

**Tecnologie innovative per l'industria**

**Ferruccio Trifirò**

**Professore emerito**

**Università di Bologna**

**Presidente Accademia  
delle Scienze dell'Istituto  
di Bologna**

**Docente al progetto**

**Raffaele Rozzi a Ravenna  
sulla sicurezza**



# La struttura dell'industria chimica

- **La chimica di base** è la produzione dei mattoni a partire dalle materie prime, la produzione di gomme, plastiche e fibre, la produzione di fertilizzanti, di gas tecnici e sostanze inorganiche.

- **La chimica fine** è la produzione
- di intermedi, materie prime,
- principi attivi, additivi, ausiliari,
- coadiuvanti tecnologici,
- enzimi e catalizzatori per
- diverse industrie chimiche

**Chimica specialistica**

**FUORI DALLA CHIMICA**



## Caratteristiche della Chimica fine

- **La chimica fine si differenzia dalla chimica di base** per il maggiore valore aggiunto dei suoi prodotti, per il minore volume di produzione, per l'estrema differenziazione, per le sintesi realizzate, in gran parte, in impianti discontinui, polivalenti, a bassa temperatura a causa dell'instabilità termica dei reagenti e/o dei prodotti e si differenzia anche per la maggiore complessità delle molecole prodotte.
- **Si differenzia dalla chimica specialistica** per il fatto che i suoi prodotti non vengono immessi direttamente sul mercato, ma vanno ad altre industrie chimiche.



# Natura dei prodotti della chimica fine

Produce le materie prime per la chimica specialistica:

**principi attivi;**

- **gli additivi;**

- **gli ausiliari che** servono ad agevolare le condizioni operative del processo, in genere non compaiono nella composizione finale, salvo qualche eccezione:

- **i catalizzatori** che servono anche nella chimica di base.

-

## Cosa è la chimica specialistica?

- **La Chimica specialistica è la chimica che è collocata a valle della chimica fine e della chimica di base e che offre i suoi prodotti al consumatore finale e/o a molti settori industriali esterni alla chimica, prodotti che sono costituiti da formulati, ossia da una miscela di ingredienti che in genere vengono comprati da altre aziende e che vengono utilizzati con operazioni fisiche di miscelazione e anche con qualche trattamento chimico**

