Ufficio Prevenzione Incendi
Telefono 070/4749332/362/379
Responsabile Ufficio: D. V. Dott. Ing. Massimo Deplano
Orario Ufficio: Dal Lunedì al Venerdì dalle 8.30 alle 11.30
Mercoledì dalle 15.00 alle 17.00
PEC: com.prev.cagliari@cert.vigilfuoco.it

Figura 4. Valutazione favorevole dei Vigili del Fuoco

2.3 Descrizioni dell'iter autorizzativo per la normativa PED (Pressure Equipment Directive).

La direttiva PED 97/23/CE, recepita in Italia dal D.Lgs. 93/2000, traccia un iter tecnico-procedurale per la realizzazione e installazione di apparecchi in pressione. L'obiettivo della direttiva è fornire, ai fabbricanti di attrezzature/insiemi funzionanti ad una pressione maggiore di 0,5 bar relativi, le indicazioni necessarie per l'immissione sul mercato e la messa in servizio.

Il campo di applicazione può comprendere:

- Recipienti: reattori, colonne, scambiatori, generatori di vapore, autoclavi, pressofiltri, accumulatori a pressione, presse pneumatiche, essiccatori sotto pressione, estintori, pentole a pressione, silos a pressione, macchine per imbottigliamento bevande.
- Tubazioni: trasporto fluidi in generale.
- Accessori di sicurezza: valvole di sicurezza, dispositivi di limitazione attivati da pressione, temperatura, ecc..
- Accessori a pressione: valvole, manometri, giunti di dilatazione ecc..
- Insiemi: varie attrezzature a pressione assemblate in un tutto integrato e funzionale contenenti almeno un'attrezzatura a pressione di quelle sopraelencate.

In particolare la direttiva traccia per il fabbricante un iter tecnico-procedurale da seguire dal momento della programmazione della costruzione di un'attrezzatura a pressione al momento della sua immissione sul mercato:

- Step 1 - verificare che la pressione sia maggiore di 0,5 bar.
- Step 2 - verificare che l'attrezzatura non sia tra quelle escluse.
- Step 3 - classificare il prodotto.
- Step 4 - progettare, costruire e collaudare in conformità ai Requisiti Essenziali di Sicurezza (R.E.S.).
- Step 5 - effettuare o far effettuare la valutazione della conformità.
- Step 6 - apporre la marcatura CE.
- Step 7 - redigere la dichiarazione CE di conformità.

È importante identificare i compiti spettanti ad ogni figura coinvolta dal quadro normativo:

- Fabbricante: ha la responsabilità del progetto, della costruzione e della commercializzazione delle attrezzature.
- Installatore: installa le attrezzature conformemente alle istruzioni per l'uso o le norme di riferimento. non ha obblighi di valutare la conformità alla direttiva delle singole attrezzature o insiemi.
- Utilizzatore: può assumere il ruolo sia di fabbricante sia di installatore; ha la responsabilità in ogni caso dell'integrazione delle varie attrezzature o sottoinsiemi.

Il D.Lgs. 81/2008:

- Ribadisce (art. 9, comma 6, lettera e) che l'ISPESL è titolare delle verifiche di primo impianto.
- Incarica l'ISPESL (art. 9, comma 6, lettera i) di svolgere attività di vigilanza sulle strutture del SSN.
- Assegna all'ISPESL (art. 71, comma 11) l'effettuazione della prima delle verifiche periodiche e gli consente (comma 12) di avvalersi del supporto di soggetti pubblici o privati abilitati.
- Conferma (Allegato VII) la cadenza delle verifiche periodiche del D.M. 329/2004.

Il datore di lavoro, nel quadro degli obblighi stabiliti dall'articolo 4 e 8 del D.M. 329/04 e del D.Lgs 81/08, deve:

- Censire quali attrezzature e insiemi in pressione ricadono nel regime del DM 329/04.
- Classificare tutte le attrezzature e gli insiemi in pressione secondo la direttiva PED.

- Individuare il regime di verifiche (messa in servizio o periodiche) a cui deve sottoporsi da parte dell'ISPESL.
- Effettuare la dichiarazione di messa in servizio, quando previsto, inviando la documentazione tecnica richiesta all'ISPESL e all'ASL o ARPA.
- Sottoporre le attrezzature individuate al regime di verifiche obbligatorie imposte dal decreto ministeriale 329/04.
- Denunciare le tubazioni e recipienti per liquidi costruiti prima del 12/05/2002 e sottoporli alle verifiche periodiche.

Nel report della precedente annualità era già stata effettuata un'analisi sui macchinari già presenti nella piattaforma e soggetti alla direttiva PED. In particolare erano stati individuati i seguenti elementi:

- Serbatoio aria strumenti.
- Serbatoio aria processo.
- Essiccatore aria strumenti.
- Essiccatore aria processo.

