

Indagine di mercato

OGGETTO: Fornitura di due banchi di prove modulari per la conversione elettrochimica di diverse molecole in composti ad alto valore aggiunto con linee di lavoro in parallelo

L'amministrazione Centrale del Politecnico di Torino - Area AQU1 Approvvigionamento Beni e Servizi, Pianificazione Acquisti e Procurement - rende noto che intende procedere alla richiesta di offerta per la fornitura di **due banchi di prova modulari (nominati I e II), per la conversione elettrochimica di diverse molecole in fase liquida o gassosa in composti ad alto valore aggiunto, con linee di lavoro in parallelo (nominate: I-A e I-B per il banco I e II-A e II-B per il banco II).**

Le attrezzature oggetto dell'affidamento:

- sono necessaria per focalizzare l'attività di ricerca sul tema della gestione globale della CO₂ e molecole organiche, sul recupero e riutilizzo come materia prima in processi per la produzione di prodotti chimici ad alto valore aggiunto nei vari settori merceologici (chemicals, combustibili sintetici, stoccaggio dell'energia).
- sono destinate a concorrere alla realizzazione dell'infrastruttura di Ricerca CO₂CircleLab, finanziata dalla Regione Piemonte nell'ambito del bando INFRA-P.

Saranno oggetto della futura procedura la progettazione esecutiva, la realizzazione, la consegna, il trasporto al piano, l'installazione e i test degli strumenti che comporranno i due banchi. Saranno inoltre richieste tutte le certificazioni degli strumenti che saranno installati nei due banchi di prove oggetto della fornitura a norma di legge e necessarie per poter operare in sicurezza e con piena funzionalità.

Garanzia minima: 12 mesi dalla consegna dei due banchi di prove modulari.

Tutte le attività oggetto della futura trattativa dovranno concludersi entro 5 mesi dalla data di affidamento.

Al fine di contattare il maggior numero di operatori economici in grado di fornire il servizio oggetto di affidamento e di acquisire più preventivi, pubblica il presente avviso.

Le informazioni qui contenute hanno valore puramente indicativo e non costituiscono un vincolo per l'Amministrazione, che non assume alcun obbligo nei confronti degli operatori economici, i quali non hanno nulla da pretendere dal Politecnico di Torino, a qualsiasi titolo, in ragione della presente indagine.

1. Descrizione REQUISITI MINIMI

La fornitura dovrà avere, pena esclusione, i requisiti e le caratteristiche tecniche minime descritte di seguito come: **requisiti minimi comuni** (sezione 1.a) e dei **requisiti minimi specifici** (sezione 1.b), che verranno descritti separatamente con dei diagrammi a blocchi specifici per ogni linea di lavoro.

Si intendono comprese le prestazioni di manodopera, la fornitura dei materiali, l'uso dei macchinari, lo sviluppo del software, il sistema di sicurezza, gestione tramite software e sistema di controllo, ed ogni altro onere non specificatamente elencato ma necessario per l'esecuzione a regola d'arte della fornitura oggetto dell'appalto.

1.a. REQUISITI MINIMI COMUNI

Caratteristica	Descrizione
Sistema (funzione e ingombro)	<p>È richiesta la fornitura di due banchi per prove elettrochimiche (I e II) modulari (consegna dei disegni esecutivi), ciascuno costituito da 2 linee di lavoro in parallelo (nominate I-A e I-B e II-A e II-B, rispettivamente).</p> <p>Il sistema è destinato a svolgere esperimenti elettrochimici per la conversione elettrochimica di CO₂ e soluzioni con molecole organiche (es. zuccheri, composti aromatici) a prodotti ad alto valore aggiunto, in un mezzo di reazione gassoso oppure acquoso.</p> <p>Ogni linea di lavoro deve supportare due processi (catodico e anodico): riduzione elettrochimica della CO₂ o altre molecole organiche, e l'ossidazione di acqua o molecole organiche (es. zuccheri).</p> <p>Le celle elettrochimiche da testare sono escluse dalla fornitura ma si richiede la predisposizione di attacchi a compressione da 6 mm e 3 mm per collegare le celle di dimensioni diverse presenti nel locale.</p> <p>Ingombro massimo complessivo di ogni banco prova: 120x100x270 cm (LxPxH)</p>

