

PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

AFFIDATARIO 1

Tema - Titolo del progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e
relative interfacce con le reti

Durata: 36 mesi

Semestre n. 2 – Periodo attività: 01/07/2019 –31/12/2019

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

Il progetto è organizzato in tre diversi WP (**WP1 Accumulo Elettrochimico, WP2 Accumulo Termico, WP3 Power to Gas**), ognuno dei quali è focalizzato su una tecnologia specifica di accumulo energetico. Nel secondo semestre sono proseguite le attività volte principalmente allo screening e selezione di nuovi materiali ed alla finalizzazione degli studi sullo stato dell'arte e modellistici.

WP1: le attività nel secondo semestre 2019 sono proseguite sulle tematiche iniziate il primo semestre, con l'obiettivo di individuare materiali idonei per la realizzazione dei componenti (elettrodi/separatori) utilizzati per la realizzazione delle celle. In particolare si sono prodotti materiali e componenti per batterie litio-ione innovative, materiali per batterie sodio-ione e studi su batterie al litio metallico quali le litio-zolfo e le litio-aria.

WP2: nel secondo semestre sono proseguite le attività sperimentali sull'accumulo termico (WP2) e sono state portate a termine alcune analisi numeriche basate su di esse. Le attività sperimentali hanno riguardato la caratterizzazione e l'interpretazione del comportamento termico di elementi, formati da un tubo centrale in acciaio e un guscio di materiale di accumulo, costituito da calcestruzzo, con e senza l'aggiunta di una piccola quantità di materiali compositi a cambiamento di fase stabilizzati in forma (Stabilized Shape Composite Phase Change Materials, SS-CPCM), e sono stati messi a punto e applicati una serie di modelli numerici 1D e 2D, basati sul metodo degli elementi finiti (FEM). Riguardo all'accumulo mediante calore latente, sono state eseguite prove sperimentali nell'intervallo 200-260 °C sul modulo di accumulo LHTES in accoppiamento con Solteca3 e utilizzando come fluido termovettore il Paratherm NF. In tale ambito è stata studiata la possibilità di utilizzare dei modelli di tipo termodinamico conduttivo, in cui si possa tenere conto del contributo dello scambio termico convettivo all'interno del PCM, senza simulare il comportamento fluido-dinamico, ma utilizzando un modello basato sul "metodo della conducibilità termica effettiva" implementando un modello di tipo CFD. Sull'accumulo termochimico è stato selezionato come materiale più promettente, tra gli ossidi metallici, il $MnAl_2O_4/MnAl_2O_4-\delta$, caratterizzato da una struttura stabile e matrice di dimensioni adeguate all'utilizzo in reattori e ne è stata trovata l'entalpia di reazione. Sono stati altresì caratterizzati morfologicamente e in TGA i carbonati, con la messa a punto di un metodo preparativo, che consente di ottenere campioni con resa di carbonatazione pressoché unitaria, anche in corrispondenza di tempi brevi di reazione. Questo tipo di attività è stata anche divulgata al Convegno SolarPaces 2019. In questo semestre non è ancora previsto l'apporto dei co-beneficiari.

WP3: le tematiche trattate si riferiscono alle tecnologie Power-to-Gas/Liquid (P2G/L), all'integrazione di tali tecnologie con sistemi di generazione elettrica innovativi e alla produzione di idrogeno con processi

innovativi. Relativamente alle tecnologie P2G/L, è stato finalizzato lo stato dell'arte e definito un "database" di progetti e di dimostrativi a livello europeo, sono state analizzate le configurazioni degli impianti, la tipologia di reattori, le condizioni operative del processo e individuati i possibili catalizzatori per i diversi processi. Sono state definite le specifiche tecniche degli impianti prototipali P2G/L da realizzare nel corso del progetto presso ENEA e SOTACARBO; in particolare, SOTACARBO ha individuato il sito per la costruzione dell'impianto ed ha già eseguito le prime modifiche delle infrastrutture ivi preesistenti per il loro riutilizzo. Sono proseguite le attività di ricerca sulla produzione del DME, ed individuati alcuni catalizzatori utilizzabili nella sintesi diretta. ENEA ha poi proseguito le attività sull'integrazione della tecnologia P2G con sistemi di generazione elettrica innovativi, con accento sulla fuel-flexibility: ha ulteriormente sviluppato il sistema DOES per il monitoraggio dei gas prodotti dalla combustione, e definito le specifiche tecniche per la progettazione e la realizzazione del sistema di accumulo e alimentazione della linea idrogeno per la turbina a gas Turbec T100 S3 dell'impianto AGATUR. ENEA ha infine proposto un sistema di generazione elettrica innovativo a CO₂ supercritica ibridizzato con un sistema accumulo termico: sono state definite le specifiche di base dei due turbo-gruppi del ciclo di potenza, concepito per convertire in energia elettrica il calore proveniente da una sorgente ad alta temperatura.