Tutte le sezioni sopracitate sono già state sottoposte a denuncia di primo servizio e a regolare verifica periodica. Rimangono escluse dall'applicazione le tubazioni in pressione presenti nell'impianto, in quanto tutte caratterizzate da DN<80 e la sezione di produzione dell'idrogeno (PSA) in quanto già dismessa.

Le modifiche effettuate e l'installazione dell'impianto P2G/L, la cui zona di processo opererà a circa 30-60 bar, renderanno necessaria una nuova classificazione PED, che riguarderà principalmente le seguenti zone, come evidenziato nella Figura 5:

- Zona di stoccaggio dei combustibili (operante ad alta pressione, circa 200 bar).
- Zona di processo (operante a circa 30 ÷ 60 bar).
- Zona di combustione (operante a bassa pressione).

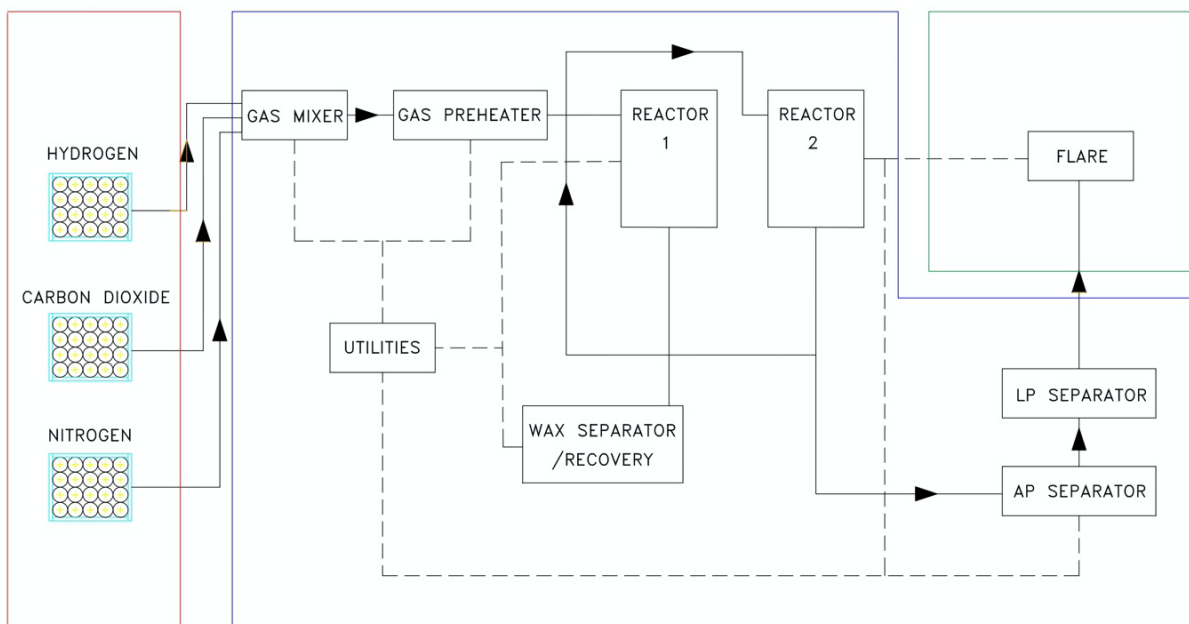


Figura 5. Diagramma di processo semplificato per PED dell'impianto P2G/L.

I recipienti in pressione saranno progettati e fabbricati in conformità con direttiva CE PED 2014/68/UE e, laddove richiesto, le tubazioni saranno progettate e fabbricate in conformità con lo standard ANSI B31.3, normativa specifica sulla determinazione degli spessori minimi delle tubazioni e raccordi.

L'iter autorizzativo per la messa in servizio delle apparecchiature in pressione si concluderà a seguito del collaudo dell'impianto P2G/L, poiché sono necessarie tutte le certificazioni delle apparecchiature presenti nell'impianto.

Le sezioni da installare saranno dunque sottoposte a denuncia di primo servizio e a controlli periodici in funzione dei criteri di seguito descritti:

