

# I CONFERENZA NAZIONALE SULLA POLITICA ENERGETICA IN ITALIA. HYDROGENESYS , NUOVA FRONTIERA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Ing. F. Goggi, p.i. G. Brambilla, L. Goggi

Hydrogenesys s.r.l., P.za Martiri della libertà 25 Casteggio (PV),  
Studio Pgreco, Via Lazzarino 13 Novara

## SOMMARIO

- 1) Presentazione
- 2) Premessa generale
- 3) Descrizione delle funzioni svolte in Hydrogenesys
- 4) Materiali trattabili – tipi di processi possibili – risultati ottenibili
- 5) Materiali per pirolisi

### ALLEGATI:

- FIGURA 1 SCHEMA SINTETICO DEL CICLO HYDROGENESYS  
FIGURA 2 CICLO SCHEMATICO GAS HYDROGENESYS  
FIGURA 3 SCHEMA INPUT LIQUIDI HYDROGENESYS  
FIGURA 4 SCHEMA INPUT SOLIDI HYDROGENESYS  
FIGURA 5 SCHEMA DEPURAZIONE E SEPARAZIONE GAS HYDROGENESYS

## 1) PRESENTAZIONE

**hydrogenesys** è un sistema brevettato per trasformare i rifiuti a componente organica (chimica del carbonio) in energia elettrica e termica senza immettere in ambiente prodotti indesiderati; il nostro obiettivo è di avere emissioni zero.

Siamo una compagine molto ben affiatata, nelle componenti tecniche di progettazione, nelle componenti qualitative di produzione dei componenti e nella promozione del prodotto ricerca e negoziazione dei prestiti finanziari ed agevolazioni per Enti Pubblici e Ditte Private.

La nostra filosofia di base si fonda sulla ricerca della massima flessibilità, della migliore qualità e della competitività più intelligente.

La finalità per cui è nato il sistema di pirolisi chiamato **Hydrogenesys** è quello di smaltire i rifiuti a componente organica rispettando l'ambiente e ricavandone il massimo dell'energia tecnologicamente possibile. Il processo è stato messo a punto per ricavare essenzialmente combustibile Idrogeno (le cui applicazioni andranno ad espandersi in modo dirimpante nell'immediato futuro), scorie inerti vetrificate utilizzabili in ambiente senza che possano cedere sostanze indesiderate, e CO<sub>2</sub> utilizzabile dall'industria. Per i vari tipi di rifiuto ci saranno varianti sul trattamento del gas pirolitico in uscita da **Hydrogenesys**. Tuttavia la base di formazione del gas di pirolisi (H<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>) è praticamente sempre lo stesso.

La pirolisi è un processo chimico conosciuto da tantissimi anni ed applicato a far luogo dalla produzione del gas di città nell'ottocento utilizzando carbone ed acqua.

Letteralmente pirolisi significa rottura termica di una molecola di sostanza organica complessa in molecole semplici fino a quelle elementari quali H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> ecc., utilizzando l'energia derivante da una fonte di calore ad alta o altissima temperatura.

Più la reazione avviene a temperatura alta ed in modo regolare e ben distribuita su tutta la massa e meglio si perviene a sostanze molecolari semplici non più scomponibili nonché un inquinamento dell'effluente gassoso tendente a zero.

La pirolisi è, pertanto, un processo endotermico che opera la scissione di molecole complesse organiche (presenti nelle materie plastiche, nelle gomme, negli oli, nei solventi, nelle materie cellulosiche quali legno e carta) e produce molecole strutturalmente semplici che tramite successiva ossidazione, produrranno energia termica ed energia elettrica.

L'ambiente interno del reattore di pirolisi deve essere riducente il che significa che non si dovrà avere presenza di aria e quindi di ossigeno (agente ossidante per eccellenza) ed azoto che inevitabilmente darebbe luogo a catene indesiderate (NO<sub>x</sub> e similari).

Gli inerti presenti nella sostanza da pirolizzare, a causa dell'alta temperatura e dell'ambiente riducente in cui avvengono le azioni di scissione delle molecole tendono a vetrificare ed i metalli eventualmente presenti non si ossidano come avverrebbe negli inceneritori, quindi, non formandosi ossidi metallici, le ceneri e gli inerti

## 2) PREMESSA GENERALE SULLA PIROLISI

vetrificati si possono utilizzare come materiale di riempimento edilizio dato che con le prove sul loro eluato rientrano nelle normative di legge vigenti.