# I prodotti specialistici sono costituiti da formulati

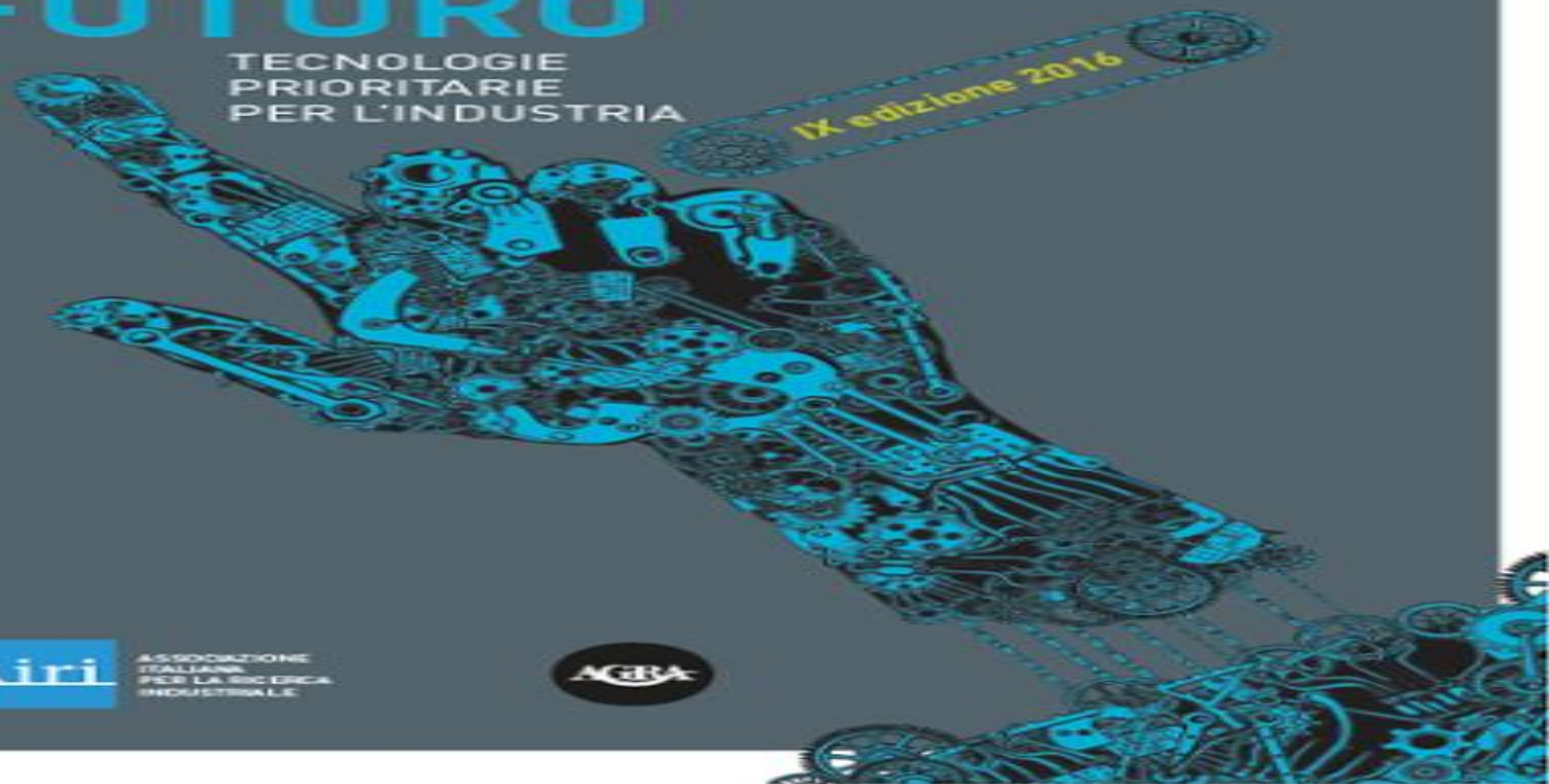
- I formulati sono costituiti da:
- **uno o più principi attivi**, che caratterizzano il tipo di prodotto,
- **da diversi additivi** che possono arrivare fino ad una decina e che consentono di raggiungere il livello prestazionale richiesto, migliorano le caratteristiche intrinseche dei principi attivi e impartiscono nuove proprietà,
- **da coadiuvanti**, così chiamati, alle volte, gli additivi che allungano la vita del prodotto,
- **da coformulanti o eccipienti** ( solventi, diluenti o bagnanti )
- **da cariche** (ingredienti di basso valore che servono per portare a 100 la massa del prodotto)

AIRI - ASSOCIAZIONE ITALIANA PER LA RICERCA INDUSTRIALE

# LE INNOVAZIONI DEL PROSSIMO FUTURO

TECNOLOGIE  
PRIORITARIE  
PER L'INDUSTRIA

IX edizione 2016



SECURITY INNOVATION

Airi

ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
PER LA RICERCA  
INDUSTRIALE

