

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 CNR

Tema - Titolo del progetto: 1.3 Materiali di frontiera per usi energetici

Durata: 36

LA 2.7 Membrane a base di HEA: Studio delle possibili leghe e della loro compatibilità con idrogeno, sviluppo di target e substrati

Semestre n. 3 – Periodo attività: 01/09/2019 – 30/06/2020

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

La messa a punto di tecnologie sostenibili per l'estrazione di H₂ puro da miscele di gas può essere considerata una tecnologia abilitante nell'ambito della produzione di idrogeno come vettore energetico da sorgenti di energia rinnovabili, in blending con vettori tradizionali o come reagente per la produzione di altri combustibili. Lo studio proposto nel progetto prevede la messa a punto di membrane planari composite o metalliche dense, chimicamente selettive all'idrogeno, che soddisfino i criteri funzionali delle membrane a base di Pd, ma siano ad esso alternative e più sostenibili mantenendo la stessa robustezza chimica e meccanica.

Recenti studi mostrano come alternativa alle membrane commerciali a base di palladio e sue leghe delle membrane asimmetriche a base di supporto ceramico poroso e film denso a base di metalli che mostrino una buona solubilità di idrogeno quali ad esempio leghe di vanadio. Tuttavia la resistenza a lungo termine di tali leghe è ancora in fase di studio.

Una nuova scelta in questa direzione è costituita da leghe ad alta entropia, dato che molte di queste leghe mostrano strutture cristalline compatibili con una buona permeabilità all'idrogeno, anche se ad oggi non ci sono ancora studi a riguardo. È di interesse, quindi, in questo progetto investigare delle possibili composizioni idonee per una buona solubilità per la permeazione che non infici le proprietà meccaniche della lega.

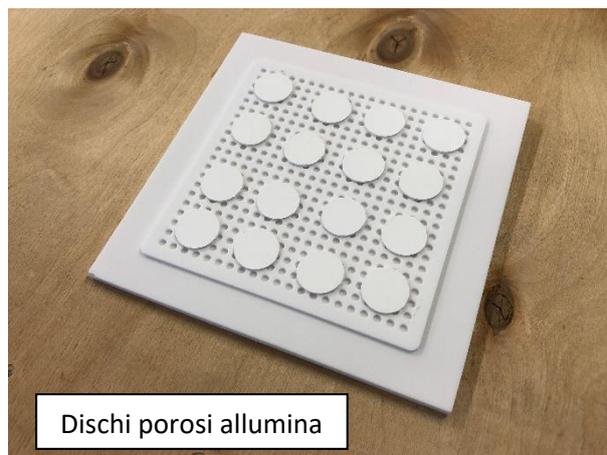
ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
CNR ICMATE	Le leghe ad alta entropia (HEA) sono costituite da 5 metalli e permettono di avere in un'unica matrice funzionalità diverse che possono essere sinergicamente sfruttate. Nella fattispecie l'opportuna scelta della composizione permetterà di ottenere membrane a basso contenuto di metalli preziosi ed elementi critici, selettive all'idrogeno, chimicamente e meccanicamente stabili.

Gli obiettivi previsti per questa linea di attività sono i seguenti:

- Definizione dei componenti delle HEA più idonee per l'impiego come membrane per la separazione selettiva dell'idrogeno sulla base della letteratura, dei diagrammi di fase e delle proprietà di diffusione/assorbimento di idrogeno dei vari elementi o leghe componenti.
- Realizzazione di substrati ceramici porosi per la successiva deposizione di film metallici.
- Messa a punto del processo di deposizione PVD: individuazione e realizzazione dei diversi target multicomponente da impiegarsi per il processo di deposizione.

L'attività è partita dallo studio dello stato dell'arte delle membrane metalliche per la separazione di idrogeno e delle leghe ad alta entropia e della loro interazione con l'idrogeno. Ad oggi non vi sono ancora studi sull'impiego di leghe ad alta entropia per membrane per la purificazione di idrogeno. Tuttavia lo studio ha permesso di identificare alcune leghe ad alta entropia che potenzialmente possono essere testate come membrane. Tali leghe hanno entalpie di formazione dell'idruro sufficientemente basse perché, alle tipiche pressioni parziali e temperature di lavoro, non si incorra nella possibilità di formazione della fase β e/o nell'infragilimento della membrana. Al contempo però tali leghe devono avere una struttura cristallina che favorisca la diffusione di idrogeno.

