

## Conversione della CO<sub>2</sub> e dell'idrogeno a metanolo

### Hydrogen and CO<sub>2</sub> conversion to methanol

#### Piano attività

L'assegnazione di ricerca contribuisce alle attività del progetto **"Utilizzo della CO<sub>2</sub> in sinergia con la trasformazione di idrogeno"** finanziato nell'ambito delle attività del laboratorio congiunto ENI/UNIBO (progetto 2). L'obiettivo dell'assegnazione di ricerca è lo sviluppo di catalizzatori, additivi e del relativo processo per la conversione della CO<sub>2</sub> in metanolo attraverso l'utilizzo di idrogeno.

L'attività prevede lo sviluppo dell'impianto bench scale in fase gas ad alta pressione, la definizione delle condizioni operative e l'ottimizzazione dei sistemi catalitici e dei materiali per massimizzare la trasformazione della CO<sub>2</sub> in metanolo. L'attività si colloca all'interno dello sviluppo di competenze di base e competenze applicative nell'ambito dell'utilizzo delle risorse rinnovabili e di idrogeno per la produzione di vettori energetici che sono fondamentali in risposta alle sfide della transizione ecologica e agli obiettivi europei di decarbonizzazione. In questo ambito, è necessaria la creazione di esperienze formative in stretta collaborazione fra Università e aziende. Il progetto di ricerca oggetto dell'assegnazione si inserisce nella collaborazione in atto tra l'Università di Bologna e ENI che si inserisce nella possibilità di utilizzare la CO<sub>2</sub> prodotta in sinergia con l'idrogeno per la produzione di fuel liquidi. In particolare, il processo studiato prevede lo sviluppo di catalizzatori a base di LDH e di ossidi misti a partire dalla formulazione M/Cu/Zn/Al, con la possibilità di sostituire parzialmente o totalmente Zn e Al con cationi con (Mg e Zr) e il test e la selezione delle fasi attive migliori in condizioni operative simili a quelle industriali (P=40-45 bar). La selezione di queste formulazioni di catalizzatori deriva da studi preliminari ottenuti dal gruppo di ricerca di Bologna che hanno portato a interessanti risultati utilizzando sistemi catalitici a base di Cu/Zn/Al. Questi sistemi saranno ulteriormente studiati e ingegnerizzati tramite l'utilizzo di ulteriori dopanti (M, come ad esempio Ga) e l'accoppiamento con materiali a base di layer double hydroxides come additivi, in quanto in grado di fornire strutture con capacità di assorbimento della CO<sub>2</sub>. L'ottimizzazione delle condizioni operative e del processo con e senza additivi sarà uno dei temi sviluppati durante il periodo di ricerca così come la caratterizzazione prima e dopo l'attività al fine di verificare la stabilità in condizioni operative.

Inoltre, si prevede l'utilizzo di un reattore di dimensioni di 1" di diametro sviluppato durante il precedente assegnazione ed operante fino ad una pressione di 40-45 bar equipaggiato con un sistema di identificazione dei prodotti basato su gascromatografia on line. Questo impianto permetterà di testare diversi catalizzatori studiando l'effetto delle condizioni analizzate le condizioni operative ottimali quali il tempo di contatto la pressione e la temperatura in funzione di resa conversione e presenza di sottoprodotti e produttività. Saranno inoltre simulate le condizioni ottenibili con il riciclo attraverso l'alimentazione e lo studio di Miscela a diversa concentrazione di CO/CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>.

Ciò permetterà di identificare le migliori formulazioni e, con l'aiuto di tecniche analitiche avanzate (XRD, Raman, fisisorbimento di azoto, TPR-TPO, TPD; TEM) permetterà di identificare la relazione attività catalitica e struttura del catalizzatore. Le informazioni ottenute verranno poi utilizzate per disegnare e sintetizzare catalizzatori ancora più performanti. Sui sistemi catalitici prodotti verrà. Nel caso dei materiali contenenti LDH verrà effettuato uno studio riguardante la loro capacità di assorbire acqua e anidride carbonica e degli effetti che l'interazione con queste molecole ha sulla loro struttura e sulle loro proprietà.

In questa fase saranno anche verificate le condizioni fluidodinamiche per sviluppare/adattare un modello cinetico che faciliti lo scale up.

Il miglior sistema verrà infine depositato su supporti strutturati (es. schiume) facilitando lo scambio di calore durante la reazione e permettendone una omogenea distribuzione e permettendo di gestire l'esotermicità della reazione

Piano Formativo: In termini formativi, il progetto si propone di sviluppare competenze nell'ambito dei nanomateriali e dei processi di produzione delle energie rinnovabili sotto forma di energia chimica, con un focus sullo sviluppo di un sistema che utilizza tecnologie catalitiche per aumentare l'efficienza e dare continuità alla produzione di fuel. Il piano formativo prevede in particolare lo sviluppo di competenze nella messa a punto di processi produttivi di catalizzatori e della loro caratterizzazione in termini di proprietà morfologiche e attività catalitica in processi per la conversione della CO<sub>2</sub> e dell'idrogeno. L'attività di ricerca è strutturata con una stretta collaborazione con ENI che prevede anche la partecipazione di docenti e personale dei dipartimenti di ingegneria industriale e del DICAM offre ottime condizioni di crescita nello sviluppo dei processi industriali e nella loro valutazione.