Con riferimento alla produzione di idrogeno da elettrolisi sono proseguite le attività investigative rivolte principalmente alla ricerca di nuovi materiali. Attività di screening di metalli anche per la produzione di idrogeno da cicli termochimici. La progettazione preliminare di un reattore di reforming a membrana, basata su simulazioni effettuate attraverso un modello matematico semplificato.

Per ciò che concerne la disseminazione, nel corso del 2019 ENEA ha partecipato a conferenze nazionali ed internazionali, tavoli tecnici, riunioni di esperti nell'ambito di programmi di collaborazione tecnologica dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), e dell'Alleanza Europea per la Ricerca sull'Energia (EERA). Durante tali eventi, i ricercatori ENEA hanno potuto confrontarsi con altri esperti del settore, illustrando le proprie attività e verificandone l'allineamento con le principali strategie nazionali ed internazionali sui temi relativi all'accumulo energetico. Con specifico riferimento all'accumulo elettrochimico (WP1), si segnala che sono stati realizzati complessivamente 17 lavori a stampa. Le attività sull'accumulo termico (WP2) hanno previsto la partecipazione al Convegno SolarPaces 2019 con il lavoro "Mayenite-supported CaO for Thermochemical Storage Applications: "Analysis of Dynamic Behavior Under Charging/Discharging Cycles" in corso di pubblicazione su rivista scientifica internazionale (AIP).

Le attività inerenti la ricerca in ambito P2G/L (WP3) hanno portato alla realizzazione di 7 articoli su rivista e 11 partecipazioni a workshop e congressi. Sul tema della produzione di idrogeno da fonte rinnovabile ENEA ha partecipato a diversi eventi: 11th International Symposium on Molten Salts Chemistry and Technology (svolto nel primo semestre), Tavolo tecnico del gruppo H2IT, Expert Forum Sustainable Materials for Future Mobility, Conferenza "The Hydrogen Challenge"; Meeting dell'annex 33 del programma di collaborazione tecnologica IEA ES.

SOTACARBO, per garantire le attività di diffusione dei risultati prodotti, ha avviato nel corso del 2019 azioni per ampliare e diversificare il pubblico di riferimento attraverso la pubblicazione di articoli originali e proposte formative che coinvolgessero sia studenti universitari che delle scuole elementari, medie e superiori. Ha prodotto inoltre 4 articoli su rivista ed ha previsto 8 partecipazioni a workshop e congressi