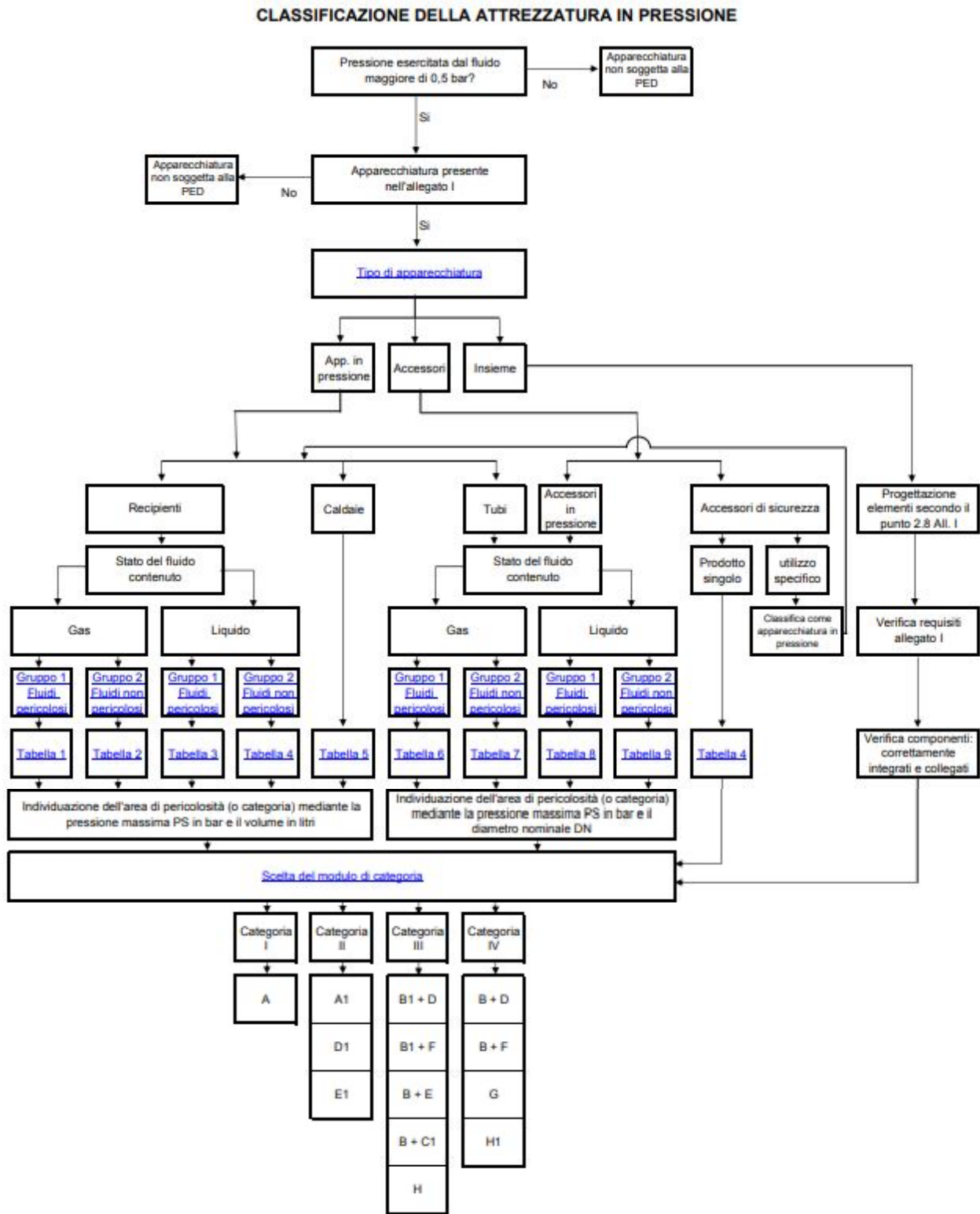


Figura 6. Schema di classificazione per gli impianti PED.

In funzione della categoria di rischio individuata saranno quindi intraprese le procedure definite dai moduli seguenti:

Categoria di rischio	Modulo da utilizzare
Art. 3 par. 3	Le attrezzature a pressione aventi caratteristiche inferiori o uguali ai limiti fissati ai punti 1.1, 1.2 e 1.3 della direttiva devono essere fabbricate secondo una corretta prassi costruttiva e devono essere corredate da sufficienti istruzioni per l'uso e recare marcature che consentano di identificare il Fabbrikante o il suo Mandatario Tali attrezzature NON devono recare la marcatura CE
I	A – Controllo di fabbricazione interno
II	A1 – Controllo di fabbricazione interno e sorveglianza della verifica finale D1 – Garanzia qualità di produzione E1 – Garanzia qualità prodotto
III	B1 + D – Esame CE della progettazione + Garanzia qualità produzione B1 + F – Esame CE della progettazione + Verifica su prodotto B + E – Esame CE del tipo + Garanzia qualità prodotto B + C1 – Esame CE del tipo + Conformità al tipo H – Garanzia qualità totale
IV	B + D – esame CE del tipo + Garanzia qualità produzione B + F – Esame CE del tipo + Verifica su prodotto G – Verifica CE di un unico prodotto H1 – Garanzia qualità totale con controllo della progettazione e particolare sorveglianza della verifica finale

Figura 7. Categorie di rischio/azioni intraprese.

2.4 Descrizioni dell'iter autorizzativo ambientale

È stato esaminato il quadro legislativo in materia di emissioni in atmosfera, sulla base di quanto emerso nella fase di progettazione dell'impianto prototipale, per verificare se sono necessarie particolari autorizzazioni prima dell'installazione e avvio dello stesso. Vista la tipologia dell'impianto e delle relative emissioni, si è focalizzata l'attenzione sul D.Lgs. n. 152/06 "Norme in materia ambientale", che definisce "emissione in atmosfera" qualsiasi sostanza, solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che può causare inquinamento atmosferico [...] (art. 268, comma 1, lettera (b)). La normativa è talmente vasta, che mette in evidenza il carattere articolato della disciplina e prevede di comunicare all'autorità competente la data di messa in esercizio dell'impianto o di avvio dell'attività, seguendo l'iter schematizzato in Figura 8.