Altro grande vantaggio della pirolisi è quello di avere un effluente gassoso formato soprattutto da  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ . Per il processo stesso di pirolisi la formazione di inquinanti quali:  $HCl$ ,  $H_2S$  o altri può avvenire ma in volumi talmente ridotti che la loro eliminazione sarà resa semplice e molto efficace tramite piccoli reattori e opportuni lavaggi. Le diossine, (grosso problema degli inceneritori) visto il ciclo termodinamico della pirolisi **Hydrogenesys**, non hanno possibilità di formazione.

### 3) DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI SVOLTE IN **Hydrogenesys**

**Hydrogenesys = Impianto a tecnologia avanzata per produrre energia (termica - elettrica) pulita a partire da rifiuti liquidi e solidi a base componente organica (chimica del carbonio). "Energia Elettrica da fonte rinnovabile".**

- Il processo che qui si va a presentare si basa sul principio della pirolisi ad alta temperatura delle sostanze organiche (sostanze contenenti essenzialmente Carbonio ed Idrogeno) al fine di produrre gas  $H_2$  ad elevata purezza da utilizzare come combustibile in apparati quali: - caldaie a vapore abbinate a turbina, - turbine a gas - celle a combustibile. Tutte finalizzate alla produzione di energia elettrica che, oltre a provvedere ai consumi energetici dell'impianto stesso, produce un surplus destinabile alla vendita.
- I concetti essenziali su cui si basa questa tecnologia sono quelli di una pirolisi pulita e continua che si sviluppi ad alta temperatura, controllata con l'ausilio di sistemi di regolazione e controlli elettronici con lo scopo di produrre un gas a quasi totale composizione di Idrogeno molecolare ( $H_2$ ) che, possa in futuro essere utilizzato nelle celle a combustibile (le famose *fuel cells* che permettono rendimenti del 65, 70 %) non appena la loro produzione sarà industrializzata e resa economicamente competitiva. Nei primi impianti il combustibile ottenuto dal processo **Hydrogenesys** potrà essere utilizzato principalmente in 2 modi:  
In caldaie pressurizzate per produrre vapore, che a sua volta, con salto entalpico in turbina, produrrà energia elettrica.  
in turbine a gas<sup>1</sup> abbinate a scambiatori di calore a condensazione per produrre energia elettrica e, eventualmente, acqua calda sanitaria e/o per riscaldamento.  
Il risultato finale sarà: produzione di energia elettrica, energia termica ed eventuale recupero dell'acqua condensata proveniente dalla combustione  $H_2$  di pirolisi

<sup>1</sup> Le turbine esistenti sul mercato necessitano di una miscela idrogeno puro con 15-20% in volume di metano per problemi di camera di combustione; l'energia è sempre verde anche con queste aggiunte di metano.

ed  $O_2$  atmosferico. Parte dell'acqua pura sarà utilizzata nel ciclo stesso, mentre l'esubero potrà essere usato sia come acqua pura (distillata) sia come miscela nell'acqua potabile derivata da dissalatori. La parte inerte presente nei reflui sia liquidi che solidi viene vetrificata nel forno di reazione alla temperatura pirolitica ed estratta come materiale perfettamente inertizzato ed utilizzabile nella miscela dei manti stradali, nei cementifici o quale emendante per prodotti inerti.

#### Nell'impianto **Hydrogenesys** entrano:

- a) Le materie seconde (i rifiuti) che qui diventano materia prima, quindi gli RSU (Rifiuti Solidi Urbani) che debbono essere in primo luogo trasformati in CDR "coriandolato" (vedi legge Ronchi). Le materie plastiche riciclate, certamente non pure, e quindi non più riutilizzabili per la produzione di oggetti, devono essere ridotte in pezzatura inferiore al centimetro (coriandolate) prima di entrare in Hydrogenesys. I materiali già coriandolati vengono a questo punto micronizzati con macinatori criogenici raffreddati ad azoto liquido. I rifiuti già liquidi non necessitano normalmente di pretrattamenti specifici.
- b) Ossigeno puro ricavato dall'aria con impianto autonomo (che produrrà anche azoto liquido per le macinazioni) alimentato dall'energia elettrica prodotta nell'impianto stesso
- c) Acqua pura distillata o demineralizzata.