Parallelamente a questa attività sono stati sviluppati dei substrati porosi per la deposizione dei successivi film metallici. La scelta del materiale è ricaduta sull'allumina. Tale materiale è, infatti, sufficientemente stabile chimicamente e meccanicamente da non reagire né con il film metallico né con i gas eventualmente presenti nelle miscele da separare, garantendo quindi un'inerzia e una durabilità nel tempo. La preparazione di tali substrati doveva garantire una sufficiente porosità per il passaggio del gas senza creare cadute di pressione significative, ma al contempo la superficie del substrato deve avere una porosità sufficientemente fine da permettere la deposizione di un film metallico denso con la tecnica di magnetron sputtering.



Infine, sulla base dello studio dello stato dell'arte delle leghe ad alta entropia sono stati identificati alcuni possibili target per la deposizione di tali film.

Lo studio, che verrà dettagliato in un report di Deliverable a fine attività, ha permesso di identificare alcune leghe ad alta entropia che potenzialmente possono essere

	<p>interessanti come membrane per la separazione di idrogeno. Le prime leghe allo studio contengono Cr e Fe e poi hanno altri 2-3 elementi che variano tra Ti, Zr, V, Ni e Cu, in varie combinazioni per poter valutare diverse composizioni.</p> <p>La scelta dei target ha avuto alcuni vincoli:</p> <ul style="list-style-type: none">- La camera di deposizione per poter eseguire co-sputtering, ovvero fare sputtering contemporaneamente da più target, presenta fino ad un massimo di 3 target. Dato che queste leghe possono avere la tendenza ad ossidarsi, spesso si rende necessaria la deposizione di un film sottile di palladio (di 300-400 nm) sulla superficie del film, al termine della deposizione e prima di esporre il film all'aria. Ciò limita le composizioni delle leghe da testare alla co-deposizione impiegando due target.- Gli elementi hanno rese di sputtering diverse tra loro, per cui per avere leghe equimolari è necessario avere dei target in cui gli elementi che li compongono hanno rese simili tra loro nello stesso target, ed eventualmente modulare la potenza su due target in maniera da arrivare alla composizione voluta. <p>Per tale ragione la scelta dei target è stata indirizzata verso target come CrNiFe o CrCuFe e altri target con elementi che hanno rese più alte o più basse, per cui sono stati scelti target di Ti, TiV e ZrTiV, così da poter ottenere diverse combinazioni di leghe.</p> <p>In accordo con gli obiettivi previsti, le attività svolte hanno permesso di individuare delle possibili leghe ad alta entropia da testare per una applicazione per cui non sono mai state testate. Tali conoscenze acquisite e l'esperienza in ambito di deposizione magnetron sputtering hanno permesso di identificare dei possibili target per la loro deposizione e una metodica di deposizione da cui iniziare per mettere a punto il processo. Inoltre, è stato possibile mettere a punto un protocollo di produzione di preparazione di substrati porosi inerti, con porosità sufficientemente aperta da non creare cadute di pressione eccessive in fase di permeazione dei gas ma, al contempo, sufficientemente fine da permettere la deposizione di film metallici densi senza difetti che compromettano la funzionalità del film.</p> <p>Non essendoci letteratura riguardo a questa tipologia di leghe come membrane, la selezione delle composizioni da testare è stata complessa e non priva di rischio, dato che non si conoscono le caratteristiche di resistenza ad infragilimento in film. Inoltre, anche la messa a punto del processo PVD di tali leghe è complicato per la presenza di molti elementi e per l'assenza, anche in questo caso, di precedenti. Per tale ragione si è optato per iniziare l'attività dallo studio di leghe a 3 o 4 elementi per poi passare a quelle a 5 elementi una volta messo a punto il processo.</p>