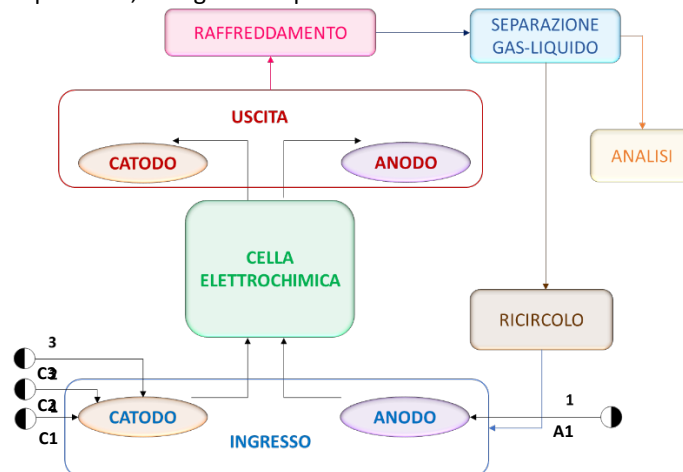
	compresa la funzionalità di cappa di aspirazione necessaria per entrambi i banchi.
Materiali	Tutte le linee e strumenti o accessori in contatto con i fluidi di lavoro (gas e liquidi) devono essere di un materiale con resistenza chimica ai fluidi di lavoro pari o superiore all'acciaio inox AISI 316 nel campo di temperatura di interesse del processo, in conformità al Regolamento prodotti da costruzione 305/2011/CE.
Alimentazione Liquidi	I liquidi in ingresso al sistema elettrochimico saranno alimentati da <i>Liquid Flow Controller</i> (LFC) collegati a dei serbatoi che devono essere pressurizzati con CO ₂ , Ar o N ₂ di rete presente nel locale alle diverse pressioni operative. È requisito necessario che tale gas di pressurizzazione serva anche da gas di stripping dell'aria disciolta nel liquido e che il liquido raggiunga la saturazione di esso.
Campionamento per analisi dei prodotti	In uscita dovranno essere necessariamente presenti delle linee per il campionamento dei prodotti liquidi e gassosi come specificato nei Requisiti Minimi Specifici.
Sistemi di separazione Gas-Liquido e collegamento con sistema di analisi gas	I sistemi di separazione gas-liquido devono avere un volume morto pari o inferiore a 150 ml tenendo conto dello spazio di testa del separatore e la linea che trasporta il gas verso l'analizzatore (gas cromatografo, GC, presente nel locale), in modo di garantire un tempo morto massimo di 2 min (fra sistema di separazione G-L e sistema di analisi). I prodotti gassosi di ogni due linee di lavoro messe in parallelo: I-A + I-B (banco I) e II-A + II-B (banco II), verranno analizzati con un singolo GC. Perciò, la fornitura deve comprendere le valvole di campionamento necessarie per alternare e separare l'analisi dei prodotti di reazione provenienti da ogni camera (anodica e catodica) della cella elettrochimica.
Sicurezza del banco prove	Ogni banco prova deve essere costituito di un box con aspirazione forzata (e con eventuali filtri se necessario) all'interno del quale devono essere posizionati tutti gli strumenti e linee di lavoro in contatto con sostanze volatili. Il box deve essere completo di linee di scarico con diametro massimo di 100 mm e deve essere collegato al condotto di scarico presente nel locale (di diametro 100 mm e ad una distanza massima di 4 m dalla posizione del banco). Il sistema di aspirazione deve garantire la non fuoriuscita nel locale dei gas/sostanze volatili prodotte durante le reazioni elettrochimiche oltre i limiti di legge (infatti si possono produrre gas tossici e/o infiammabili in diverse quantità, vedi " <i>Massimo dei Gas Prodotti</i> " nella descrizione di ogni <i>linea di lavoro nei Requisiti Specifici</i>). Il banco deve garantire il lavoro dell'operatore in sicurezza, secondo le normative vigenti di legge.
Sistema di controllo e quadro elettrico	Ogni banco deve comprendere il sistema di gestione dei fluidi, il monitoraggio (visualizzazione e registrazione) e il controllo delle condizioni operative (pressione, temperatura e portate) dei fluidi a monte e a valle di ogni compartimento della cella elettrochimica. I <i>Mass Flow Controller</i> (MFC), <i>Back Pressure Regulator</i> (BPR), <i>Liquid Flow Controller</i> (LFC) e altri strumenti in dotazione (non oggetto di questa gara) dovranno essere gestiti dal sistema di controllo in modalità digitale, in modo di poter accedere tramite software a tutte le funzionalità degli strumenti (ad es. cambio di fondo-scala, cambio gas, cambio delle proprietà del fluido, calibrazione, etc).
Software	Il software deve: i) consentire la gestione del percorso dei fluidi, il monitoraggio e il controllo delle condizioni operative (pressione, temperatura e portate) dei fluidi a monte e a valle di ogni compartimento della cella elettrochimica; ii) avere integrate le funzionalità dei MFC in dotazione di cambio fondo scala e gas in uso; iii) datalog dei parametri di processo misurati in continuo (portate, temperature, pressioni, livello nei serbatoi); iv) consentire la gestione del ricircolo (attivazione/disattivazione pompe, apertura/chiusura valvole, allarmi); v) visualizzazione e gestioni di allarmi di processo necessari per la sicurezza dell'operatore e degli strumenti. Deve essere compatibile con sistema operativo Windows 7 o più recente.
Supporto alla progettazione,	La fornitura deve comprendere:

all'installazione ed al testing	<ul style="list-style-type: none"> - Progettazione esecutiva in collaborazione con il Politecnico di Torino - Il fornitore deve essere disponibile ad effettuare almeno 4 incontri presso le sedi dove devono essere consegnati i banchi prova per sopralluogo dei locali e durante le fasi di progettazione e realizzazione dei banchi prova. - Montaggio, assemblaggio e collaudo con prove funzionali supportate da un tecnico specializzato per un minimo di 8 h - Consegna disegni esecutivi e manuali - Certificazione materiali a contatto e altre certificazioni a norma di legge <p>I termini di consegna della fornitura sono previsti entro 5 mesi dall'affidamento.</p>
Strumenti/accessori che devono essere inclusi nella fornitura oggetto di questa gara	Tubazioni del sistema complessivo e di collegamento con i riduttori di pressione presenti nel locale (a massimo 2 m distanza dal banco prove); valvole manuali e automatiche; valvole di sicurezza; raccordi; serbatoi pressurizzati che conterranno i liquidi con diversi pH (vedi nella descrizione di ogni <i>linea di lavoro nei Requisiti Specifici</i>); separatori gas-liquido delle linee che trasporteranno i fluidi in uscita dalla cella elettrochimica, la cui capacità dipenderà dalla linea di lavoro specifica (vedi <i>Requisiti Specifici</i>); attuatori necessari per il sistema di controllo; sistemi di raffreddamento e riscaldamento (serpentine di riscaldamento, scambiatori di calore, o altro); componenti elettriche e elettroniche per il quadro elettrico di gestione del sistema di controllo e monitoraggio.
Strumenti da installare e collaudare nei banchi prova (esclusi dalla fornitura oggetto di questa gara) che saranno messi a disposizione dal Politecnico di Torino	Celle elettrochimiche, controllori di flusso liquido e gassoso (MFC e LFC); misuratori di flusso (liquid flow meter, LFM) e di pressione (tramite back pressure regulator, BPR); sistema di umidificazione (CEM); pompe; compressori; chiller; misuratori di livello; termocoppie. In fase di progettazione saranno fornite le specifiche tecniche degli strumenti disponibili per i banchi prova al fine della compatibilità tra i vari componenti.

1.b. REQUISITI MINIMI SPECIFICI

Banco I - Linea di lavoro I-A

Al fine di rendere comprensibile il processo, di seguito si riporta uno **schema a blocchi della linea di lavoro I-A**.



Questa linea di lavoro del banco di prove elettrochimico dovrà garantire le seguenti **Condizioni Operative nella Cella Elettrochimica** (compresi l'ingresso e l'uscita dei fluidi dell'anodo e del catodo):

Pressione: (1-10) bar

Temperatura: (20-150) °C

Di seguito si descrivono le **Caratteristiche e Specifiche Tecniche** che deve avere ogni sezione del processo di questa linea di lavoro (vedere lo schema a blocchi della **linea di lavoro I-A**, sopra), pena esclusione dalla gara.

- **Sezione INGRESSO alla cella**

Le **condizioni operative delle linee d'ingresso** sia del catodo che dell'anodo devono essere dimensionate per **garantire le condizioni operative nella cella elettrochimica** (sopra indicate).

Per quanto riguarda al **CATODO** si prevede di avere tre linee di ingresso che si utilizzeranno in modo alternato, le cui si specificano di seguito:

- **Linea C1:** trasporterà una miscela di gas che risulta dall'unione tra una linea collegata tramite un MFC a l'Ar di rete (range di flusso LFC: 3-150 Nml/min) e una linea collegata tramite un MFC alla CO₂ di rete (range di flusso LFC: 3-150 Nml/min).
- **Linea C2:** trasporterà il flusso di gas della linea 1, dopo umidificazione (con sistema di umidificazione CEM) con acqua alimentata con un LFC (portata massima: 30 g/h) da un serbatoio in pressione (vedi range di pressione operativa sopra).
- **Linea C3:** liquido con pH tra 6-9 alimentato da LFC (range di flusso: 20-1000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione (vedi range di pressione operativa sopra).

La pressione dei fluidi liquidi deve essere gestita tramite serbatoi pressurizzati con gas (sia CO₂ che Ar di rete) a disposizione nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà i fluidi in ingresso al processo (si utilizzerà in modo alterno con H₂O oppure liquido con pH 6-9) deve avere una capacità di circa 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Per quanto riguarda l'**ANODO** si prevede di avere una linea di ingresso, la cui verrà specificata di seguito:

- **Linea A1:** gestirà un liquido con pH tra 1-9 alimentato da LFC (range di flusso: 20-1000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione (vedi range di pressione operativa sopra).

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (sia CO₂ che Ar) a disposizione nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo (pH 1-9) deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Si richiede per tanto che queste linee vengano riscaldate (tramite un sistema di riscaldamento incluso nella fornitura oggetto di questa gara) alla temperatura di lavoro.

- **Sezione CELLA ELETTROCHIMICA**

Le condizioni operative nella cella elettrochimica sono indicate sopra.

Il controllo di pressione all'interno di ogni camera della cella elettrochimica dovrà essere gestito tramite controllori di pressione (*Back Pressure Regulators* già presenti nel locale), che dovranno essere installati sulle linee che trasporteranno i fluidi in uscita dalla cella, dopo opportuno raffreddamento (vedi *Sezione di RAFFREDDAMENTO* sotto).

Il sistema di riscaldamento della cella elettrochimica e il controllo di temperatura (eventuali resistenze o altro sistema necessario) deve essere incluso nella fornitura oggetto di questa gara.