I rifiuti a) sono i fornitori del combustibile, l'ossigeno b) è il comburente e l'acqua c) è l'agente ossidante

#### Dall'impianto escono:

- a) Gas pirolitico utilizzabile tal quale in caldaie pressurizzate per produrre vapore ad alta pressione atto a produrre, con salto in turbina a vapore, energia elettrica ed acqua calda finale (energia termica); dopo condensazione si potrà recuperare anche l'acqua.
  - b) Inerti vetrificati
- Questo è il modo più semplice per utilizzare il gas di pirolisi.

Un impianto di buona potenzialità e con caratteristiche più performanti e più tecnologicamente avanzato deve prevedere la separazione dei gas pirolitici con il recupero della  $CO_2$  che viene venduta per i vari usi industriali; il suo recupero compensa ampiamente il costo di investimento degli impianti utilizzati per tale recupero, anzi ai prezzi correnti, consente un ritorno a beneficio di tutto l'investimento e gestione dell'impianto.

Un impianto siffatto alla fine cede all'esterno:

- I Idrogeno ad elevata purezza che può andare: in caldaia, in turbina a gas o in cella a combustibile, a produrre energia elettrica e termica ed acqua residua esente da qualsiasi sale.
- II Inerti vetrificati da usare nelle costruzioni od altro.
- III Anidride Carbonica ( $CO_2$ ) da vendere per usi industriali.

Questo ciclo completo di sfruttamento di **Hydrogenesys** può essere descritto nello schema riportato in FIGURA 1 SCHEMA SINTETICO DEL CICLO HYDROGENESYS

Questo è un ciclo chiuso in cui nel suolo e nell'aria non viene rilasciato nulla di inquinante. Si arriva a produrre energia elettrica, energia termica ed acqua pura dalle materie di scarto che fino ad ora hanno sempre prodotto un notevole impatto ambientale sia come smaltimento in discarica controllata che come incenerimento nei forni inceneritori ricchi di emissioni nell'atmosfera e produttori di ceneri da discariche di categoria C.

- L'impianto è certamente utile dato che la sua funzione primaria è quella di eliminare (senza inquinare) i rifiuti di origine organica, solidi e liquidi, (la quasi totalità dei rifiuti esistenti). Inoltre la sua funzione secondaria (ma di primaria importanza) è quella di produrre energia elettrica pulita (energia verde) oltre ad energia termica ed acqua pura. Si arriva alla completa eliminazione dei rifiuti senza inquinare perché i prodotti derivati dal processo sono : **energia elettrica, acqua, inerti** ; con la sola immissione in atmosfera di Anidride Carbonica (nel caso di non separazione del gas pirolitico) che nel ciclo più performante viene recuperata e destinata alla vendita per processi industriali (industrie della plastica, saldatura industriale, industria alimentare ecc).
- **Il risultato finale al meglio delle prestazioni è quello di trasformare quanto è solo rifiuto da smaltire (rifiuto più o meno ingombrante e nocivo) in energia elettrica pulita e rinnovabile, in inerti usabili ed in CO<sub>2</sub> per l'industria.**

Il tutto è fattibile con un impianto ideato per il rispetto delle leggi della fisica e chimica delle alte energie ed originale come **Hydrogenesys** la cui configurazione, tecnologia, funzionamento e conduzione sono oggetto di brevetto industriale.

L'impianto è qui di seguito descritto nei suoi componenti innovativi :

1. **Apparato di immissione del prodotto nella camera del reattore di pirolisi ad alta temperatura, denominato : "INPUT".**
2. **Apparato di produzione del vapore ad alta temperatura ed alta pressione con recupero dell'energia termica dai gas di pirolisi, denominato : "VAPORE".**
3. **Sistema di pirolisi ad alta temperatura ed altissima velocità, denominato : "PIROLISI".**
4. **Sistema di controllo, miscelazione gas e turbolenza nel processo pirolitico, denominato : "RICIRCOLO GAS".**
5. **Sistema di risolidificazione e separazione delle scorie inerti, denominato : "SCORIE".**
6. Convertitore di CO in CO<sub>2</sub>, denominato : "CONVERTITORE".
7. Filtrazione e riciclo delle polveri, dosaggio prodotti per la produzione di inerti vetrificati, denominato : "FILTRAZIONE".
8. **Refrigerazione (raffreddamento) e lavaggio dei gas di pirolisi, denominato : "QUENCING".**