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 CNR

Tema - Titolo del progetto: 1.3 Materiali di frontiera per usi energetici

Durata: 36

LA 2.8 Membrane a base di HEA: Messa a punto del processo di deposizione delle leghe, sviluppo di membrane denso/poroso e loro caratterizzazione

Semestre n. 3 – Periodo attività: 01/01/2020 – 30/06/2020

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

La messa a punto di tecnologie sostenibili per l'estrazione di H₂ puro da miscele di gas può essere considerata una tecnologia abilitante nell'ambito della produzione di idrogeno come vettore energetico da sorgenti di energia rinnovabili, in blending con vettori tradizionali o come reagente per la produzione di altri combustibili. Lo studio proposto nel progetto prevede la messa a punto di membrane planari composite o metalliche dense, chimicamente selettive all'idrogeno, che soddisfino i criteri funzionali delle membrane a base di Pd, ma siano ad esso alternative e più sostenibili mantenendo la stessa robustezza chimica e meccanica.

Recenti studi mostrano come alternativa alle membrane commerciali a base di palladio e sue leghe delle membrane asimmetriche a base di supporto ceramico poroso e film denso a base di metalli che mostrino una buona solubilità di idrogeno quali ad esempio leghe di vanadio. Tuttavia la resistenza a lungo termine di tali leghe è ancora in fase di studio.

Una nuova scelta in questa direzione è costituita da leghe ad alta entropia, dato che molte di queste leghe mostrano strutture cristalline compatibili con una buona permeabilità all'idrogeno, anche se ad oggi non ci sono ancora studi a riguardo. È di interesse, quindi, in questo progetto investigare delle possibili composizioni idonee per una buona solubilità per la permeazione che non infici le proprietà meccaniche della lega.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
CNR ICMATE	Obiettivo di questa linea di attività è la messa a punto del processo di deposizione di leghe ad alta entropia mediante tecniche PVD (DC magnetron sputtering e HiPIMS, High Power Impulse Magnetron Sputtering). In particolare gli obiettivi sono: <ul style="list-style-type: none">• Test di diversi target multicomponente e approfondita messa a punto delle

alimentazioni dei vari target (potenza, frequenza e durata dell'impulso) in co-deposizione e di tutti i parametri di deposizione (temperatura del substrato, pressione, potenziale di bias, ecc.) per ottenere film a composizione omogenea, con la composizione desiderata, densi, aventi una buona adesione.

- Nel caso di leghe con componenti facilmente ossidabili, messa a punto della deposizione di un multistrato con due film sottili di palladio a protezione dello strato di lega HEA per evitarne l'ossidazione.
- Infine, caratterizzazione estesa dal punto di vista chimico, morfologico e strutturale delle membrane ottenute.

In questa prima fase, è stata innanzitutto predisposta la camera di deposizione con i dovuti accorgimenti per eseguire le deposizioni specifiche. Successivamente, in attesa dell'identificazione della composizione dei target definitivi e del loro reperimento nell'attività 2.7, sono state eseguite delle prime prove di deposizione di una lega a tre componenti per mettere a punto e ottimizzare il processo e per predisporre eventuali migliorie alla camera.

La prima analisi del processo è stata volta alla scelta della camera di deposizione tra quelle a disposizione di ICMATE di Padova. La deposizione via magnetron sputtering di queste leghe da un singolo target con cinque componenti è stata sin da subito scartata come ipotesi, dato che le prime leghe identificate come possibili nella linea di attività 2.7 risultano avere elementi con rese di sputtering molto diverse tra loro. In tal caso, quindi, risulterebbe molto difficile avere un film con la stessa composizione del target multicomponente. Pertanto, per avere leghe equimolari è necessario avere dei target in cui gli elementi che li compongono hanno rese simili ed eventualmente modulare la potenza sui due target in maniera da arrivare alla composizione voluta. Inoltre, la co-deposizione da più target può permettere di testare composizioni diverse e la loro influenza sulla permeabilità. Di conseguenza è stata scelta una camera configurata con tre target confocali rispetto al porta-campioni, così da poter eseguire un processo di co-deposizione.