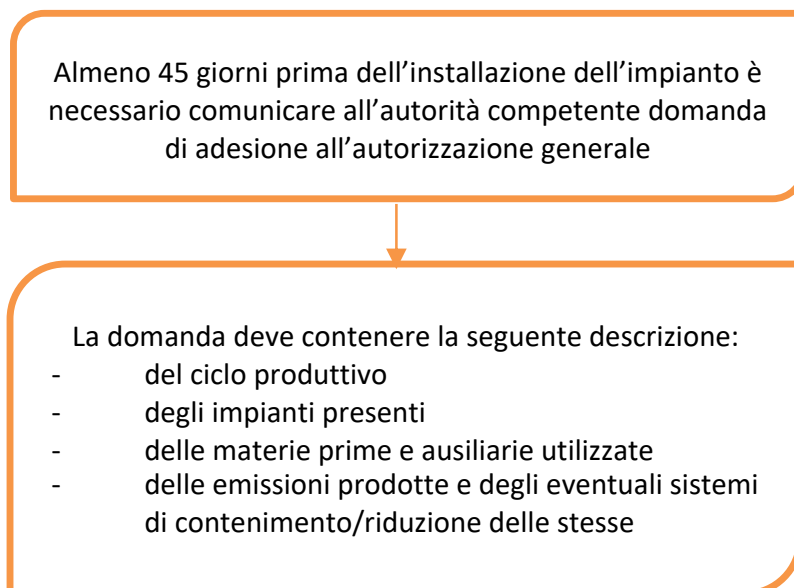


Figura 8. Schema presentazione autorizzazione generale alle emissioni.

Successivamente, dopo aver definito il progetto di dettaglio dell'impianto e sulla base degli ulteriori approfondimenti effettuati sulla normativa, sono stati richiesti pareri di competenza alla Provincia del Sud Sardegna e al Servizio Valutazioni Ambientali dell'Assessorato Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna per quanto concerne le emissioni in atmosfera e l'assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale.

Per le richieste di parere sono state considerate le seguenti assunzioni:

- Potenza termica dell'impianto: minore di 1MWt.
- Durata massima dei test sperimentali: 72 ore.
- Ore di sperimentazione annue: 500.
- Possibili reflui prodotti dall'impianto: non pericolosi.
- Possibili emissioni: non pericolose.

Di seguito si riassume quanto comunicato dagli enti interpellati, i cui pareri sono riportati in Figura 9 e



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SA DEFENSA DE S'AMBIENTE
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE

affiancate varie unità produttive funzionalmente connesse tra di loro per la fabbricazione di prodotti chimici organici di base (non di competenza statale)”, né ad altre categorie elencate negli Allegati A1 e B1 alle medesime Direttive, si comunica che non è necessario attivare le procedure di valutazione di impatto ambientale, di competenza del Servizio scrivente.

Si comunica, altresì, che dovranno essere sottoposti a parere preventivo dello scrivente gli impianti F.E.R., se di nuova realizzazione, che alimentano gli apparati di produzione dell'idrogeno.

Il presente parere è reso solo ai sensi della parte II, Titolo III del D.Lgs. 152/2006, e s.m.i., e della Delib.G. R. 11/75 del 2021, e sono fatti salvi gli altri eventuali pareri e/o autorizzazioni previsti dalla normativa vigente.

L'Ufficio è a disposizione per eventuali chiarimenti.

Il Direttore del Servizio
Daniele Siuni

Siglato da :

PAOLO PISANO

ISABELLA MANCONI

FELICE MULLIRI

Figura 10.

Le attività di sperimentazione e gli impianti su cui vengono svolte non necessitano di autorizzazione per emissioni inquinanti, proprio per la loro natura di fonte discontinua e scarsamente rilevante. Gli impianti Sotacarbo rientrano tra quelli in deroga (parte I all. IV parte V del D.lgs. 152/06), attività di cui all'art. 272 comma 1 sotto la voce: jj) Laboratori di analisi e ricerca, impianti pilota per prove, ricerche, sperimentazioni, individuazione di prototipi. Tale esenzione non si applica in caso di emissione di sostanze cancerogene, tossiche per la riproduzione o mutagene o di sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate, come individuate dall'allegato I alla parte quinta del decreto. Non è previsto inoltre l'obbligo di comunicazione preventiva, infatti nessuna provincia della Sardegna ha previsto tale adempimento, l'attività pertanto è considerata "libera". Considerato che l'impianto non è finalizzato alla produzione su scala industriale e che pertanto non è ascrivibile alla categoria di opere di cui al punto 5 dell'Allegato A1 alle Direttive di cui alla Delib.G.R. n. 11/75 del 2021 né ad altre categorie elencate negli Allegati A1 e B1 delle medesime Direttive, non è soggetto alle procedure di valutazione di impatto ambientale.