AGRA

# **Tecnologie prioritarie per il prossimo futuro**

**Uso di microreattori**

**Uso di biomasse come materie prime**

**Sviluppo della tecnologia e della scienza delle formulazioni**

**Uso delle nanotecnologie**

**Utilizzo di membrane per tecniche di purificazione**

**Nuovi materiali**

**Economia circolare**

**Trovare alternative alle sostanze definite SVHC dall'ECHA**

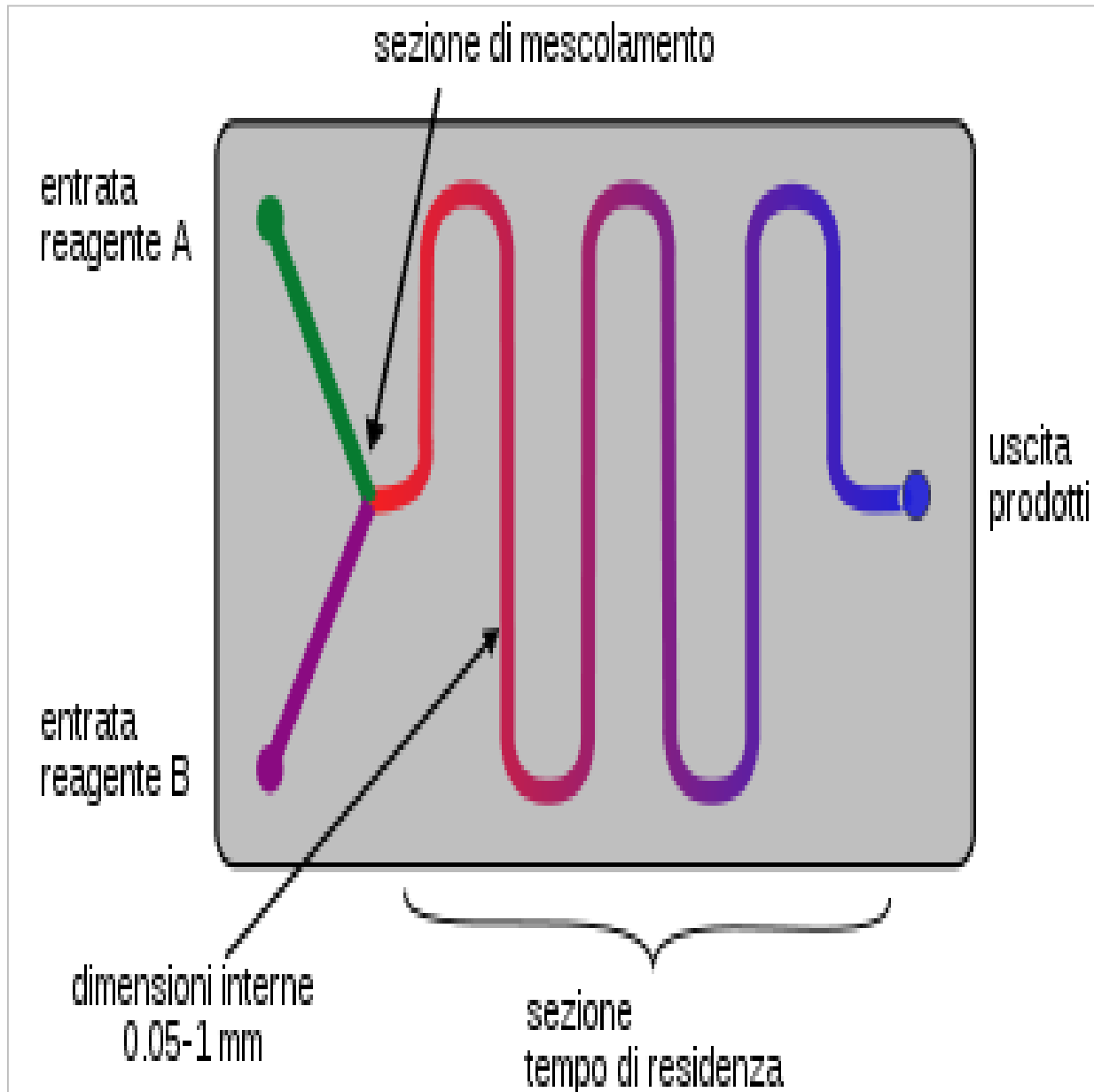
**Uso della biotecnologia (enzimi)**



# Microreattori

- **Nel settore farmaceutico e della chimica fine e specialistica, dove si utilizzano ancora reattori batch, sta diventando sempre più attuale l'utilizzo di microreattori a flusso.**
- **I microreattori a flusso** sono caratterizzati dall'aver canali di flusso da 0,5-3 mm e velocità di flusso di 0,5-80 L/h, condizioni queste che garantiscono un'elevata superficie di contatto ed un ottimo controllo termico