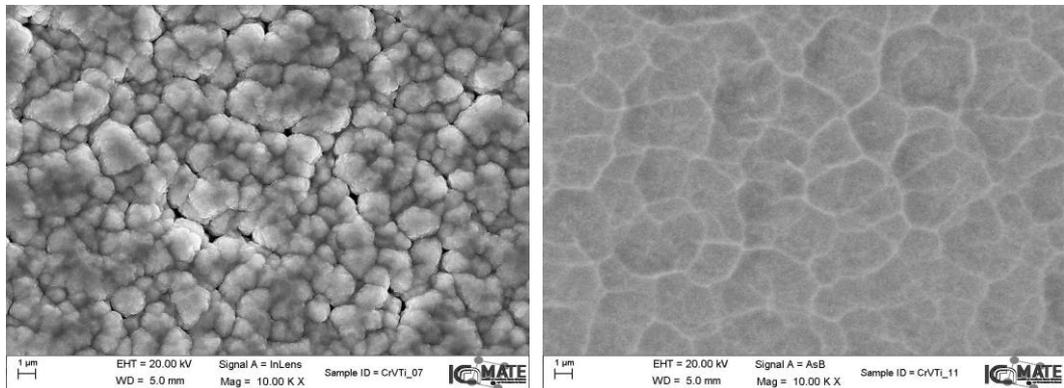
Tuttavia, dato che queste leghe possono avere la tendenza ad ossidarsi, spesso si rende necessaria la deposizione di un film sottile di palladio (di 300-400 nm) sulla superficie del film, al termine della deposizione e prima di esporre il film all'aria. Ciò limita le composizioni delle leghe da testare alla co-deposizione impiegando due soli target.

Inoltre, i substrati previsti sono dei dischi di allumina porosa del diametro di 2 cm, vincolo di dimensione dato dal set-up previsto per le misure di permeabilità. Pertanto, è stato disegnato e realizzato un portacampioni ad hoc che alloggi tali substrati affacciati ai target e che permetta di depositare i film su quasi tutta la superficie della membrana. Tale portacampioni è stato disegnato anche in maniera da poter ruotare durante la deposizione, per poter omogeneizzare i depositi. Inoltre, sono state predisposte delle lampade IR, subito dietro la superficie di appoggio dei campioni e controllate da una termocoppia, per poter impostare una temperatura durante la deposizione e poter scaldare i campioni fino a 350°C. Il riscaldamento durante la deposizione garantisce una migliore cristallinità dei film.

Le prime prove di deposizione con questo set-up non hanno dato dei buoni esiti. I film risultavano molto porosi a causa della bassa efficacia del bias durante il processo di deposizione, che accelera gli ioni verso il substrato, causato probabilmente dalla natura

isolante del substrato di allumina. Si è deciso, quindi, di depositare un primo strato di palladio protettivo di 300-400 nm, sfruttando le sue proprietà di conduzione per garantire un buon contatto elettrico, indispensabile per applicare efficacemente il bias. Si è proceduto, quindi, con delle prime prove di deposizione di una lega ternaria contenente elementi che possano essere contenuti nelle leghe HEA previste. In particolare, una lega CrVTi depositata per co-deposizione da un target di Cr e uno di una lega VTi. Le esperienze precedenti suggerivano l'impiego della tecnica HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) per ottenere film densi su substrati porosi. Tale evoluzione della tecnica magnetron sputtering impiega impulsi molto brevi (decine o centinaia di μs) ad alta potenza, garantendo una maggiore ionizzazione del plasma e una maggiore adesione e compattezza dei film. Tuttavia, in precedenza è stato riscontrato come spesso sia sufficiente alimentare unicamente un target in modalità HiPIMS al fine di ottenere film ad alta densità. In questo caso, invece, le prime prove di deposizione effettuate alimentando un target in HiPIMS e uno in DC hanno originato film con una densità non ottimale, malgrado l'applicazione di diverse strategie (aumento del bias, variazione delle potenze di deposizione, variazione della pressione del gas in camera).