9. **Sistema di arricchimento della miscela verso la produzione di H<sub>2</sub> quasi puro e separazione della CO<sub>2</sub>, denominato : "CONCENTRATORE".**
10. **Riciclo e dosaggio prodotti in polvere per la solidificazione e l'eliminazione di inquinanti dal gas, denominato : "POLVERI".**
11. Produzione di Energia elettrica per autoconsumo e per vettoriamento esterno.
12. Condensazione e recupero H<sub>2</sub>O per riciclaggio nell'impianto e per uso esubero all'esterno vuoi per uso acqua distillata o per miscele con acqua dissalata negli impianti dissalatori di acqua di mare.
13. Sistemi ed apparati per produzione di O<sub>2</sub> primario ed azoto liquido.

VEDI FIGURA 2 SCHEMA ANALITICO DEL CICLO HYDROGENESYS

#### 4) MATERIALI TRATTABILI - TIPI DI PROCESSI POSSIBILI - RISULTATI OTTENIBILI

Si possono trattare con questo tipo di impianto tutti i tipi di materiali organici (chimica del carbonio) e per ognuno di essi si sono trovati parametri di trattamento, di pirolizzazione e di pulizia del gas.

I processi possibili per tutte le sostanze di natura organica sono sostanzialmente molto simili e il cuore del trattamento poco si discosta da un materiale all'altro. Sostanzialmente cambia il trattamento di preparazione del materiale se solido o liquido.

Il liquido non ha praticamente bisogno di grandi preparazioni.

Il solido (RSU, plastica di scarto, gomma ed altro) deve essere selezionato, privato delle parti indesiderate, macinato e poi ulteriormente criogenicamente macinato in forma molto fine.

I risultati che si ottengono variano da materia a materia e producono, a parità di massa di partenza, quantità differenti di H<sub>2</sub>, di CO<sub>2</sub> ed anche di energia autoconsumata per sostenere il processo.

Per costruire il nostro modulo di trattamento, si parte da una quantità fissata di idrogeno reso dal processo per la produzione dell'energia elettrica variando il quantitativo del materiale in ingresso (il rifiuto).

#### 5) MATERIALI PER PIROLISI

Con l'impianto **Hydrogenesys** si possono trattare con procedimento pirolitico tutti i materiali a componente organica, in special modo quelli che contengono in prevalenza Carbonio ed idrogeno.

A seconda del tipo di prodotto o componente del prodotto si possono avere rese in idrogeno più o meno elevate.

- a) CELLULOSA
- b) POLIETILENE
- c) POLIPROPILENE POLISTIRENE
- d) CLORURO DI VINILE
- e) BUTADIENE (gomma Caucciù)
- f) ISOPRENE (gomma Caucciù)
- g) GOMMA SRB (gomme sintetiche)
- h) POLIAMMIDE (nylon 6-10)
- i) POLIESTERI
- j) POLIACRILICI (perpex, plexiglas)

- k) Oli in genere
  - l) Solventi e scarti di verniciatura
  - m) CDR (Combustibile derivato da Rifiuti)
  - n) Fluff
  - o) Legno e scarti
  - p) Carta, cartone ecc.
  - q) Vegetali e scarti di essi
  - r) Parte umida dei rifiuti urbani (ora si usa per fare compost)
  - s) RSU tal quale
  - t) Scarti di raffinazione del petrolio e di prodotti derivati
- u) Ogni altro scarto industriale di cui si dia notizia e a cui bisognerà fare una analisi per accertare la presenza di Carbonio ed Idrogeno nella composizione.

