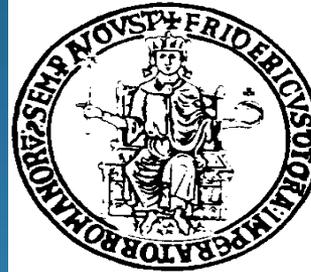


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
Corso di Laurea in

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Classe delle Lauree in Ingegneria Civile e Ambientale, Classe N. L-7
Presentazione della tesi di laurea

PRODUZIONE DI IDROGENO DA REFORMING DI ACQUE DI VEGETAZIONE

Relatore

Ch.mo Prof. Ing.
Massimiliano Fabbricino

Candidato

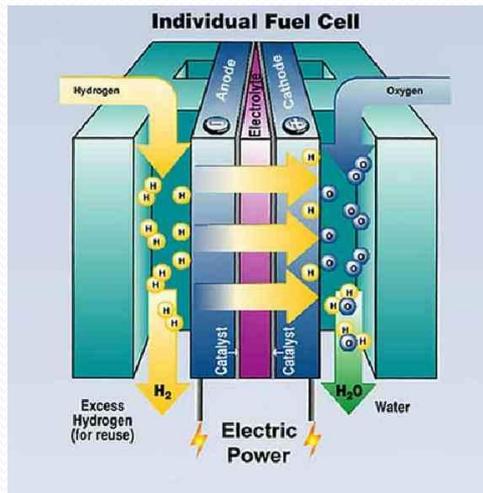
Laura Cinquegrana
Matricola N49/349

Anno Accademico 2014/2015

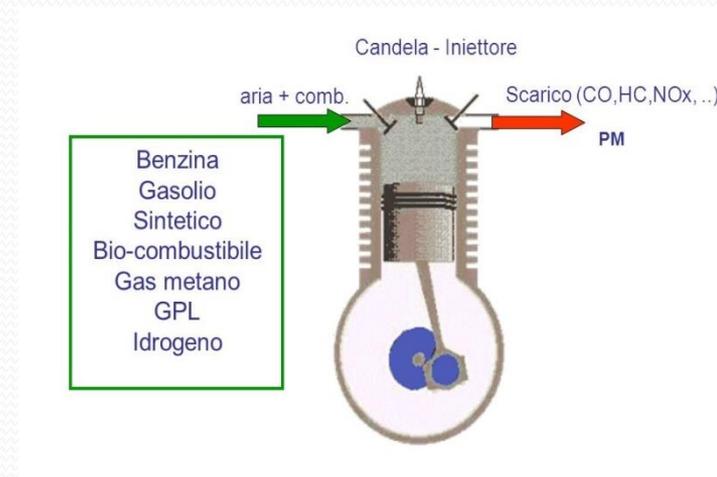
IDROGENO: UNA FONTE DI ENERGIA

- L'idrogeno può essere utilizzato come combustibile:

Per generare energia elettrica



Nei sistemi di trasporto



VANTAGGI

H₂O unico prodotto di scarto

Emissioni di CO₂ assenti

SVANTAGGI

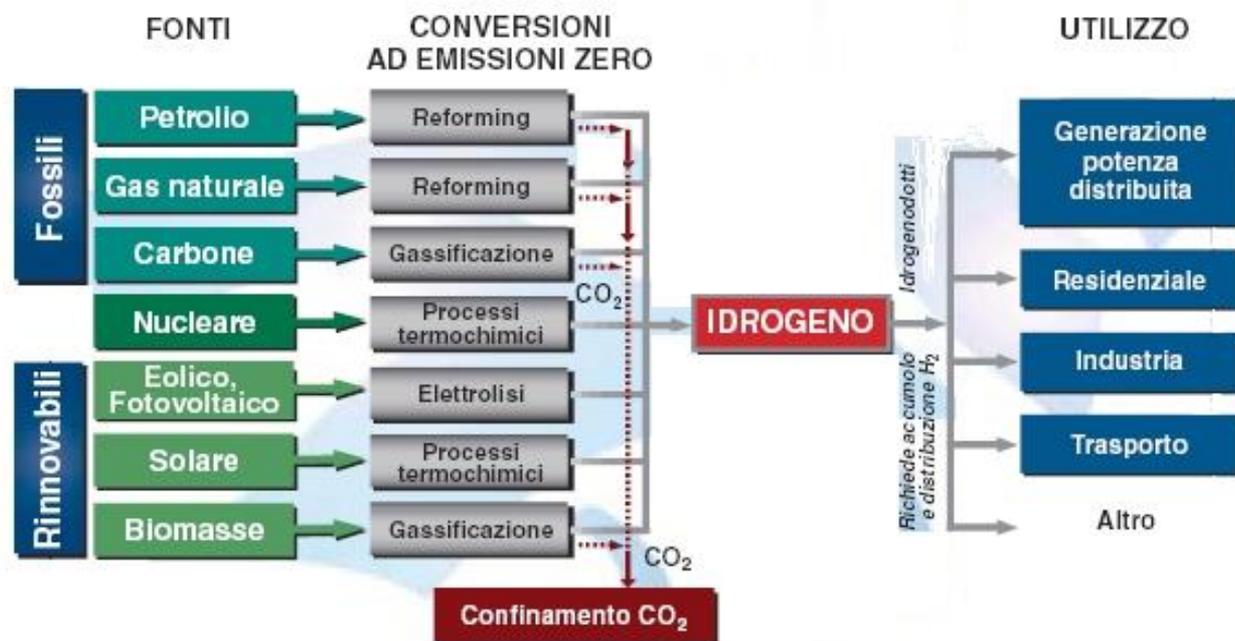
Efficienza da migliorare

Costi energetici poco sostenibili

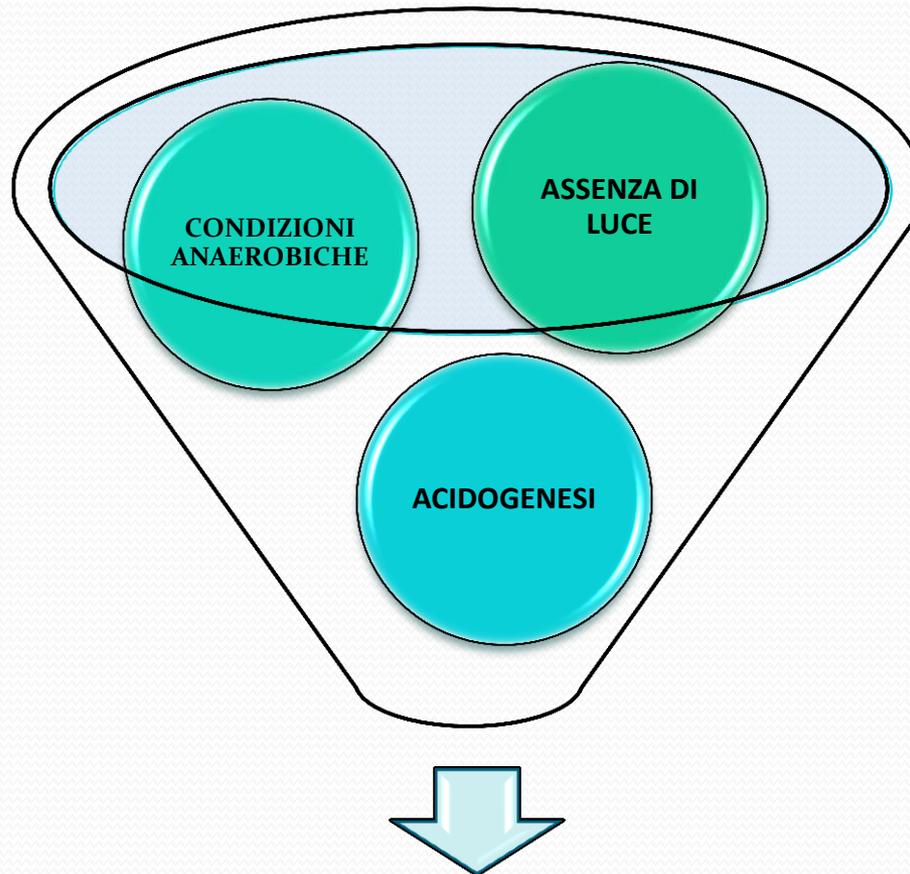
IDROGENO VETTORE ENERGETICO