La camera è stata quindi attrezzata per alimentare entrambi i target con un alimentatore HiPIMS, permettendo un importante miglioramento nella densità dei film. Sono stati quindi depositati diversi film e caratterizzati per determinarne la morfologia, lo spessore (e quindi le rese di sputtering), la struttura cristallina e la stabilità in idrogeno. Tale attività è risultata fondamentale per mettere a punto il processo per le successive deposizioni a più elementi.



Micrografie delle superfici di film di CrVTi prima (sinistra) e dopo (destra) ottimizzazione del processo di deposizione per ottenere film densi su allumina porosa.

Non essendoci letteratura riguardo a questa tipologia di leghe come membrane né riguardo alla loro deposizione mediante PVD, la messa a punto del processo PVD di tali leghe risulta particolarmente complicata, soprattutto per la compresenza di un gran numero di elementi. Per tale ragione si è optato per iniziare l'attività dallo studio di leghe a 3 o 4 elementi per poi passare a quelle a 5 elementi una volta messo a punto il processo.

--	--

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 CNR

Tema - Titolo del progetto: 1.3 Materiali di frontiera per usi energetici

L.A. 2.10 Life Cycle Assessment: studi per la valutazione dei carichi ambientali associati alle membrane metalliche.

Semestre n. 3 – Periodo attività: 01/01/2020 – 30/06/2020

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

La messa a punto di tecnologie sostenibili per l'estrazione di H₂ puro da miscele di gas può essere considerata una tecnologia abilitante nell'ambito della produzione di idrogeno come vettore energetico da sorgenti di energia rinnovabili, in blending con vettori tradizionali o come reagente per la produzione di altri combustibili. Lo studio proposto nel progetto prevede la messa a punto di membrane planari composite o metalliche dense, chimicamente selettive all'idrogeno, che soddisfino i criteri funzionali delle membrane a base di Pd, ma siano ad esso alternative e più sostenibili mantenendo la stessa robustezza chimica e meccanica.

Recenti studi mostrano come alternativa alle membrane commerciali a base di palladio e sue leghe delle membrane asimmetriche a base di supporto ceramico poroso e film denso a base di metalli che mostrino una buona solubilità di idrogeno quali ad esempio leghe di vanadio. Tuttavia la resistenza a lungo termine di tali leghe è ancora in fase di studio.

Una nuova opzione in questa direzione è costituita da leghe ad alta entropia, dato che molte di queste leghe mostrano strutture cristalline compatibili con una buona permeabilità all'idrogeno, anche se ad oggi non ci sono ancora risultati a riguardo. È di interesse, quindi, in questo progetto investigare delle possibili composizioni idonee per una buona solubilità per la permeazione che non infici le proprietà meccaniche della lega.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
CNR ICMATE	Obiettivi di questa attività sono: <ul style="list-style-type: none">- la misura della permeabilità all'idrogeno delle membrane prodotte nella linea di attività 2.8. Tali misure dovranno essere svolte a temperature variabili tra temperatura ambiente e 450°C e a differenze di pressione fino a 3 bar.

- Valutazione della stabilità nel tempo e all'infragilimento al variare della temperatura e della pressione di tali membrane.
- Valutazione della resistenza alla presenza di contaminanti come CO₂.
- Caratterizzazione chimica, strutturale e morfologica delle membrane dopo test di permeabilità e test di durata.

In questa prima fase, è stato innanzitutto predisposto il sistema per la caratterizzazione della permeabilità di queste membrane. Successivamente, in attesa delle membrane HEA da preparare nella linea 2.8, sono state fatte delle prime misure di permeabilità di membrane a tre componenti realizzate in questo stesso periodo nella linea 2.8.

Le misure di permeabilità all'idrogeno di tali membrane devono poter essere eseguite tra temperatura ambiente e 450°C. La camera è stata fatta su misura per alloggiare una membrana del diametro di circa 2 cm. La membrana viene sigillata in un modulo in acciaio inossidabile utilizzando guarnizioni in grafite per cui la superficie utile finale risulta di 1 cm di diametro. Il modulo è composto da due parti, lato alimentazione e lato permeato, chiusi dalla membrana stessa e posizionati in un forno. La temperatura dell'alloggiamento della membrana è monitorata da una termocoppia di tipo K inserita direttamente nel modulo di test. I flussi di gas al lato di alimentazione e a quello permeato sono impostati da regolatori di flusso indipendenti. La pressione lato alimentazione è controllata da un trasduttore di pressione Baratron. Per testare la selettività della membrana (misura delle perdite di gas) vengono prima eseguite delle misure di flusso di azoto, per poi procedere con idrogeno ad alta purezza, prodotto da un elettrolizzatore (Perkin Elmer PGX Plus H2 160).