**ALLEGATI**

FIGURA 1 SCHEMA SINTETICO DEL CICLO HYDROGENESYS

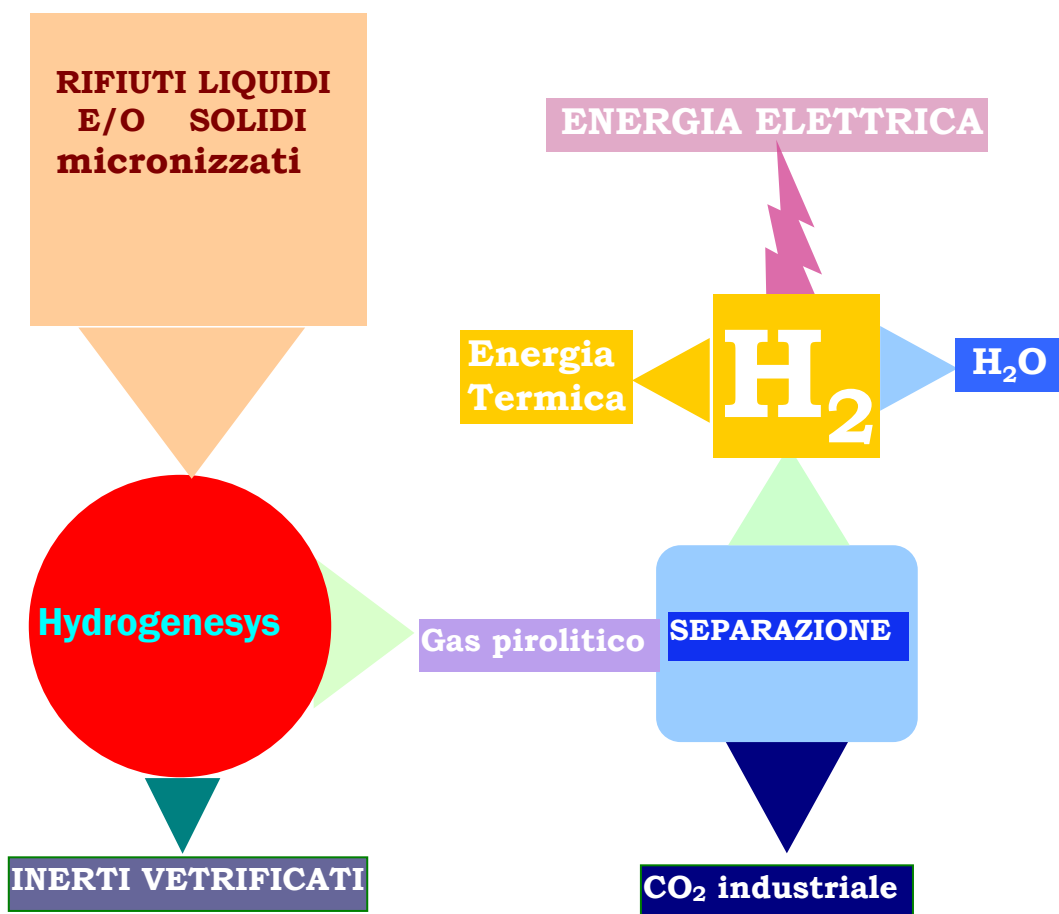