90% da idrocarburi

Fonti alternative

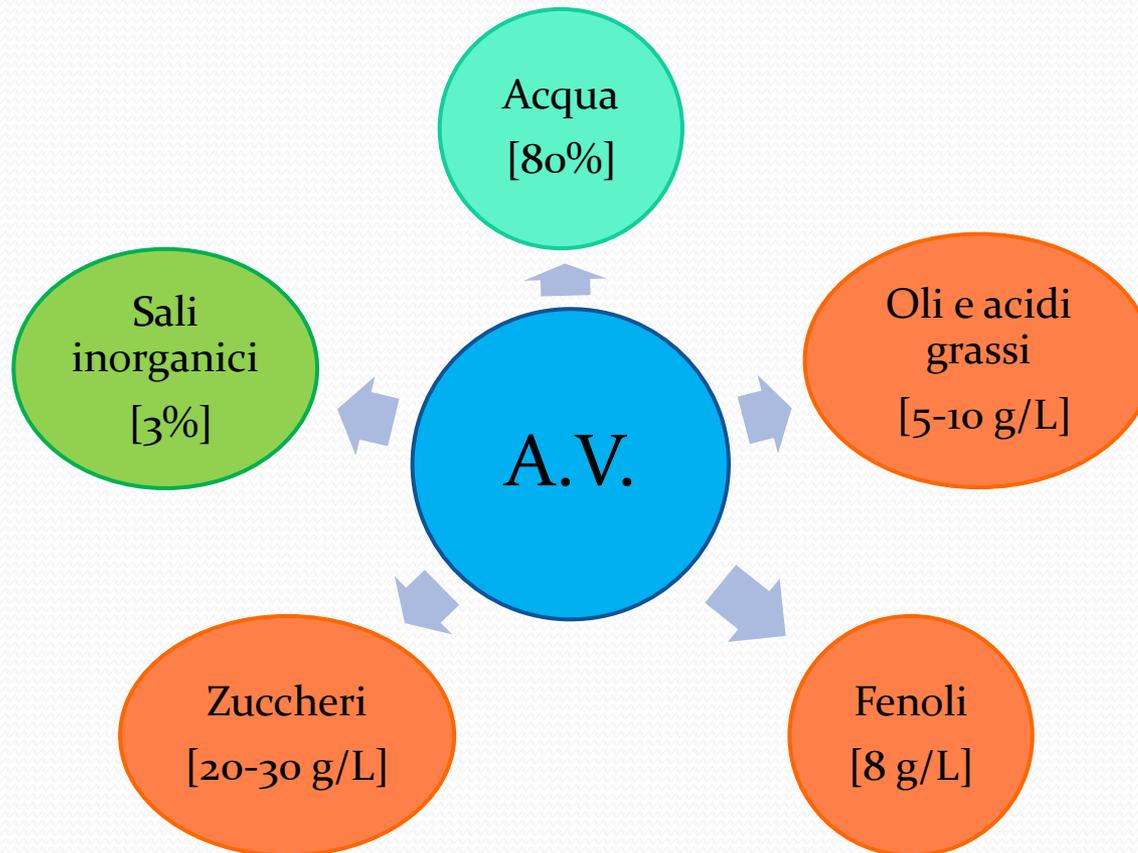


DARK FERMENTATION



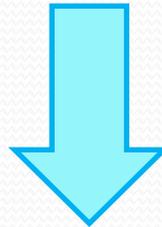
ACQUE DI VEGETAZIONE

- Biomassa nella produzione di energia.



PERCHÉ USARE LE ACQUE DI VEGETAZIONE?

Le AV sono altamente inquinanti per l'elevato carico di BOD e COD.