# Microreattore



- **L'utilizzo di microreattori a flusso permette di gestire reazioni chimiche con maggiore sicurezza ed in alcuni casi anche di garantire una più alta selettività favorendo particolari percorsi innovativi**

# I processi chimici che possono beneficiare dei microreattori a flusso

- Reazioni che hanno intermedi instabili
- Reazioni che hanno cinetiche veloci
- Reazioni che impiegano reagenti e sottoprodotti molto tossici
- Reazioni che possono beneficiare di una rapida miscelazione reagenti-catalizzatore

**Reazioni che sono molto esotermiche e che possono portare a reazioni esplosive**

**Reazioni che richiedono un ottimo controllo stechiometrico.**

## La scienza delle formulazioni

- **La formulazione consiste nella miscelazione di diversi componenti che possono arrivare anche ad essere una ventina, per ottenere il prodotto finale.**

## **Tecnologie produttive dei formulati**

- **Le tecnologie produttive possono essere: la miscelazione di liquidi omogenei,**
- **La dissoluzione di solidi in liquidi,**
- **La macinazione a secco e ad umido,**
- **La sospensione di solidi in liquidi,**
- **La microincapsulazione,**
- **La dispersione e l'emulsione di liquidi immiscibili fra di loro e di gas in liquidi.**
- **La sostenibilità lungo tutto il ciclo di vita**

## **Le diverse opzioni per sviluppare una chimica da biomasse**

- **1) produrre gli stessi mattoni della petrolchimica a partire dalle molecole piattaforma (ad es propilene o butadiene);**
- **2) utilizzare le molecole piattaforma per produrre i primi intermedi della petrolchimica (ad es. acrilonirile );**
- **3) produrre il vecchio prodotto petrolchimico da nuovi secondi o successivi intermedi provenienti dalle molecole piattaforma ;**
- **4) sintetizzare nuovi prodotti alternativi a quelli petrolchimici a partire dalle molecole piattaforma e dai loro nuovi intermedi o dalle diverse biomasse per trasformazioni successive senza separazioni degli intermedi**

# Cosa sono le biomasse ?

- **Scarti organici delle industrie di lavorazione del legno**
- **Erba e resti organici delle aziende agricole**
- **Prodotti vegetali coltivati appositamente per la chimica e l'energia**
- **Scarti dell'industria alimentare**
- **Scarti urbani ed industriali**
- **Fanghi dagli impianti di depurazione**
- **Coltivazioni marine**
- **Residui da allevamenti zootecnici**

# BIOPRODOTTI

- **Questi prodotti si pregiano di utilizzare il prefisso bio, di potere in molti casi ottenere l'ecolabel e di non avere frasi R nella scheda di sicurezza e nelle etichette. I bioprodotti tradizionali, oramai sul mercato da molti anni, sono i biocarburanti, i biodetergenti, i bioadesivi, le bioplastiche a base di acetati, i biopesticidi, le fibre e le gomme, i cosmetici ed i farmaci, mentre i nuovi bioprodotti sono i biolubrificanti, i biosolventi e le nuove bioplastiche.**



## Nanomateriali e nanotecnologia

- **I nanomateriali sono caratterizzati dall'aver almeno una delle tre dimensioni fra 1 e 100 nm e le nanotecnologie, che sono connesse con la produzione e l'uso di nanomateriali, consistono nelle seguenti attività: sintesi di nanomateriali a partire dagli atomi,**
- **la manipolazione di atomi presenti su una superficie macroscopica al fine di creare oggetti nanometrici.**