FIGURA 2 CICLO SCHEMATICO GAS HYDROGENESYS

**CICLO GAS**

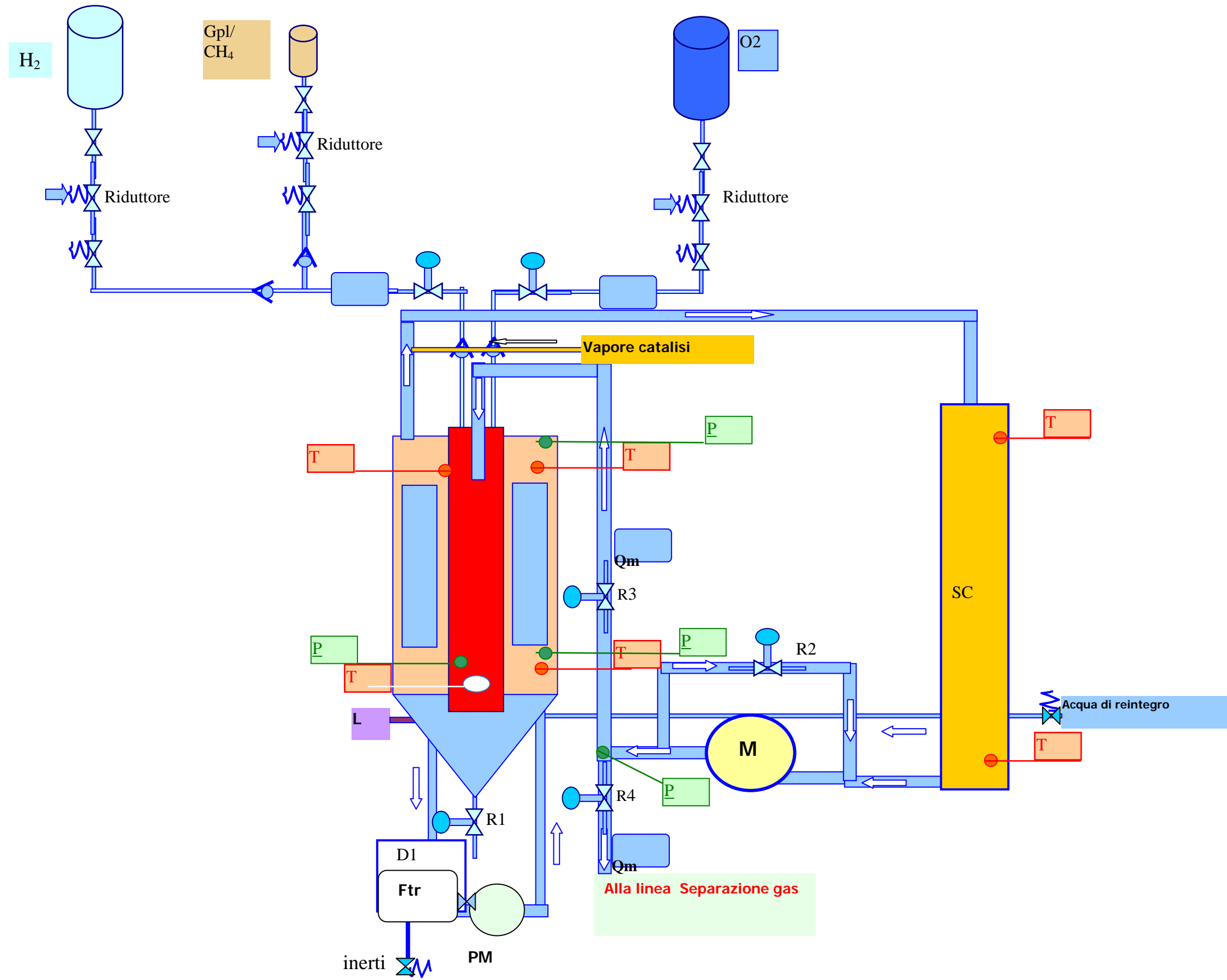
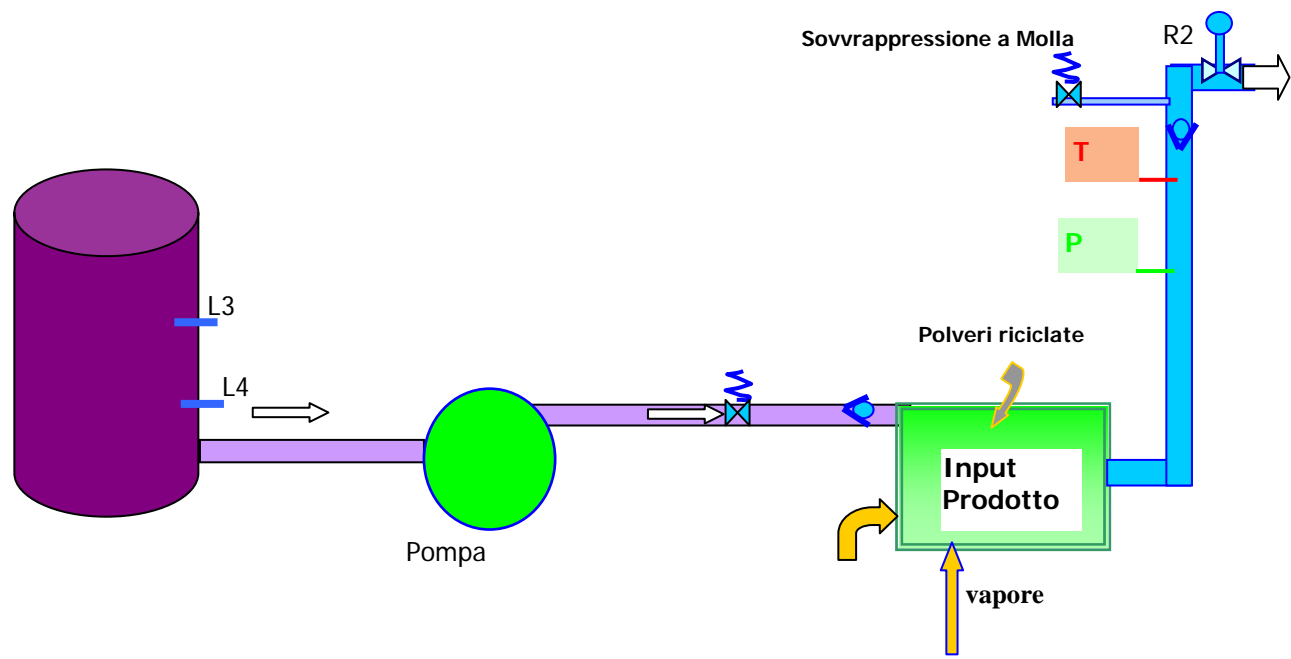