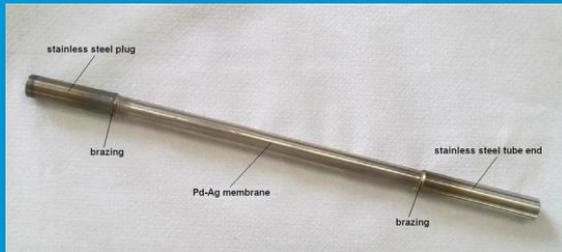
- I fenoli presenti nelle AV:
- sono inibitori dell'attività microbica e rendono inefficaci i trattamenti biologici.
 - Sono scarsamente biodegradabili.

SPARGIMENTO AL SUOLO

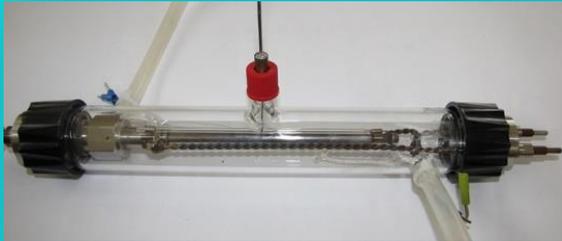


Lo spargimento al suolo è difficilmente attuabile

IL BREVETTO ENEA



- Membrane in lega Pd-Ag
- Catalizzatore metallico



- Cilindro di Pyrex



- Modulo permeatore

REAZIONI DI REFORMING

- STEAM REFORMING



- WATER GAS SHIFT

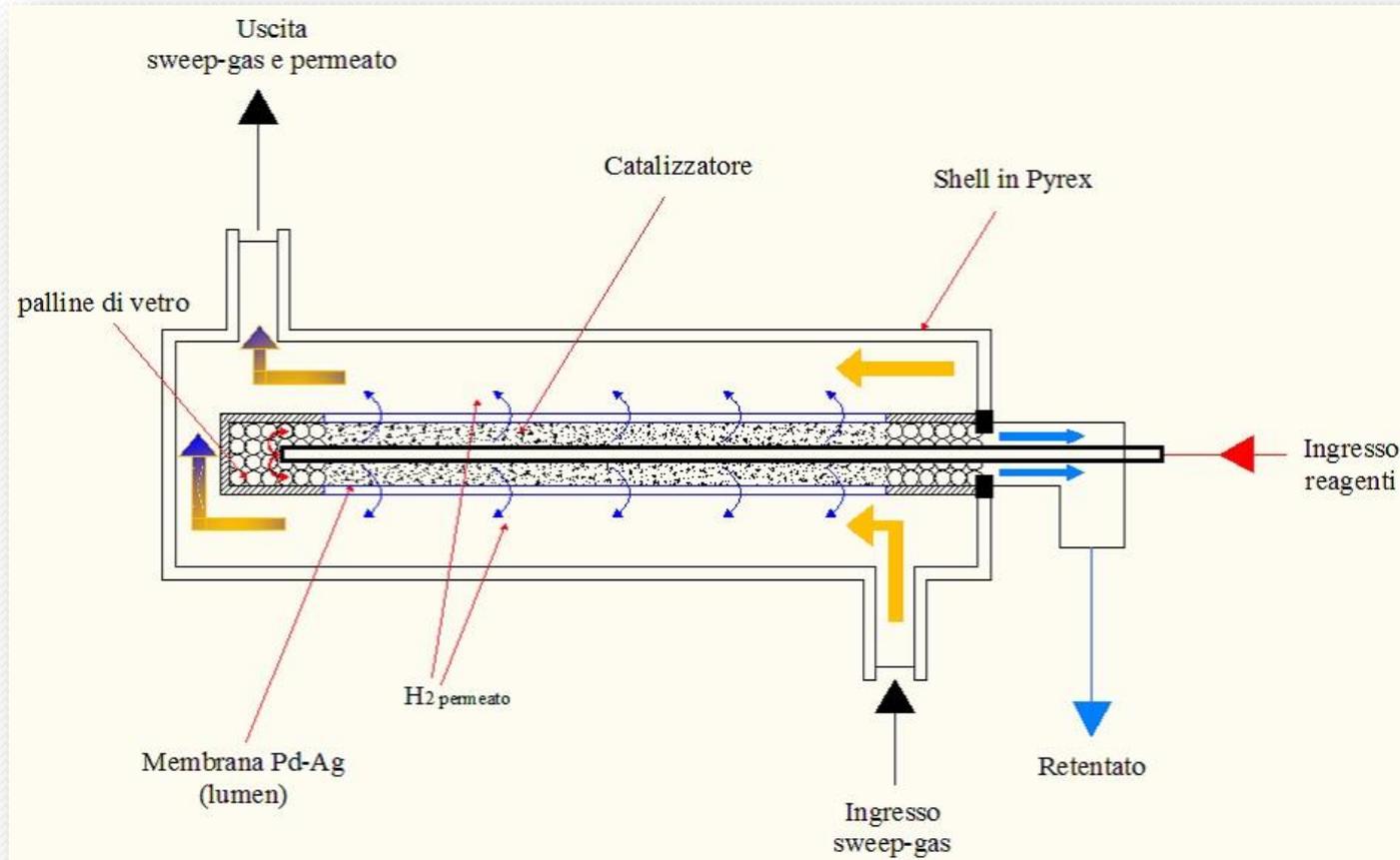


Combinando le due reazioni si ottiene:



REATTORE A MEMBRANA

- Ingresso AV distillate \Rightarrow Reazioni di reforming \Rightarrow Retentato

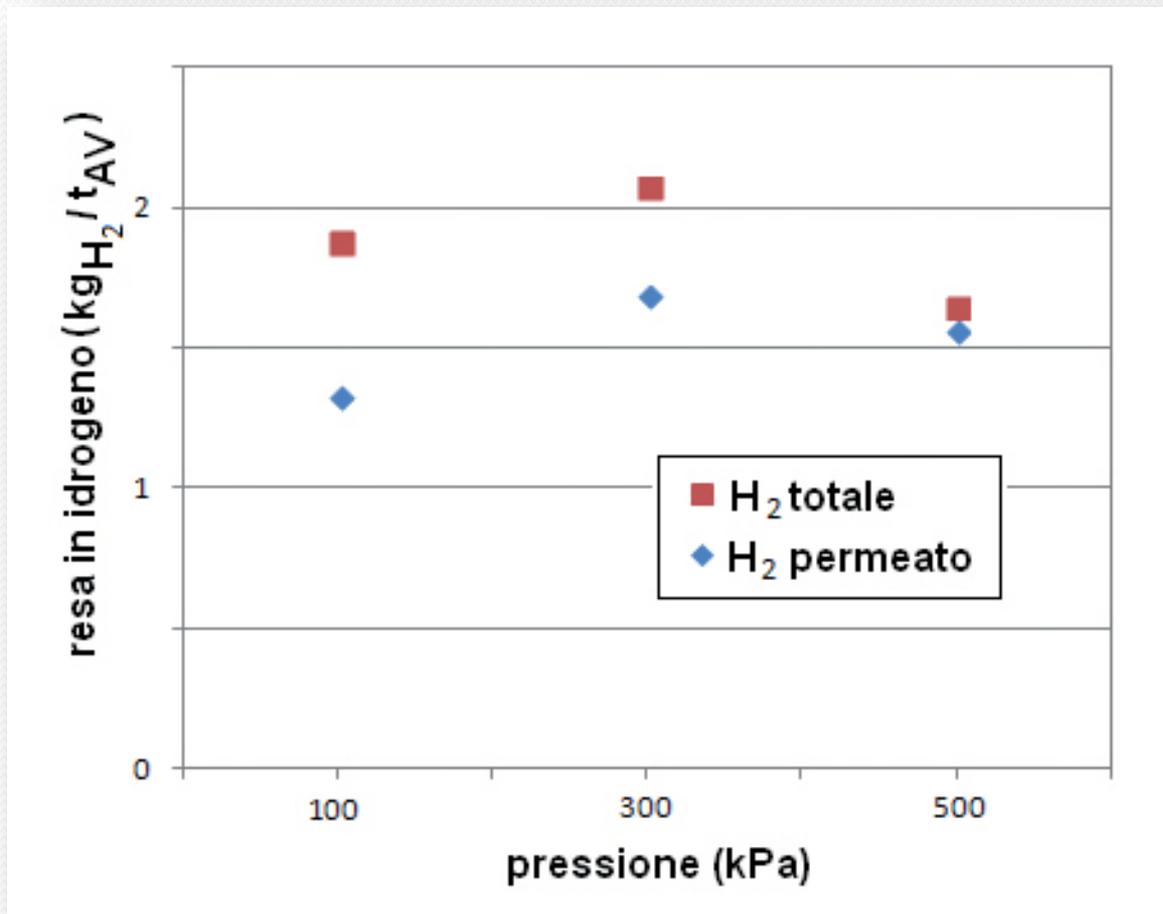


CONDIZIONI OPERATIVE

- Temperatura di reazione 450 °C
- Pressione di reazione 100-150 Kpa
- 10 g catalizzatore (Pt o Ru)

RISULTATI

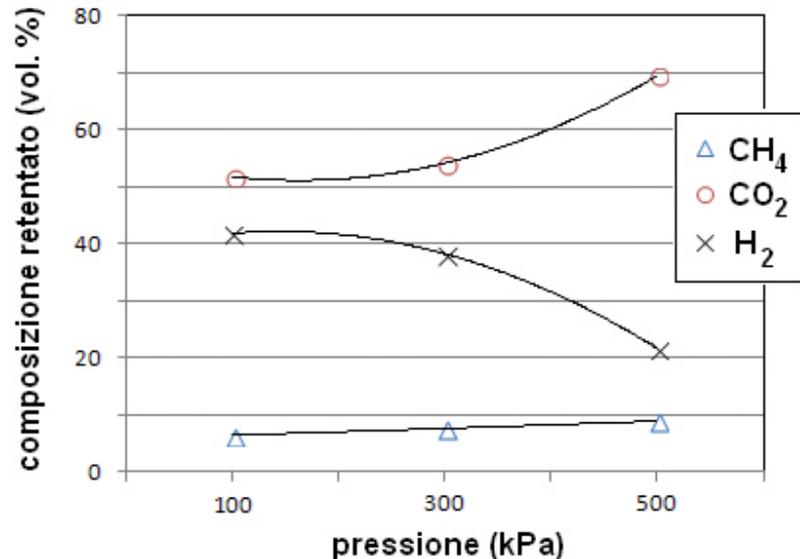
- Massima resa in idrogeno 300 KPa.
- Opposti effetti della pressione
- 2Kg di idrogeno per tonnellata di AV



ANALISI DEL RETENTATO

- Riduzione del contenuto di fenoli (da 23,8 a 13,7 mg/L).
- COD e TOC circa costanti.

- Concentrazioni di CO₂ e CH₄ aumentate.



Pressione kPa	Idrogeno totale (permeato + retentato) kg	Idrogeno nel retentato kg	Metano kg	Anidride carbonica kg
100	1,88	0,55	0,68	15,03
300	2,08	0,39	0,62	12,16
500	1,65	0,09	0,29	6,15

CONSIDERAZIONI

BENEFICI

- La membrana Pd-Ag lavora a temperature inferiori rispetto ai reformer tradizionali.
- L'idrogeno prodotto risulta puro, già separato dagli altri gas.

DEBOLEZZE

- Aumentano i costi per l'utilizzo delle membrane
- Costi elevati per i consumi energetici

SOLUZIONI

Per migliorare la resa del processo si può pensare ad un recupero di energia mediante combustione dei gas prodotti al fine di distillare le AV e sostenere la reazione di steam reforming.

CONCLUSIONI

- Il reformer a membrana oggetto dello studio ha dimostrato la possibilità di produrre idrogeno ultrapuro a partire da una biomassa inquinante, riducendone l'impatto ambientale e contribuendo alla produzione di energia pulita.
- Il processo consente di ricavare anche metano e ridurre il contenuto di fenoli.
- Alla temperatura di 450°C e in un range di pressione di 100-500 KPa si sono ottenuti 2Kg di idrogeno permeato per tonnellata, ottenendo la massima resa a 300 KPa.
- Le bassissime concentrazioni di CO registrate dimostrano l'efficacia della reazione di water gas shift dovuta alla presenza della membrana.
- I costi di gestione possono essere ridotti o annullati realizzando opportuni recuperi termici tra le varie fasi del processo.