# Applicazione della nanotecnologia

- nel campo della nanoelettronica;
- nella nanomedicina,  
nella produzione di plastiche  
in campo ambientale nella messa a punto di  
catalizzatori per la distruzione di impurezze ad  
elevato impatto ambientale
- in fotocatalizzatori per la produzione di  
energia;
- nel settore dei materiali da costruzione

## La nanotecnologia nella farmaceutica

**Nella nanomedicina, ossia in nuove possibilità diagnostiche e terapeutiche,**  
**Nella somministrazione mirata di farmaci,**  
**Nella rigenerazione controllata dei tessuti,**  
**Nella produzione di nanoparticelle supermagnetiche per diagnosi e cura dei tumori o di altre patologie**

## **Nanotecnologia nel campo delle materie plastiche**

- **La strategia è l'aggiunta di nanocariche disperse per creare materiali rinforzati e conferire al polimero speciali caratteristiche:**
  - **1) come le proprietà isolanti e la resistenza al fuoco,**
  - **2) l'aumento della resistenza meccanica all'abrasione superficiale,**
  - **3) impartire nuove proprietà, come la conduttività, la capacità di distruggere agenti infettanti**
  - **4) per dare origine all'anti-staticità**

## Nanotecnologie nel campo dell'edilizia

- **L'aggiunta di additivi basati su silicati idrati nanometrici è utilizzata per migliorare la microstruttura della pasta di cemento e rendere il calcestruzzo meno impermeabile all'acqua e più resistente a mezzi aggressivi, come solfuri e cloruri.**
- **Nanocariche possono permeare la porosità della pasta di cemento e catalizzare la formazione dei prodotti di idratazione**

La nanotecnologia in campo ambientale

- **Nella messa a punto di catalizzatori** per la distruzione di impurezze ad elevato impatto ambientale
- **In fotocatalizzatori** per la produzione di energia;
- **Nei materiali da costruzione** nella produzione di additivi per le matrici per accrescere la loro resistenza meccanica e durata e per creare nuove proprietà funzionali, come per esempio l'autopulizia e le proprietà antibatteriche

## Nuovi materiali

Sono diverse le applicazioni del grafene 2D nel campo dell'elettronica come il grafene

Attualmente il grafene tridimensionale (grafene 3D) è oggetto di ricerca per applicazioni diverse da quella dell'elettronica

I compositi sono materiali polimerici termoplastici o termoindurenti in cui sono state aggiunte cariche di materiali grafenici. L'aggiunta di grafene migliora le proprietà meccaniche ed elettriche, ma anche aumenta la conducibilità termica e le proprietà barriera

## Processi a membrane per il trattamento delle acque

- **La microfiltrazione** è utilizzata per separare i solidi sospesi,
- **L'ultrafiltrazione** per separare macromolecole e colloidi
- **La nanofiltrazione** permette la separazione di ioni di grosse dimensioni o con elevata carica
- **L'osmosi inversa** permette di separare specie con
- **bassissimo raggio ionico**
- 
- **Processi per la separazione di gas ( $\text{CO}_2, \text{H}_2$ )**



## Vantaggi delle membrane

- La separazione con membrane, che permette di contenere i volumi e di separare tutte le specie presenti senza distruggerle, ed è la tecnologia ideale per la purificazione delle acque e per il recupero delle acque inquinate ed il loro integrale riutilizzo .