La procedura messa a punto per queste membrane prevede che la pressione del lato di alimentazione viene variata tra 1 e 4 bar, mentre il lato del permeato è impostato alla pressione atmosferica da un flusso dello stesso gas. Pressione, flussi e temperatura sono controllati e monitorati da un'interfaccia Labview realizzata appositamente. Prima di ogni test di permeazione, il flusso di idrogeno è stabilizzato e monitorato per alcune ore per avere un flusso stabile. Dopo aver raggiunto condizioni stazionarie, la permeazione dell'idrogeno viene misurata a vari valori di differenza di pressione tra 0.1 e 3 bar per ricavare una curva di flusso di gas in funzione della differenza di pressione, da cui si può ricavare permeanza e permeabilità. Questo viene fatto a varie temperature.

Ogni campione prodotto nella linea di attività 2.8 (anche quelli di test iniziali) è stato così misurato sia per valutare la densità e compattezza del film (misurando il flusso di azoto a varie differenze di pressione), sia per valutare la permeabilità e la resistenza ad infragilimento da idrogeno delle leghe prodotte. Spesso, inoltre, è stata valutata la risposta in permeabilità del film ad alta temperatura (400-450°C) in funzione del tempo per valutare lo stato di cristallinità del film e come ne influenzi le proprietà funzionali. Inoltre, dopo testing i campioni sono stati analizzati mediante SEM e XRD per vedere le variazioni indotte da temperatura e idrogeno.

Non essendoci letteratura riguardo a questa tipologia di leghe impiegate come membrane, non si conoscono né eventuali permeabilità né resistenze ad infragilimento di questi sistemi in funzione della tipologia di lega o della composizione. E' stato

	necessario, perciò, produrre diversi campioni per testare la membrana in condizioni diverse di temperatura e pressione, ottenendo spesso scarsi risultati. Per tale ragione si è optato per iniziare l'attività dallo studio di leghe a 3 o 4 elementi simili a quelli delle leghe HEA per poi passare a quelle a 5 elementi.

AFFIDATARIO CNR

Tema - Titolo del progetto: 1.3 Materiali di frontiera per usi energetici

L.A. 2.10 Life Cycle Assessment: studi per la valutazione dei carichi ambientali associati alle membrane metalliche.

Semestre n. 3 – Periodo attività: 01/01/2020 – 30/06/2020

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

La linea di ricerca si prefigge di sviluppare un processo di valutazione con il metodo Life Cycle Assessment (LCA) dei carichi ambientali del processo di deposizione fisica da vapore di membrane per la separazione di idrogeno, mediante l'identificazione e la quantificazione dell'energia, dei materiali usati e dei rifiuti prodotti per valutare il potenziale impatto su diverse categorie ambientali, comunemente riconosciute come discriminanti della sostenibilità di un processo.

L'analisi del ciclo di vita (LCA, Life Cycle Assessment) è un metodo di analisi strutturato e standardizzato a livello internazionale (norme ISO 14040:2006 e ISO 14044:2018), che permette di quantificare i potenziali impatti sull'ambiente e sulla salute umana associati a un prodotto o un processo, a partire dal rispettivo consumo di risorse e dalle sue emissioni.

Nella sua concezione tradizionale, considera l'intero ciclo di vita del sistema oggetto di analisi a partire dall'acquisizione delle materie prime sino alla gestione al termine della vita utile analizzando le fasi di fabbricazione, distribuzione, utilizzo e trattamento del prodotto alla fine vita (approccio definito "cradle-to-gate", ovvero dalla culla alla tomba).