Inoltre, sia ENEA che i co-beneficiari coinvolti, hanno prodotto i relativi rapporti tecnici richiesti per ognuna delle Linee di Attività di ricerca (LA) descritte nel seguito.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
ENEA	<p>WP1</p> <p>LA1.1 – LA1.6 (sviluppo di materiali anodici e catodici): sul fronte dei materiali catodici per batterie Li-ione innovative, lo spinello di nichel e manganese, preparato per via umida, è stato addizionato di quantità variabili di fase monoclina e le proprietà della miscela di fasi analizzate da un punto di vista elettrochimico. Dal lato anodico sono stati prodotti supporti di nanocarbonio, nanofili di silicio e nanostrutture di idruro di magnesio. Sono state prodotte nanostrutture di carbonio formate da nanoparetri di grafene (nanowall) in grado di ospitare i materiali anodici. Variando i parametri di crescita si è riusciti a preparare nanofili di silicio del tipo core-shell modificando sia le dimensioni del <i>core</i> cristallino sia il diametro totale. Utilizzando l'idrogeno come agente di infragilimento sono state ridotte ulteriormente le dimensioni dell'idruro di magnesio.</p> <p>LA1.6 (realizzazione di separatori innovativi per batterie Li-ione): i separatori per batterie Li-ione formati da nanofibre di policaprolattone sono stati utilizzati per la realizzazione e il testing di batterie complete.</p> <p>LA1.8/LA1.10/LA1.11 (realizzazione di celle complete): sono stati realizzati elettrodi tramite stampa rotocalco con un numero crescente di strati, variabili da 1 a 5 e le loro proprietà testate in celle al litio. E' stato messo a punto il processo di produzione che porterà alla sintesi di circa 1 kg di $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ e sono stati prodotti nastri elettrochimici catodici ed anodici per la realizzazione di batterie complete Li-ione. L'utilizzo di celle rivestite di alluminio ha permesso di ottenere dei cicli stabili per il materiale ad alta tensione di lavoro di formula $\text{NaLi}_{0.2}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_2$, utilizzato come catodo in celle al sodio. LA1.7/LA1.9 (batterie post litio-ione): è stata misurata la conducibilità e la stabilità elettrochimica dei liquidi ionici usati come co-formulanti per la realizzazione di elettroliti per batterie sodio-ione. Parallelamente è stato messo a punto un metodo di fabbricazione di una cella monopolare litio-zolfo tramite la descrizione delle operazioni unitarie e delle attrezzature necessarie per la sua realizzazione.</p> <p>LA1.12 (studi sull'invecchiamento): infine sono state completate le prove vita volte a determinare gli effetti degli stress sulla durata di vita ciclica delle batterie Li-ione: oltre alle celle con anodo in grafite lo studio è stato esteso anche a batterie con anodo in ossido di titanio litiato.</p> <p>WP2</p> <p>LA2.1 (materiali cementizi): caratterizzazione sperimentale e l'interpretazione del comportamento termico di elementi di accumulo termico di diametro 100mm e lunghezza 500mm, formati da un tubo centrale in acciaio e un guscio di materiale di accumulo, costituito da calcestruzzo, con e senza l'aggiunta di una piccola quantità di materiali compositi a cambiamento di fase stabilizzati in forma (Stabilized Shape Composite Phase Change Materials, SS-CPCM). L'SS-CPCM è stato realizzato includendo una piccola quantità (3% in peso rispetto il calcestruzzo) di sali solari (intervallo di fusione: 219-240°C) assorbiti in un mezzo poroso stabilizzante (diatomite). I provini, opportunamente coibentati per limitare le perdite termiche, sono stati testati sia in fase di carica che di scarica termica. La carica termica dei moduli in calcestruzzo è stata realizzata attraverso il riscaldamento delle pareti del tubo centrale per effetto joule, mentre il raffreddamento è stato effettuato attraverso il passaggio di aria compressa all'interno del tubo.</p> <p>LA2.2 (materiali a cambiamento di fase):</p>

-sono state eseguite le prove sperimentali nell'intervallo 200-260 °C sul modulo di accumulo LHTES in accoppiamento con Solteca3 e utilizzando come fluido termovettore Paratherm NF, in carico e scarico, per le perdite termiche a temperatura costante e a sistema inattivo e le analisi di carico e scarico del TES in più cicli;

- studio della possibilità di utilizzare dei modelli di tipo termodinamico conduttivo, in cui si possa tenere conto del contributo dello scambio termico convettivo all'interno del PCM, senza simulare il comportamento fluido-dinamico, ma utilizzando un modello basato sul "metodo della conducibilità termica effettiva". Si è così implementato sia un modello di tipo CFD, quindi in grado di simulare la presenza dei moti convettivi, sia due modelli di tipo termodinamico conduttivo, uno dei quali a conducibilità termica effettiva, e l'altro a conducibilità termica base del PCM. Questi modelli sono stati utilizzati per simulare sia la fase di carica, sia la fase di scarica di un sistema di accumulo a calore latente di tipo shell-and-tube;

LA2.3 (selezione materiali più promettenti):

- per gli ossidi metallici: selezione del materiale più promettente (spinello $MnAl_2O_4/MnAl_2O_4-\delta$), ed individuazione sperimentale dell'entalpia di reazione (133 J/g), che può ancora essere significativamente migliorata ottimizzando i metodi di sintesi dello spinello;

- per i carbonati: caratterizzazione morfologica e test in TGA (cicli ripetuti di calcinazione/carbonatazione) dei materiali ottenuti dai due metodi preparativi A e B. Il campione B ha evidenziato qualità migliori in termini di conversione e stabilità.