PROVINCIA SUD SARDEGNA

Legge Regionale 04.02.2016, n.2 recante "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna"

NVIO:

- Posta
- Corriere
- Raccomandata
- Fax
- A Mano
- Telematica

PROT.: N° _____

DATA: 25/11/2021

Alla Soc. SOTACARBO
Grande Miniera Serbariu
09013 Carbonia

OGGETTO: Richiesta parere di competenza realizzazione impianto pilota di Power to Fuels (P2G/L).
Risposta al quesito del 27.10.2021.

Dalle informazioni fornite, l'attività risulta appartenere a quella riportata in Allegato 34 "ALLEGATO IV ALLA PARTE QUINTA D.lgs 152/06- Impianti e attività in deroga - Parte I - Impianti ed attività di cui all'articolo 272, comma 1" sotto la voce:

jj) Laboratori di analisi e ricerca, impianti pilota per prove, ricerche, sperimentazioni, individuazione di prototipi. (Tale esenzione non si applica in caso di emissione di sostanze cancerogene, tossiche per la riproduzione o mutagene o di sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate, come individuate dall'allegato I alla parte quinta del decreto).

Si informa altresì, ove l'autorità competente non abbia previsto l'obbligo di comunicazione preventiva, l'attività è libera (nessuna Provincia della Sardegna ha previsto tale adempimento).

Distintamente

Sanluri, 26/11/2021

IL DIRIGENTE
(Ing. Gianroberto CANI)

Area Ambiente

Lettera tipo

TIPO DI DOCUMENTO:	VER.: n° 1.0 del 22.05.2008	DIRIGENTE:	-Ing. Gianroberto CANI
AREA:	Tecnica		
SETTORE:	Ambiente	SEDE:	Via Paganini, 22 - 09025 Sanluri (VS)
SERVIZIO:	Emissioni in Atmosfera	REFERENTE:	Marco ARIU
TEL.:	070 9356477	FAX:	070 9370383
C.F.:	92121560921	P.I.:	02981030923
		E-MAIL:	marco.ariu@provincia.sudsardegna.it

PAG. 1 DI 1

Figura 9. Parere della Provincia del Sud Sardegna.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SA DEFENSA DE S'AMBIENTE

ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE

05-01-00 - Direzione Generale dell'Ambiente

05-01-08 - Servizio Valutazione Impatti e Incidenze Ambientali

Alla Società Sotacarbo S.p.A.
e p.c. Alla Provincia del Sud Sardegna
e p.c. A.I.A.R.P.A.S. - Dipartimento Sulcis
e p.c. Comune di Carbonia

Oggetto: Richiesta parere di competenza del Servizio V.I.A. relativamente alla "Realizzazione impianto pilota di Power to Fuels (P2G/L)". Comunicazione Parere.

In riferimento alla richiesta in oggetto, trasmessa dalla Società Sotacarbo S.p.A. (di seguito Proponente) con nota prot. n. 194 del 27.10.2021 (prot. D.G.A. n. 25299 del 28.10.2021), vista la documentazione allegata, si rappresenta quanto segue.

La Proponente ha in programma di realizzare un impianto pilota denominato "Power to Fuels", composto da un'unità catalitica per lo stoccaggio chimico dell'energia e la valorizzazione dell'anidride carbonica (CO₂). Il processo prevede che la CO₂, reagendo con idrogeno (H₂) prodotto da fonti rinnovabili, permette la produzione di tre prodotti principali: metano (CH₄), metanolo (CH₃OH) e dimetiletere (CH₃OCH₃).

Il nuovo impianto sarà ubicato nell'area della Piattaforma Pilota di proprietà della Proponente, sita nel Comune di Carbonia, in località Grande Miniera di Sebariu.

L'impianto è composto da:

- un modulo di alimentazione del gas;
- due reattori paralleli (reattore multitubolare e reattore a tubo singolo), operanti alternativamente a seconda degli obiettivi delle singole prove sperimentali;
- separatori gas/liquido; un compressore di ricircolo.

La portata massima dei reagenti, in alimentazione all'impianto, è di 2 kg/h per l'idrogeno, e di 15 kg/ora per l'anidride carbonica, a cui corrispondono, per i prodotti, 5 kg/h di metanolo, 16 kg/ora di metano e 5 kg/ora di dimetiletere. L'impianto lavorerà, in maniera discontinua, per circa 500 ore/anno.