- **Sezione USCITA dalla cella**

Le linee in uscita dalla cella elettrochimica trasporteranno i fluidi non convertiti e i prodotti generati durante le reazioni elettrochimiche (avvenute all'interno della cella elettrochimica) verso la *Sezione di RAFFREDDAMENTO*. Ad ogni linea di ingresso corrisponderà una linea di uscita (vedi voce *Sezione di INGRESSO*). Le condizioni operative di queste linee sono quindi analoghe a quelle delle linee nella *Sezione di INGRESSO*.

- **Sezione di RAFFREDDAMENTO**

La *Sezione di RAFFREDDAMENTO* a temperatura ambiente sarà costituita dalle linee che trasporteranno i fluidi in uscita dalla cella attraverso uno scambiatore/sistema di raffreddamento (che deve essere incluso nella fornitura oggetto di questa gara) fino alla *Sezione di Separazione GAS-LIQUIDO*. Il sistema di raffreddamento potrà utilizzare acqua fredda (o altro fluido di raffreddamento) generata da un chiller presente nel locale (portata massima 4 L/min, temperatura minima 5°C). In questa sezione dovranno essere installati i controllori di pressione (*Back Pressure Regulator già presenti nel locale*) che controlleranno la pressione operativa a monte del processo (nella *cella elettrochimica*).

- **Sezione di SEPARAZIONE GAS-LIQUIDO (G-L)**

Questa sezione comprende i sistemi di separazione G-L (ad es. sistemi flash da dimensionare e costruire come parte della fornitura oggetto di questa gara), saranno collocati a seguito della *Sezione di RAFFREDDAMENTO* dopo ciascuna linea in uscita dalla cella elettrochimica. Tali sistemi di separazione G-L dovranno avere un volume tale da garantire volume morto minimo richiesto (vedi *Requisiti Comuni*), successivamente, deve esserci l'accumulo dei fluidi liquidi in serbatoi (da dimensionare e costruire come parte della fornitura oggetto di questa gara) in grado di contenere il volume dei serbatoi in ingresso.

- **Sezione di ANALISI**

All'uscita di ogni sistemi di separazione G-L ci sarà una linea che trasporterà i gas (dopo separarli dal liquido) verso il sistema di analisi (GC già presente nel locale), per l'analisi dei prodotti gassosi. Queste linee dovranno avere un volume morto massimo (come specificato nei *Requisiti Comuni*). Queste linee saranno collegate fra di loro attraverso

elettrovalvole (comandate da software), che si utilizzeranno per analizzare in modo alterno i gas provenienti da ogni linea in uscita dalla cella elettrochimica. Inoltre, si richiede che queste linee vengano riscaldate (tramite un sistema di riscaldamento incluso nella fornitura oggetto di questa gara) per evitare condensazione.

Per quanto riguarda il campionamento per l'analisi dei prodotti liquidi, deve essere previsto un sistema di scarico dei liquidi (volume massimo 2 ml) munito di una valvola on-off nella *Sezione di RAFFREDDAMENTO* (dopo il sistema di raffreddamento e i *Back Pressure Regulators*), per la raccolta di campioni liquidi che saranno analizzati con un sistema di cromatografia liquida (HPLC) già presente nel locale.

- **Sezione di RICIRCOLO**

Deve esserci la predisposizione (hardware e software) per la gestione del ricircolo del liquido accumulato nel sistema di separazione G-L. Il controllo del flusso di ricircolo deve essere gestito tramite la misura del livello del separatore G – L (misuratori di livello già presenti nel locale). L'inizio del ricircolo (accensione di una pompa di ricircolo già presente nel locale) dovrà essere attivato tramite software ma avverrà solo quando il livello nel serbatoio di accumulo del liquido (del *separatore G-L*) è oltre un valore minimo, da impostare tramite software come livelli di allarme e sicurezza per le pompe di ricircolo. Le pompe di ricircolo non sono da includere nella fornitura della gara ma le loro specifiche tecniche e selezione devono essere fornite per un acquisto successivo.

Da un disegno di concetto del banco (linea di lavoro I-A) si è determinato che la fornitura richiederà almeno le voci elencate nella tabella 2, pena esclusione dalla gara:

Tabella 2. Descrizione dei componenti da includere nella fornitura oggetto di questa gara per la *linea di lavoro I-A* del banco elettrochimico

Quantità	Descrizione
8	Valvole di non ritorno
4	Valvole di regolazione manuali
8	Valvole ON – OFF
1	Valvole di intercettazione (shut off valve)
7	Valvole di drenaggio
4	Raccordo a T
2	Elettrovalvole a 4 vie
5	Resistenze per riscaldamento tubazioni
2	Serbatoi da 3L
3	Sistemi di separazione G-L (es. <i>Flash Tank</i>) con sistemi di accumulo del liquido separato (serbatoi)