- Partecipazione al Convegno SolarPaces 2019 con il lavoro "Mayenite-supported CaO for Thermochemical Storage Applications: "Analysis of Dynamic Behavior Under Charging/Discharging Cycles" in corso di pubblicazione su rivista scientifica internazionale (AIP)

WP3

LA 3.1 (Power-to-Gas): stato dell'arte e definizione delle configurazioni più idonee nel contesto italiano. È proseguita e conclusa l'analisi avviata sullo stato dell'arte, e sono state definite alcune possibili applicazioni valide per il contesto italiano. Quanto svolto nella LA3.1 è propedeutico alle attività che saranno svolte nei due anni successivi (LA3.2, LA3.3), avendo come obiettivo finale la valutazione e l'analisi delle performance tecniche, economiche e ambientali di sistemi P2G inseriti in un contesto multi-parametrico che tenga conto di diversi scenari di alimentazione di energia elettrica da fonti rinnovabili, diverse sorgenti di CO_2 , differenti utilizzi del gas prodotto. Un ulteriore obiettivo è il benchmark delle prestazioni e dei benefici della tecnologia P2G con quelli relativi ad altre tecnologie di accumulo energetico.

LA 3.12 (Power-to-Gas/Liquid): studio di catalizzatori commerciali per la sintesi diretta di DME. E' proseguito lo studio avviato sulle zeoliti (attività catalitica, stabilità e disattivazione); sono stati effettuati confronti con una zeolite commerciale (BEA), tal quale e funzionalizzata con gruppi sulfonici. La ricerca ha portato all'individuazione di catalizzatori, attivi già a temperature inferiori a 100 °C, ponendo le basi per un loro positivo impiego, in forma modificata, nella sintesi diretta del DME da miscele gassose CO_2/H_2 .

LA 3.24 (Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi): fuel-flexibility – sviluppo sezione H_2 -AGATUR e sistemi monitoraggio combustione

Sono state definite le specifiche tecniche per la progettazione e la realizzazione del sistema di accumulo e alimentazione della linea idrogeno per la Turbec T100 S3 dell'impianto AGATUR. Il sistema di accumulo e alimentazione ha l'obiettivo di

supportare le attività sperimentali relative alla gestione della turbina a gas in regime di fuel-flexibility, con miscele combustibili costituite da gas naturale e idrogeno (GN/H₂). Le attività sperimentali sono finalizzate alla validazione del comportamento della turbina a gas al variare del tenore di H₂ nella miscela combustibile in condizioni di alimentazione statiche e dinamiche. Il sistema di accumulo previsto avrà una capacità pari a 120 Sm³ e sarà realizzato mediante l'installazione di un pacco bombole all'esterno della hall tecnologica in cui è collocata la turbina a gas. La rampa gas includerà la linea di connessione tra il sistema di accumulo e la valvola di alimentazione del bruciatore main, unitamente a tutti gli organi di misura, regolazione e controllo necessari all'erogazione in sicurezza dell'idrogeno.

LA 3.40 (Selezione di catalizzatori elettrolici per elettrolizzatori con membrana a scambio anionico): la struttura Ni-Co modificata nel primo semestre è stata studiata attraverso tecniche XRD, SEM, EDS e XPS e ha mostrato caratteristiche diverse rispetto alla struttura Ni iniziale con un rapporto superficiale di Co uguale a Ni. L'attività catalitica per la reazione di evoluzione dell'ossigeno (OER) all'interfaccia elettrodo/membrana è aumentata considerevolmente rispetto al nichel puro e ha raggiunto lo stesso livello di un elettrodo di riferimento Ni/Pt.