Premesso quanto sopra, considerato che l'impianto sopra descritto non è finalizzato alla produzione su scala industriale, e che, pertanto, non è ascrivibile alla categoria di opere di cui al punto 5 dell'Allegato A1 alle Direttive di cui alla Delib.G.R. n. 11/75 del 2021 [*Impianti chimici integrati, ossia impianti per la produzione su scala industriale, mediante processi di trasformazione chimica, di sostanze, in cui si trovano*



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SA DEFENSA DE S'AMBIENTE

ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE

affiancate varie unità produttive funzionalmente connesse tra di loro per la fabbricazione di prodotti chimici organici di base (non di competenza statale)”, né ad altre categorie elencate negli Allegati A1 e B1 alle medesime Direttive, si comunica che non è necessario attivare le procedure di valutazione di impatto ambientale, di competenza del Servizio scrivente.

Si comunica, altresì, che dovranno essere sottoposti a parere preventivo dello scrivente gli impianti F.E.R., se di nuova realizzazione, che alimentano gli apparati di produzione dell'idrogeno.

Il presente parere è reso solo ai sensi della parte II, Titolo III del D.Lgs. 152/2006, e s.m.i., e della Delib.G. R. 11/75 del 2021, e sono fatti salvi gli altri eventuali pareri e/o autorizzazioni previsti dalla normativa vigente.

L'Ufficio è a disposizione per eventuali chiarimenti.

Il Direttore del Servizio

Daniele Siuni

Siglato da :

PAOLO PISANO

ISABELLA MANCONI

FELICE MULLIRI

2.5 Classificazione delle zone ATEX

L'impianto P2G/L viene posto in un'area della piattaforma pilota in prossimità dell'impianto di gassificazione a letto fisso up-draft, tale area è classificata ATEX come zona II: luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva, costituita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia, si presenti durante il normale funzionamento, ma nel quale, se si presenta, persiste solo per un breve periodo. Inizialmente era stato valutato che anche il nuovo impianto P2G/L sarebbe stato classificato sempre per zona II. In fase di progettazione, in accordo con la società aggiudicataria Vinci Technologies, sono stati valutati diversi accorgimenti impiantistici che hanno consentito di evitare la classificazione ATEX dell'impianto. L'impianto dimostrativo di conversione di CO₂ è un impianto di ricerca versatile progettato per produrre combustibili alternativi da CO₂ e idrogeno a diverse condizioni di pressione e temperatura riportate in tabella:

Tabella 1. Principali dati di processo per i combustibili prodotti dall'impianto P2G/L.

	Produzione di metanolo e DME	Produzione di metano
Pressione di esercizio	35 barg	8 barg
Pressione massima	60 barg	30 barg
Temperatura	250 °C	325 °C
Temperatura massima	350 °C	450 °C

Tutte le linee e i recipienti sono realizzati in acciaio inossidabile 316 e sono tutti fabbricati secondo la direttiva sulle attrezzature a pressione (PED) (2014/68/UE). Il tipo preferito di connessione del tubo è il doppio anello (tipo Swagelok valutato per 700 bar) e il tipo di guarnizione metallica VCR valutato per 250 bar. L'unità è una struttura aperta a 3 piani composta da un telaio in acciaio, da linee di processo e attrezzature.

Al fine di effettuare una corretta valutazione delle zone a rischio esplosione si riassumono di seguito le sostanze infiammabili presenti nel processo:

- idrogeno: massa molare: 2 g/mol, densità: 0.09 kg/m³, limiti di infiammabilità: 4% - 75% temperatura di autoaccensione 585 °C, punto di ebollizione -253 °C;
- metano: massa molare 16 g/mol, densità: 0.66 kg/m³, limiti di infiammabilità: 4,4% - 17%, temperatura di autoaccensione 537°C, punto di ebollizione -165°C, punto di infiammabilità: -188°C;
- metanolo: massa molare: 32 g/mol, densità: 792 kg/m³, limiti di infiammabilità: 6% - 36%, temperatura di autoaccensione 470°C, punto di ebollizione 65°C, punto di infiammabilità: 12°C;
- dimetiletere: massa molare: 46 g/mol, densità: 1.92 kg/m³, limiti di infiammabilità: 3,4% - 26,7% temperatura di autoaccensione 350 °C, punto di ebollizione -24 °C, punto di infiammabilità: -42°C
- monossido di carbonio: massa molare 28 g/mol, densità 1.184 kg/m³, limiti di infiammabilità: 12,5% - 74%, temperatura di autoaccensione 609 °C, punto di ebollizione -192°C, punto di infiammabilità.

Tabella 2. Caratteristiche principali delle sostanze infiammabili presenti nel processo.

	Massa Molare (g/mol)	Densità (kg/m ³)	Limiti di infiammabilità (%)	Temperatura di autoaccensione (°C)	Punto di ebollizione (°C)	Punto di infiammabilità (°C)
H ₂	2	0,09	4 - 75	585	-253	-
CH ₄	16	0,66	4,4 - 17	537	-165	-188
Metanolo	32	792	6 - 36	470	65	12
DME	46	1,92	3,4 - 26,7	350	-24	-42
CO ₂	28	1,184	12,5 - 74	609	-192	-

Nel processo sono presenti anche sostanze non infiammabili come: CO₂, H₂O, N₂.