Caratteristiche Prodotti per Sistema di Sicurezza

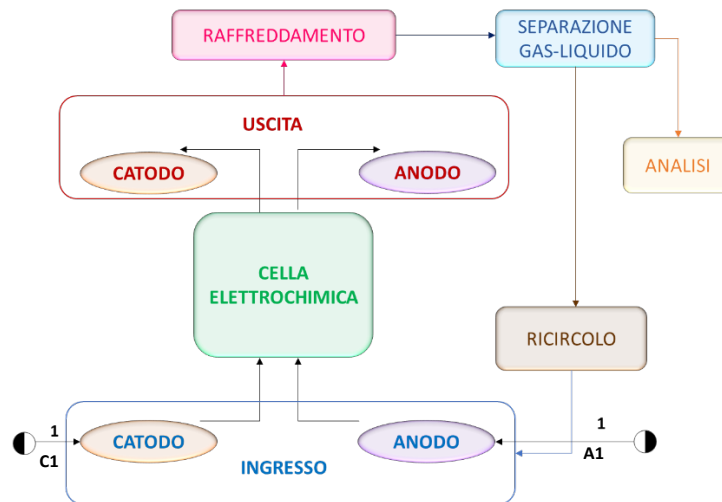
I gas carrier da utilizzare nel processo sono: Ar e CO₂ con portate massime di 150 Nml/min, per la produzione di composti chimici o combustibili come quelli indicati nella **tabella 3**. Le quantità di prodotti sotto indicate rappresentano le quantità massime ottenute ad ogni singola reazione per una conversione del 100 % del reagente e per una selettività del 100 % verso il suddetto prodotto.

Tabella 3. Portata massima dei prodotti che si possono ottenere (con una selettività del 100 %) nella *linea di lavoro I-A*.

Prodotto di Reazione	Portata massima (Nml/min)	Quantità accumulata massima in serbatoio (V, P, T)
CO (g)	150	3 L, 10 bar, 150°C
CH ₄ (g)	150	3 L, 10 bar, 150°C
C ₂ H ₄ (g)	150	3 L, 10 bar, 150°C
H ₂ (g)	150	3 L, 10 bar, 150°C
O ₂ (g)	75	3 L, 10 bar, 150°C
CH ₃ OH (l)	0,86	3 L, 10 bar, 150°C
HCOOH (l)	0,80	3 L, 10 bar, 150°C
C ₂ H ₅ OH (l)	0,62	3 L, 10 bar, 150°C

Banco I - Linea di lavoro I-B:

Al fine di rendere comprensibile il processo, di seguito si riporta uno schema a blocchi



Questa linea di lavoro del banco di prove elettrochimico I (linea di lavoro I-B) dovrà garantire le seguenti condizioni operative in ogni fase del processo, pena esclusione dalla gara:

- **Sezione *INGRESSO* alla cella**

Le caratteristiche da mantenere all'ingresso sia del **catodo** che dell'**anodo** sono:

Pressione: (1-30) bar

Temperatura: (20-150) °C

Per quanto riguarda al **CATODO** si prevede di avere una linea di ingresso, la cui verrà specificata di seguito:

- **Linea C1:** trasporterà liquido con pH tra 1-14 alimentato da LFC (range di flusso: 20 - 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (Ar di rete) a disposizione nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Per quanto riguarda all'**ANODO** si prevede di avere una linea di ingresso, la cui verrà specificata di seguito:

- **Linea A1:** trasporterà un liquido con pH tra 1-14 alimentato da LFC (range di flusso: 20 - 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (Ar di rete) già presente nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo (pH 1-14) deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Si richiede per tanto che queste linee vengano riscaldate (tramite un sistema di riscaldamento incluso nella fornitura oggetto di questa gara) alla temperatura di lavoro.

- **Sezione *CELLA ELETTROCHIMICA***

Le condizioni operative nella cella elettrochimica sono indicate sopra (vedi *Sezione INGRESSO alla cella*). Il controllo di pressione e temperatura verrà gestito come nel caso della *linea di lavoro I-A* (vedi *Sezione CELLA ELETTROCHIMICA*).

Per quanto riguarda la sezione di **USCITA, RAFFREDDAMENTO, SEPARAZIONE GAS-LIQUIDO, ANALISI e RICIRCOLO** verranno gestite come descritto nella *linea di lavoro I-A*.

Da un disegno di concetto del banco I (linea di lavoro I-B) si è determinato che la fornitura richiederà almeno le voci elencate nella tabella 4:

Tabella 4. Descrizione dei componenti inclusi nella fornitura oggetto di questa gara del banco I (linea di lavoro I-B)

Quantità	Descrizione
6	Valvole di non ritorno
4	Valvole di regolazione manuali
2	Valvole ON – OFF
6	Valvole di drenaggio
2	Raccordo a T
1	Elettrovalvole a 4 vie
4	Resistenze per riscaldamento tubazioni
2	Serbatoi da 3L
2	Sistemi di separazione G-L (es. <i>Flash Tank</i>) con sistemi di accumulo del liquido separato (serbatoi)