FIGURA 3 SCHEMA INPUT LIQUIDI HYDROGENESYS

FIGURA 4 SCHEMA INPUT SOLIDI HYDROGENESYS

## LINEA PRODOTTI LIQUIDI



## LINEA PRODOTTI SOLIDI

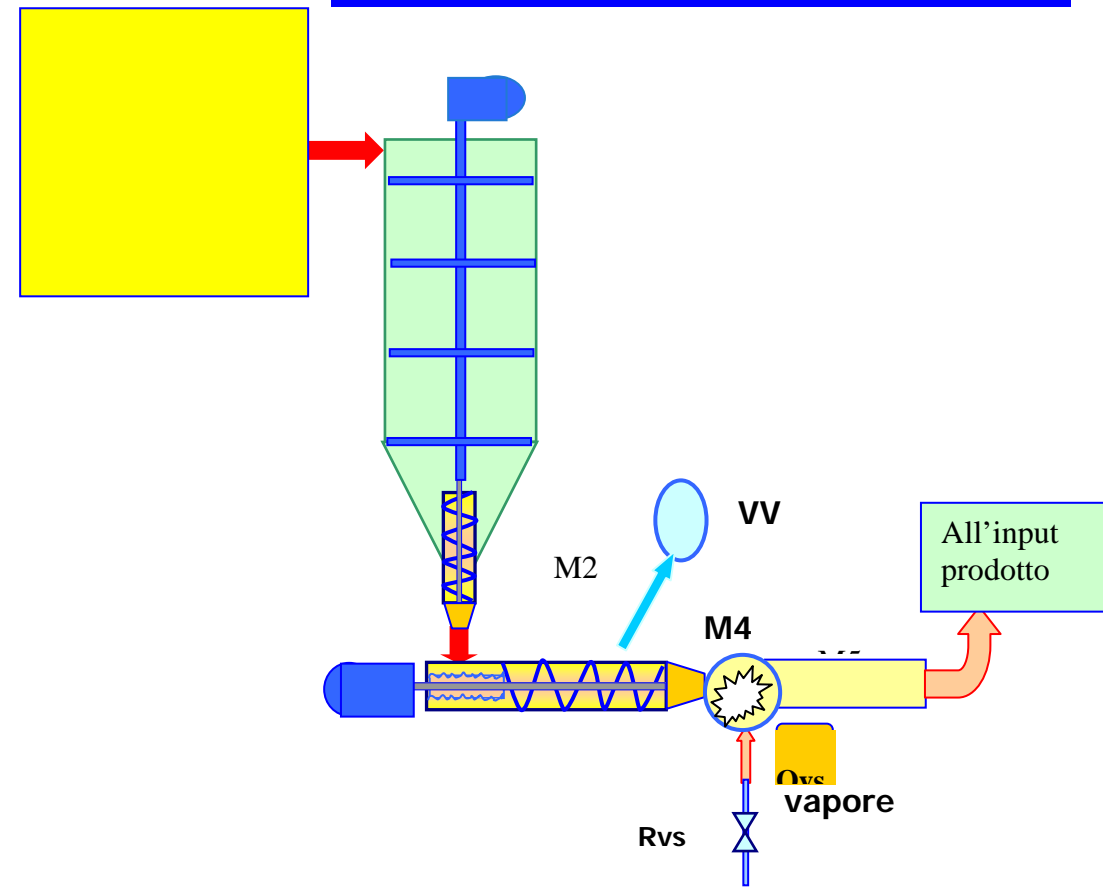


FIGURA 5 SCHEMA DEPURAZIONE E SEPARAZIONE GAS HYDROGENESYS

## LINEA DEPURAZIONE GAS

## LINEA SEPARAZIONE DEI GAS