Dopo aver individuato le sostanze infiammabili e le loro proprietà fisiche, si è proceduto alla valutazione delle fonti di possibile rilascio. Il rilascio non è previsto in condizioni operative normali ed è improbabile che tutte le fonti rilascino contemporaneamente. Si riporta di seguito l'elenco delle fonti possibili di rilascio:

- Valvola di controllo della pressione etichettata PV3401: è una valvola proporzionale situata alla fine del processo per controllare la pressione del sistema e per sfiatare i prodotti gassosi che non vengono riciclati.
- Valvola di controllo della pressione contrassegnata FV-5101: è una valvola proporzionale situata sulla linea di ricircolo, che alimenta il gas di ricircolo al processo.
- Connessioni di unione ad anello statico.
- Sistema di sfiato del processo, collegato ai limiti della batteria con flange.
- Reattore a tubo singolo, collegato al processo tramite connessioni flangiate.
- Camicia riscaldante, collegata al reattore a tubo singolo tramite connessioni flangiate.
- Compressore a ricircolo, del tipo a membrana metallica, dotato di un sistema di rilevamento delle perdite con un doppio diaframma.

Tutte le possibili fonti di perdite di combustibile in fase gas sono state classificate come non a rischio esplosione, l'unico componente classificato ATEX zona II è rappresentato dal compressore di ricircolo (soluzione adottata per garantire una maggiore sicurezza). La valutazione della classificazione ATEX dell'impianto P2G/L è stata effettuata da Vinci Technologies ed è riportata nell'allegato 2 - Rapporto di classificazione ATEX. Tale valutazione è stata successivamente integrata nel documento generale della classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per presenza di gas o polveri combustibili dell'intera area che ospita gli impianti sperimentali (Allegato 3 - relazione generale sulla classificazione ATEX).

3 Conclusioni

Nel report sono state descritte le attività eseguite per lo svolgimento degli iter autorizzativi riguardanti:

- Adeguamento del certificato di prevenzione incendi CPI.
- Autorizzazione alla messa in servizio delle apparecchiature in pressione certificazione PED.
- Classificazione delle zone ATEX.
- Autorizzazione ambientale.

Durante il progetto in corso, si è proceduto alla presentazione delle richieste di autorizzazioni agli enti preposti e alla produzione dei documenti necessari per ottenere le suddette autorizzazioni.

Per quanto riguarda l'adeguamento del CPI è stata inviata la relazione di approvazione al progetto. Tale relazione ha avuto esito positivo, con la sola prescrizione della necessità di installare due rilevatori di gas per individuare le possibili fughe di monossido di carbonio e idrogeno.

L'iter autorizzativo per la messa in servizio delle apparecchiature in pressione si concluderà a seguito del collaudo dell'impianto P2G/L, poiché sono necessarie tutte le certificazioni delle apparecchiature.

È stata eseguita la classificazione delle zone ATEX e l'impianto P2G/L è risultato non ricadere nelle zone a rischio esplosione ad esclusione del compressore di ricircolo.

Sono state infine ottenute tutte le autorizzazioni alla messa in esercizio dell'impianto, raggiungendo gli obiettivi previsti.

Per lo svolgimento di alcune delle attività ci si è avvalsi della collaborazione di professionisti esterni, abilitati alla presentazione delle pratiche, con i quali si è lavorato in stretta collaborazione, garantendo il supporto necessario.

4 Abbreviazioni ed acronimi

P2G/L - Power-to-Gas/Liquid

VVF – Vigili del Fuoco

ATEX (ATmosphères ed Explosives)

PED - Pressure Equipment Directive

CPI – Certificato Prevenzione Incendi

RES - Requisiti Essenziali di Sicurezza

ISPESL - Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro

5 Curriculum scientifico del gruppo di ricerca

L'attività di ricerca oggetto di questo rapporto è stata condotta dai ricercatori della Sotacarbo SpA, Società nata originariamente con lo scopo di rilanciare con studi e ricerche scientifiche le attività legate al carbone Sulcis, ma che da anni ha cambiato radicalmente le finalità della propria attività di ricerca, focalizzata oggi sui sistemi di conversione dell'energia caratterizzati da **basse emissioni di anidride carbonica** – per applicazioni sia nel settore della generazione elettrica che nei settori industriali – nonché sulla produzione di combustibili puliti (principalmente metanolo, dimetiletere, metano e idrogeno) ottenuti attraverso l'accumulo chimico di energia da fonti rinnovabili.

In tale ambito, l'attività di ricerca si può schematizzare – in modo molto semplificato – nei cinque macro-temi riportati sinteticamente in Figura 5.1: energia da biomasse e materiali di scarto (prevalentemente mediante processi di gassificazione), separazione, riutilizzo e confinamento della CO₂ (con particolare riferimento, in quest'ultimo caso, ai sistemi di monitoraggio dei siti di confinamento geologico), produzione di e-fuels e idrogeno rinnovabile ed efficienza energetica.