Massimo Flusso dei Prodotti

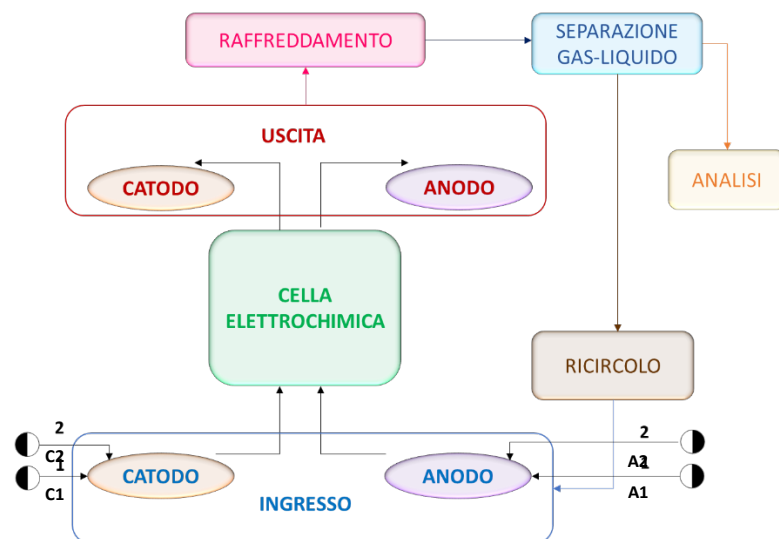
All'interno della linea di lavoro I-B si prevede la conversione di composti organici da matrici acquose (es. Fenolo, HMF, xilitolo) con portate massime di 12 Nml/min con conseguente produzione di altre molecole nelle quantità indicate nella tabella 5. Le quantità di prodotti sotto indicate rappresentano le quantità massime ottenute ad ogni singola reazione per una conversione del 100 % del reagente e per una selettività del 100 % verso il suddetto prodotto.

Tabella 5. Portata massima dei prodotti per una selettività del 100 % del banco I (linea di lavoro I-B)

Prodotto di Reazione	Portata massima (Nml/min)	Quantità accumulata massima in serbatoio (V, P, T)
Benzochinone	12 (115 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Idrochinone	12 (117 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido maleico	12 (123 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido fumarico	12 (123 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido succinico	12 (125 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido malico	12 (143 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido tartarico	12 (160 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido malonico	12 (110 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido acetico	12 (63 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido ossalico	12 (98 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido formico	12 (49 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
CO2 (prodotto finale)	12 (76 mg/l)	3 L, 30 bar, 150°C
HFCA	12 (0.35 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
FFCA	12 (0.35 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
FDA	12 (0.35 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
FDCA (prodotto finale)	12 (0.35 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Xilosio	12 (10 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Acido lattico	12 (6 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Arabitolo	12 (10 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Glicerolo	12 (6 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Glicolaldeide	12 (4 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Gliceraldeide	12 (6 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Glicole etilenico (prodotto finale)	12 (4 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C
Glicole propilenico (prodotto finale)	12 (5 g/l)	3 L, 30 bar, 150°C

Banco II - Linea di lavoro II-A:

Al fine di rendere comprensibile il processo, di seguito vi è disponibile uno schema a blocchi.



Questa linea di lavoro del banco di prove elettrochimico II (linea di lavoro II-A) dovrà garantire le seguenti condizioni operative in ogni fase del processo, pena esclusione dalla gara:

• **Sezione INGRESSO alla cella**

Le caratteristiche da mantenere all'ingresso sia del **catodo** che dell'**anodo** sono:

Pressione: (1-10) bar

Temperatura: (20-150) °C

Per quanto riguarda al **CATODO** si prevede di avere due linee di ingresso che si utilizzeranno in modo alternato, le cui si specificano di seguito:

- **Linea C1:** trasporterà una miscela di gas che risulta dall'unione tra una linea collegata tramite MFC al N₂ di rete (range di flusso: 4-200 Nml/min) e una linea collegata tramite MFC alla CO₂ di rete (range di flusso: 4-200 Nml/min).
- **Linea C2:** trasporterà un liquido con pH tra 3-12 alimentato da LFC (range di flusso: 60 – 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione. Questa linea però deve essere collegata ad una valvola a 3 vie, poiché, si prevede che questo fluido venga alimentato alla linea di lavoro II-B che si userà in alternativa alla linea di lavoro II-A.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (sia N₂ che CO₂) dalle bombole già presente nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Per quanto riguarda all'**ANODO** si prevede di avere due linee di ingresso, le cui verranno specificate di seguito:

- **Linea A1:** trasporterà una miscela di gas che risulta dall'unione tra una linea collegata tramite MFC al N₂ di rete (range di flusso: 4-200 Nml/min) e una linea collegata tramite MFC alla CO₂ di rete (range di flusso: 4-200 Nml/min).
- **Linea A2:** trasporterà un liquido con pH tra 3-12 alimentato da LFC (range di flusso: 60 – 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (sia N₂ che CO₂) dalle bombole già presenti nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Si richiede per tanto che queste linee vengano riscaldate (tramite un sistema di riscaldamento incluso nella fornitura oggetto di questa gara) alla temperatura di lavoro.

• **Sezione CELLA ELETTROCHIMICA**

Le condizioni operative nella cella elettrochimica sono indicate sopra (vedi *Sezione INGRESSO alla cella*). Il controllo di pressione e temperatura verrà gestito come nel caso della *linea di lavoro I-A* (vedi *Sezione CELLA ELETTROCHIMICA*).