Più recentemente, soprattutto in ambito di ricerca, si utilizza un approccio definito "gate-to-gate", che prende in considerazione solo una parte dell'intero ciclo di vita del prodotto. In fase di ricerca di laboratorio, infatti, grande approfondimento viene dato alla fase di fabbricazione del prodotto, mentre, per mancanza di dati su prodotti che spesso sono solo dei prototipi e dei quali non si possono avere i dati effettivi sul loro impiego, la fase di utilizzo e di fine vita vengono escluse dai confini del sistema.

Il primo passaggio fondamentale per un'analisi LCA è la definizione dell'obiettivo e l'ambito dell'indagine; in questa fase si definiscono anche i confini del sistema, cioè cosa viene considerato, o meno, dalla valutazione di impatto. Una seconda fase dell'analisi LCA prevede la costruzione dell'inventario (LCI Life Cycle Inventory) seguita dall'analisi dell'inventario (LCIA Life Cycle Inventory Analysis): in questa fase vengono catalogati i flussi di materiale ed energia dei diversi passaggi del procedimento in esame e rapportati alle unità di misura standard.

La terza fase dell'analisi prevede la valutazione dell'impatto ambientale: tale stima serve per identificare e quantificare i potenziali effetti ambientali dei sistemi analizzati. L'analisi fornisce informazioni essenziali, soprattutto in ambito di ricerca, per poter attuare eventuali modifiche al sistema al fine di ridurre gli impatti ambientali complessivi. A questo punto, i risultati dei bilanci di massa ed energia e la valutazione del rischio vengono analizzati e considerati in relazione all'obiettivo inizialmente individuato.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
CNR ICMATE	<p>Obiettivo dell'attività è l'individuazione delle condizioni al contorno del sistema e l'inizio della costruzione e analisi di inventario del processo deposizione fisica da vapore (physical vapor deposition, PVD) magnetron sputtering di film sottili metallici selettivi all'idrogeno eseguito presso i laboratori ICMATE-CNR di Padova.</p> <p>La tematica è stata affrontata con un primo approfondito studio bibliografico sullo stato dell'arte di questo tipo di studi, sia in ambito nazionale che internazionale, con particolare riferimento alla tecnica di deposizione oggetto di questo lavoro. Dopo uno studio dei database (ecoinvent, Industria 2.0,) e dei metodi di calcolo (Environmental foot print EF, CML) comunemente utilizzati per questo tipo di analisi, si è proseguito iniziando a catalogare i dati d'inventario (Life Cycle Inventory, LCI). I dati primari (ossia i dati relativi alle diverse attività, o fasi di processo, raccolti direttamente in laboratorio) verranno raccolti una volta che l'attività della linea 2.7 lo permetterà. Alcuni dati non primari sono ottenuti tramite consultazione di schede tecniche o grazie alle ditte fornitrici. Molta attenzione è posta al luogo geografico in cui i diversi processi vengono svolti, in modo da rappresentare correttamente i profili di impatto di questo tipo di attività in funzione delle peculiari politiche energetiche dei paesi in cui vengono svolte.</p> <p>Lo studio della struttura e dei meccanismi del processo, che concorrono ad ottenere la deposizione di un film sottile, permetteranno in seguito di arrivare all'identificazione dell'unità funzionale, e di completare ed eseguire l'analisi d'inventario.</p> <p>L'analisi dei dati riportati in letteratura, svolta nell'ambito della linea di attività 2.7, ha permesso di individuare alcune composizioni promettenti di membrane metalliche multielemento selettive all'idrogeno. Al fine di eseguire un'indagine preliminare LCA, per valutare l'influenza dei diversi elementi (Ti, Zr, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Nb, Ta) sugli impatti ambientali, si stanno raccogliendo i relativi dati d'inventario.</p> <p>La principale difficoltà di questa fase ha riguardato il reperimento dei dati relativi alle materie prime degli elementi che costituiscono le diverse composizioni individuate dei target. Mentre i dati per alcuni elementi sono facilmente reperibili nei database disponibili per le analisi LCA, alcuni, come ad esempio il Vanadio, non sono presenti. È stato necessario, quindi, provare a reperire informazioni da chi possiede e lavora con questa tipologia di dati.</p>