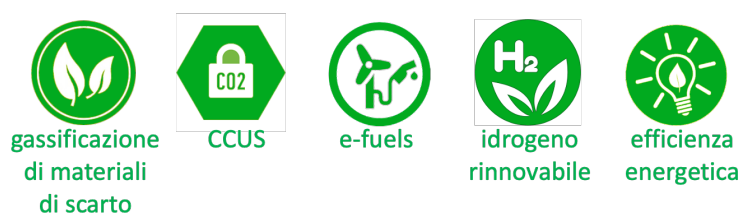


Figura 5.1. Schematizzazione delle tematiche di ricerca in corso presso Sotacarbo.

I temi di cui sopra sono, come detto, pienamente **coerenti con le strategie europee** sulla riduzione delle emissioni di CO₂, tanto che il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e il Ministero dello Sviluppo Economico – riconoscendo il ruolo di riferimento nazionale sulle tematiche legate alle tecnologie in questione – hanno nominato due ricercatori Sotacarbo come referenti italiani nell'*Implementation Working Group* sulle tecnologie CCUS del *SET Plan* europeo.

Una delle principali caratteristiche che differenzia le attività di ricerca di Sotacarbo da quelle di gran parte degli altri soggetti operanti nel settore (enti di ricerca, sistema accademico e spesso anche realtà industriali) è la disponibilità di **infrastrutture di ricerca all'avanguardia**, generalmente caratterizzate da un'elevata versatilità e dall'accuratezza dei sistemi di misura. Ciò consente di effettuare studi di ricerca applicata che costituiscono l'anello di congiungimento tra il mondo accademico (e, più in generale, della ricerca di base) e l'industria. Molte delle infrastrutture sperimentali a disposizione presso il Centro Ricerche Sotacarbo fanno parte della rete europea di laboratori di eccellenza ECCSEL-ERIC¹ e sono disponibili per attività scientifiche congiunte con partner internazionali.

Grazie alla natura della Società e dei finanziamenti (quasi esclusivamente di carattere pubblico), la quasi totalità dei risultati scientifici ottenuti da Sotacarbo è di **dominio pubblico** e l'attività sperimentale è sempre più finalizzata alla pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche internazionali di alto livello.

Le attività di ricerca teorica e sperimentale sono affidate a **personale altamente qualificato**. In particolare, l'area tecnico/scientifica della società è composta da 25 ricercatori laureati (in Ingegneria, Chimica, Scienza dei Materiali e Scienze Geologiche) di cui oltre un quarto dottori di ricerca. L'attività sperimentale beneficia del supporto dell'officina meccanica interna, dell'area comunicazione e gestione progetti. Nello specifico le competenze sviluppate dal gruppo di ricerca impegnato nelle attività del piano triennale 2019-2021, riguardano:

- attività di ricerca teorica e sperimentale su temi quali tecnologie di gassificazione di biomasse e rifiuti plastici e di separazione, utilizzo e confinamento della CO₂ (CCUS, carbon dioxide capture, utilization and storage);

¹ ECCSEL (the European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure), rete internazionale di laboratori di eccellenza sulle CCUS – dei quali fa parte anche Sotacarbo – è stata costituita come ERIC (European Research Infrastructure Consortium) dai governi di Italia (rappresentata dal MIUR), Regno Unito, Francia, Olanda e Norvegia (che ospita la sede operativa)

- produzione di combustibili liquidi (metanolo, dimetiletere, ecc.) e gassosi (idrogeno, metano) da biomasse e CO₂ attraverso processi termochimici ed elettrochimici;
- ricerca teorica e sperimentale su tecnologie fotoelettrochimiche applicate in campo energetico ed ambientale;
- ricerca e sperimentazione su tecnologie di separazione della CO₂ con tecniche pre-, post- e ossi-combustione;
- analisi di caratterizzazione dei combustibili e studi cinetici attraverso metodi termogravimetrici;
- studio, analisi e caratterizzazione chimico-fisica dei combustibili adatti all'impiego in sistemi per la produzione di energia;
- studio e sviluppo delle tecnologie per la separazione dell'anidride carbonica tramite assorbimento su solventi, membrane e sorbenti solidi;
- studi e sperimentazione su materiali e sistemi per la produzione di *e-fuels* attraverso processi termochimici e fotochimici;
- studi di processo e analisi dei dati sperimentali;
- studio e sviluppo di tecniche analitiche chimico-fisiche di appoggio alle attività sperimentali;
- studi di impatto ambientale e gestione con gli enti preposti ai controlli
- progettazione di apparati sperimentali;
- gestione di campagne sperimentali con strumenti da laboratorio e in impianti di taglia da banco, pilota e dimostrativa;
- definizione di procedure e tecniche di analisi;
- studi tecnico-economici e analisi di fattibilità sull'applicazione delle tecnologie CCUS in contesti industriali;
- sviluppo di modelli economici avanzati per studi di fattibilità.