Il drogaggio con Co nell'anodo di nichel migliora notevolmente le proprietà elettrocatalitiche dell'elettrodo per l'OER mantenendolo durante l'elettrolisi. Confrontando i dati XPS con altre tecniche di caratterizzazione, abbiamo scoperto che Co è effettivamente rivestito sui primi strati atomici della superficie, dove ha una percentuale simile a quella di Ni, essendo entrambi ossidati. L'attivazione elettrochimica di anodi con ioni cobalto è quindi un metodo molto economico e sicuro per produrre elettrodi, utilizzando quantità minime di Co migliorando al contempo la loro capacità di lavorare in questo tipo di elettrolizzatore.

LA 3.41 (Analisi preliminare del processo di produzione di idrogeno mediante elettrolisi del vapore in carbonati fusi): per quanto riguarda le attività relative al primo approccio, basato sull'utilizzo di celle a combustibile a carbonati fusi (MCFC) operate in modalità elettrolisi, nel secondo semestre sono stati variati i seguenti parametri, andando ad investigarne gli effetti sulle performance al fine di ottenere maggiori conoscenze sulle condizioni che diminuiscano la potenza elettrica richiesta dall'elettrolizzatore e aumentino la produzione di idrogeno.

- Composizioni in ingresso all'air electrode
- Temperatura di esercizio

I risultati ottenuti tramite le attività sperimentali sopra descritte hanno messo in evidenza come le celle a combustibile a carbonati fusi possono essere utilizzate come elettrolizzatori ad alta temperatura producendo syngas ad alto contenuto di idrogeno, partendo da vapore, anidride carbonica ed energia elettrica.

Per quanto riguarda il secondo approccio, le attività hanno avuto come obiettivo principale quello di individuare e selezionare materiali strutturali ed elettrolici idonei per applicazioni in elettrolizzatori a carbonati fusi operanti a bassa temperatura (480-540°C), allo scopo di produrre idrogeno ad elevata purezza inibendo la reazione di Reverse Water Gas Shift (RWGS) fra CO₂ e H₂, termodinamicamente sfavorita sotto i 600°C. Diverse classi di materiali metallici commerciali sono stati testate per valutarne la stabilità in varie condizioni di polarizzazione elettrochimica in un ambiente salino di riferimento (benchmark) costituito da un sale eutettico basso-fondente di carbonato, in equilibrio con atmosfera gassosa di anidride carbonica, a 500°C. In particolare nel secondo semestre sono state condotte prove di stabilità su Cobalto, Titanio e su 5 tipi diversi di leghe Inconel con successiva valutazione dell'effetto della composizione di lega sulla stabilità chimica ed elettrochimica nei carbonati.

LA3.42 (Screening sperimentale e selezione dei metalli per la produzione di idrogeno mediante cicli termochimici della famiglia dello zolfo con reagenti solidi): Nel secondo semestre sono stati rilevati, attraverso una campagna sperimentale dedicata, i calori e