Per quanto riguarda la sezione di **USCITA, RAFFREDDAMENTO, SEPARAZIONE GAS-LIQUIDO, ANALISI e RICIRCOLO** verranno gestite come descritto nella *linea di lavoro I-A*.

Da un disegno di concetto del banco I (linea di lavoro II-A) si è determinato che la fornitura richiederà almeno le voci elencate nella tabella 6:

Tabella 6. Descrizione dei componenti inclusi nella fornitura oggetto di questa gara del banco I (linea di lavoro II-A)

Quantità	Descrizione
10	Valvole di non ritorno
5	Valvole di regolazione manuali
6	Valvole ON – OFF
6	Valvole di drenaggio
5	Raccordo a T
2	Valvole a 3 vie
1	Elettrovalvole a 4 vie
5	Resistenze per riscaldamento tubazioni
2	Serbatoi da 3L
2	Sistemi di separazione G-L (es. <i>Flash Tank</i>) con sistemi di accumulo del liquido separato (serbatoi)

Massimo Flusso dei Prodotti

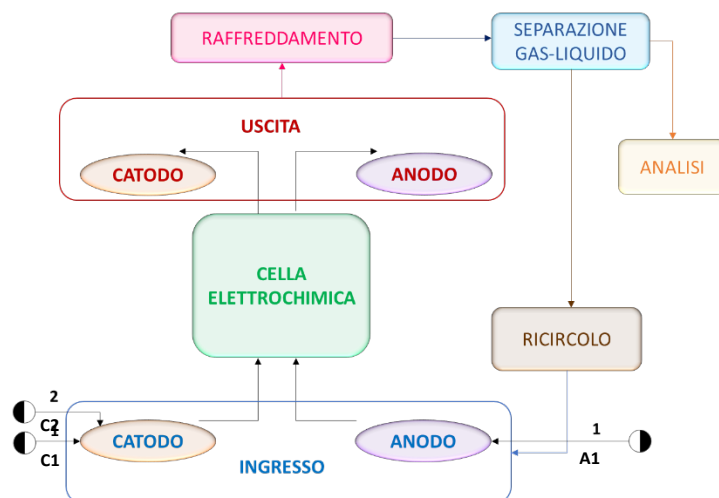
All'interno della linea di lavoro II-A si prevede la conversione di CO₂ gassosa con portata massima di 200 Nml/min con conseguente produzione di altre molecole nelle quantità indicate nella tabella 7. Le quantità di prodotti sotto indicate rappresentano le quantità massime ottenute ad ogni singola reazione per una conversione del 100 % del reagente e per una selettività del 100 % verso il suddetto prodotto, considerando un flusso di liquido pari a 60 g/h a pressione e temperatura ambiente.

Tabella 7. Portata massima dei prodotti per una selettività del 100 % del banco II (linea di lavoro II-A)

Prodotto di Reazione	Portata massima (g/min)	Quantità accumulata massima in serbatoio (V, P, T)
Monossido di carbonio	0.228	1 L, 10 bar, 150°C
Metano	0.130	1 L, 10 bar, 150°C
Etano	0.122	1 L, 10 bar, 150°C
Etilene	0.114	1 L, 10 bar, 150°C
Acido formico	0.375 (375 mg/ml)	1 L, 10 bar, 150°C
Metanolo	0.261 (261 mg/ml)	1 L, 10 bar, 150°C
Etanolo	0.187 (187 mg/ml)	1 L, 10 bar, 150°C
Acido ossalico	0.367 (367 mg/ml)	1 L, 10 bar, 150°C

Banco II -Linea di lavoro II-B:

Al fine di rendere comprensibile il processo, di seguito vi è disponibile uno schema a blocchi.



Questa linea di lavoro del banco di prove elettrochimico I (linea di lavoro I -B) dovrà garantire le seguenti condizioni operative in ogni fase del processo, pena esclusione dalla gara:

• **Sezione INGRESSO alla cella**

Le caratteristiche da mantenere all'ingresso sia del **catodo** che dell'**anodo** sono:

Pressione: Ambient pressure

Temperatura: (20-100) °C

Per quanto riguarda al **CATODO** si prevede di avere una linea di ingresso, la cui verrà specificata di seguito:

- **Linea C1:** trasporterà un liquido con pH tra 3-12 alimentato da LFC (range di flusso: 60 – 3000 g/h) proveniente dalla linea di lavoro II-A.
- **Linea C2:** trasporterà liquido con pH tra 1,5-3 alimentato da LFC (range di flusso: 60 - 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione. In uscita una frazione di questa linea verrà ricircolata attraverso un LFC all'ingresso della cella elettrochimica con un range di flusso pari a quello dell'ingresso.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (N₂ di rete) disponibile nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Per quanto riguarda all'**ANODO** si prevede di avere una linea di ingresso, la cui verrà specificata di seguito:

- **Linea A1:** trasporterà un liquido con pH tra 5-9 alimentato da LFC (range di flusso: 60 - 3000 g/h) collegato a un serbatoio in pressione.

La pressione del fluido liquido deve essere gestita tramite un serbatoio pressurizzato con gas (N₂) già presenti nel locale. Il serbatoio in pressione che conterrà il fluido in ingresso al processo (pH 5-9) deve avere una capacità di 3 L, in modo da garantire almeno 6 ore di lavoro a flusso continuo.