	<p>le temperature di reazione riguardanti la formazione e decomposizione di tali composti. In particolare, sono stati investigati i seguenti processi: decomposizione di solfati e ioduri, reazioni tra ossidi e acido solforico e iodidrico e produzione di idrogeno tra metalli e acidi.</p> <p>Nello specifico sono state principalmente effettuate analisi attraverso termogravimetria accoppiata a calorimetria differenziale; dove necessario sono stati allestiti piccoli reattori batch su scala di laboratorio e analizzati i prodotti solidi o gassosi ottenuti.</p> <p>Tutti i risultati ottenuti sono stati quindi riassunti in tabelle e le lacune sperimentali da approfondire nel proseguo del secondo anno di attività sono state evidenziate, avendo come scopo la realizzazione di un flowsheet di processo completo.</p> <p>LA 3.43 (Progettazione preliminare di un reattore a membrana innovativo per la produzione di idrogeno mediante conversione termocatalitica del biogas): il secondo semestre ha visto il completamento del modello iniziato nel primo semestre e la simulazione che ha prodotto alcuni risultati che confermano alcuni importanti vantaggi del reforming del biogas a membrana a bassa temperatura rispetto ad un processo convenzionale condotto nelle stesse condizioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) conversione del metano molto più elevata (oltre 4 volte maggiore, nella condizione di riferimento); 2) bassa concentrazione di CO nell'effluente del reattore (dell'ordine dell'1% vol), senza richiedere un secondo reattore per la reazione di water gas shift; 3) elevata concentrazione di CO₂ nella corrente di ritenuto (oltre 85% vol su base secca), semplificando l'applicazione di processi di cattura. <p>Le simulazioni hanno anche permesso di individuare intervalli di interesse per le condizioni operative ed i parametri geometrici del reattore, tra cui temperatura (500-550 °C) e pressione (9-11 bar) di esercizio ed area specifica della membrana.</p>
<p>CO-beneficiari WP1</p>	<p>Sul fronte dei materiali catodici per batterie Li-ione innovative, lo spinello di nichel e manganese preparato per via meccanochimica è stato drogato con ferro o cromo. Sul fronte dei materiali anodici sono stati testati in cella gli ossidi dei metalli di transizione utilizzati come anodi ad alligazione e a conversione. Sono stati caratterizzati da un punto di vista della conduzione elettrica i sistemi elettrolitici formati da liquidi ionici contenenti eteroatomi salificati con anioni ortoborato misurando conducibilità e stabilità elettrochimica. Lo studio dettagliato sugli elettroliti solidi fotoreticolati ha confermato che la reticolazione indotta dai raggi UV è una tecnica efficace per sopprimere la cristallinità della matrice polimerica e ridurre l'aggregazione ionica, aumentando il numero di trasporto del litio e la conducibilità ionica a temperatura ambiente. Gli studi teorici sulle batterie sodio-ione hanno dimostrato che il nichel sembra essere il componente redox attivo durante il processo di desodiazione, mentre il manganese sembra non prenderne parte. Contrariamente al sistema contenente litio, il NaNiMnO₂ risulta metallico in quanto presenta le bande di conduzione parzialmente occupate e quindi capaci di agevolare il trasferimento elettronico all'interno del materiale, abbassando la resistenza elettrica. In questo semestre i materiali ad alligazione e a conversione ed i carboni duri ottenuti per pirolisi di scarti alimentari sono stati testati in celle come anodi per batterie sodio-ione. E' stato dimostrato che è possibile utilizzare un mezzo elettrolitico sicuro utilizzando il NaPF₆ in propilene carbonato alla sua concentrazione di saturazione. I separatori innovativi per batterie al litio metallico ottenuti funzionalizzando il separatore poliolefinico con una deposito di Nafion[®] litiato si sono dimostrati non efficaci in quanto i polisolfuri hanno continuato ad attraversare il separatore, probabilmente in quantità minore, ma non così bassa da</p>

	<p>poter considerare risolto il problema dello <i>shuttling</i>. Oltre agli strati di passivazione naturali depositati sul litio metallico per evitare la formazione di dendriti, sono stati depositati degli strati di passivazione artificiali: sono stati preparati e caratterizzati cinque differenti film di passivazione artificiali di cui quelli a base polietilenoossido e litio nitrato si sono rivelati efficaci come strati protettori. Oltre alle membrane separatrici contenenti un filler ceramico adatte per funzionare in batterie litio-aria, sono state sintetizzate membrane separatrici contenenti ciclodestrine e le loro proprietà di trasporto sono state misurate in celle al litio metallico. Al fine di perseguire la messa a punto di un processo green nel quale sono utilizzati carboni ottenuti dalla valorizzazione di biomasse di scarto, è stata provata la pirolisi di lignina per ottenere elettrodi catodici per batterie litio-aria.</p>
SOTACARBO	<p>LA 3.17 (Power-to-Gas/Liquid -analisi, verifiche autorizzative e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto pilota): sono state condotte verifiche volte all'individuazione dell'area dove andrà posizionato l'impianto prototipale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) all'interno del centro di SOTACARBO. Si è deciso di costruire l'impianto in un'area già occupata da un altro impianto non più in uso, cercando di riutilizzare il possibile. È stata analizzata la normativa vigente per l'installazione e messa in esercizio dell'impianto stesso.</p> <p>LA 3.17 (Power-to-Gas/Liquid - analisi, verifiche autorizzative e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto pilota): sono state condotte verifiche volte all'individuazione dell'area dove andrà posizionato l'impianto prototipale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) all'interno del centro di SOTACARBO. Si è deciso di costruire l'impianto in un'area già occupata da un altro impianto non più in uso, cercando di riutilizzare il possibile. È stata analizzata la normativa vigente per l'installazione e messa in esercizio dell'impianto stesso.</p>