Si richiede per tanto che queste linee vengano riscaldate (tramite un sistema di riscaldamento incluso nella fornitura oggetto di questa gara) alla temperatura di lavoro.

• **Sezione CELLA ELETTROCHIMICA**

Le condizioni operative nella cella elettrochimica sono indicate sopra (vedi *Sezione INGRESSO alla cella*). Il controllo di pressione e temperatura verrà gestito come nel caso della *linea di lavoro I-A* (vedi *Sezione CELLA ELETTROCHIMICA*).

Per quanto riguarda la sezione di **USCITA, RAFFREDDAMENTO, SEPARAZIONE GAS-LIQUIDO, ANALISI e RICIRCOLO** verranno gestite come descritto nella *linea di lavoro I-A*.

Da un disegno di concetto del banco I (linea di lavoro II-B) si è determinato che la fornitura richiederà almeno le voci elencate nella tabella 8:

Tabella 8. Descrizione dei componenti inclusi nella fornitura oggetto di questa gara del banco I (linea di lavoro II-B)

Quantità	Descrizione
5	Valvole di non ritorno

3	Valvole di regolazione manuali
3	Valvole ON – OFF
6	Valvole di drenaggio
1	Raccordo a T
1	Elettrovalvole a 4 vie
4	Resistenze per riscaldamento tubazioni
2	Serbatoi da 3L
2	Sistemi di separazione G-L (es. <i>Flash Tank</i>) con sistemi di accumulo del liquido separato (serbatoi)

Massimo Flusso dei Prodotti

All'interno della linea di lavoro II-B si prevede la conversione sia di Glucosio (aq) che Acido Ossalico(aq) con portata massima di 50 ml/min con conseguente produzione di altre molecole nelle quantità indicate nella tabella 9. Le quantità di prodotti sotto indicate rappresentano le quantità massime ottenute ad ogni singola reazione per una conversione del 100 % del reagente e per una selettività del 100 % verso il suddetto prodotto, considerando un flusso di liquido pari a 3000 g/h a pressione e temperatura ambiente.

Tabella 9. Portata massima dei prodotti per una selettività del 100 % del banco II (linea di lavoro II-B)

Prodotto di Reazione	Portata massima (Nml/min)	Quantità accumulata massima in serbatoio (V, P, T)
Glucosio	3000 (18 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Acido Gluconico	3000 (19.6 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Acido Glucarico	3000 (21 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Ossalato di potassio	3000 (90 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Idrossido di potassio	3000 (166 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Acido ossalico	3000 (90 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Acido gliossalico	3000 (74 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C
Acido glicolico	3000 (76 mg/ml)	3 L, 1 bar, <100°C

2. Importo posto a base dell'affidamento

EURO 75.000,00 + IVA.

3. Requisiti di partecipazione

L'operatore economico interessato dovrà essere in possesso dei seguenti requisiti:

- **Requisiti di ordine generale di cui all'art.80 del D.Lgs. 50/2016;**
- **Idoneità professionale:** iscrizione alla Camera di Commercio per attività coerente con quella oggetto di affidamento;
- **Requisito di capacità tecniche e professionali,** di cui all'art. 83, c. 1, lett. c) del D.Lgs. 50/2016, consistente nello specifico nell'aver maturato esperienza lavorativa negli ultimi 3 anni dalla data di pubblicazione della futura procedura di affidamento nell'ambito dell'attività oggetto di appalto, ovvero nel campo della progettazione e realizzazione di banchi prova per celle e sistemi elettrochimici.

4. Termini

Entro il giorno **11/01/2019**, gli operatori economici in possesso dei requisiti interessati alla partecipazione alla futura procedura di selezione del contraente effettuata dalla Stazione Appaltante potranno manifestare il proprio interesse con le seguenti modalità:

- Messaggio di Posta Elettronica Certificata inviato all'indirizzo procurement@pec.polito.it
- Oggetto del messaggio: quello indicato nel presente avviso
- Testo del messaggio:

Il sottoscritto _____, Codice Fiscale _____ in qualità di _____ (n.d.r. indicare carica sociale) dell'operatore economico _____ - Partita IVA _____, manifesta il proprio interesse alla partecipazione alla procedura di selezione del contraente per la fornitura che sarà effettuata dal Politecnico di Torino per l'affidamento della fornitura indicata in oggetto.

A tal fine dichiara altresì:

- di essere in possesso dei requisiti di ordine generale di idoneità professionale, indicati dalla Stazione Appaltante nell'avviso di pari oggetto pubblicato ai sensi dell'art. 216, comma 9 del D. Lgs. 50/2016
- di non aver nulla da pretendere dal Politecnico di Torino, a qualsiasi titolo, in ragione della presente manifestazione di interesse;
- di essere informato, ai sensi e per gli effetti del GDPR 679/2016, che i dati personali raccolti saranno trattati anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

2. Richiesta chiarimenti

Per i chiarimenti e per ulteriori informazioni tecniche necessarie, gli operatori economici potranno inviare richieste esclusivamente per posta elettronica all'indirizzo procurement.tecnici@polito.it.

Torino, 20/12/2018