# **A alcuni esempi di una maggiore sviluppo di chimica fine e chimica specialistica a Ravenna**

- Azioni prioritarie**
- 1) Trasformare in nuovi intermedi e prodotti le molecole già sintetizzate a Ravenna**
- 2) Utilizzo di biomasse come materie prime**
- 3) Realizzazioni di processi più sicuri ed a minore impatto ambientale**
- 4) Andare a valle dei prodotti attuali realizzando dei formulati di chimica specialistica**

# Polynt

- **Polynt produce attualmente anidride maleica da n-butano e anidride tetraidroftalica derivato dell'anidride maleica.**
- **In futuro si può pensare a produrre altri intermedi come l'acido malico e prodotti specialitici come resine a partire dall'anidride maleica e dall'anidride idroftalica**
- **Il processo di Ravenna è emblematico :é uno dei dei primi processi di chimica sostenibile ha sostituito il benzene con il n-butano**

# Endura

- **Produzione di biopesticidi**
- **Utilizzo di tecnologie di produzione di piretroidi più sicure per esempio utilizzo di microreattori**
- **Sintesi di nuovi piretroidi**
- **Sviluppo processi a basso impatto ambientale, per portare a diminuire la quantità di rifiuti ottenuti e riutilizzo di alcuni rifiuti (a base di zinco )**



# Versalis

- **Produzione di biopolimeri( da biobutadiene )**
- **Di elastomeri come additivi per oli lubrificanti**
- **Produzione di oli estensori a base di oli vegetali per le gomme**

## CFS

- Produzione di altri derivati del catecolo per altri settori industriali come la farmaceutica
- Utilizzo in situ del catalizzatore prodotto a Ravenna la titanio silicalite
- per produrre intermedi

## Conclusioni

- Attualmente Ravenna è il polo chimico più importante d'Italia, può ancora svilupparsi potenziando la chimica fine e specialistica

## Accomon

- A partire dagli attuali monomeri allilcarbonici, invece di produrre solo vetri organici per l'industria oftalmica, con piccole modifiche produrre vetri per altri settori industriali



# Collaborazione con industrie

- La mia attività di ricerca è stata sempre caratterizzata da una collaborazione con le industrie e molti dei suoi lavori scientifici sono, infatti, pubblicati insieme a ricercatori industriali. Le industrie con le quali ha collaborato con contratti di ricerca sono : Georgia Pacific, Monsanto, Millenium, Catalytica Studies Division, UOP ( tutte americane); Societé du Petrole d'Aquitaine, Rhodia, Air liquide, Elf Atochem, Rhone Poulenc, Arkematutte (francesi); Booregaard (norvegese), Sud Chemie (tedesca), Solvay (belga), Sabic (Arabia Saudita), Stamicarbon (olandese), Repsol (spagnola); Lonza, Enichem, Snamprogetti, Eniricerche, Sir, Euteco, Ausimont , Carbochimica, Liquichimica, Enel, Polynt, Itea, Montedison, Radici Chimica, Hera Forli , Colorobbia , Vannetta, Technip ( tutte italiane).

# Processi a membrana per il trattamento degli inquinanti

- Le tecnologie a membrana per il trattamento depurativo delle acque sono le seguenti: microfiltrazione, ultrafiltrazione, nanofiltrazione e osmosi inversa
- La microfiltrazione è utilizzata per separare i solidi sospesi, l'ultrafiltrazione per separare macromolecole e colloidali, la nanofiltrazione permette la separazione di ioni di grosse dimensioni o con elevata carica e l'osmosi inversa permette di separare specie con bassissimo raggio ionico.
- La separazione con membrane, che permette di contenere i volumi e di separare tutte le specie presenti senza distruggerle, è la tecnologia ideale per la purificazione delle acque e per il recupero delle acque inquinate ed il loro integrale riutilizzo

## Collaborazione con ricercatori stranieri

- Una seconda caratteristica della sua attività di ricerca è stata di avere sempre collaborato con ricercatori stranieri, molto prima che si realizzassero progetti europei: ha, infatti, pubblicazioni con francesi, inglesi, belgi, tedeschi, spagnoli, svedesi, e con ricercatori dei paesi dell'est europeo, (russi, cecoslovacchi, polacchi, bulgari e rumeni), molto prima che si aprisse la cortina di ferro e con ricercatori extraeuropei (americani, indiani, argentini e brasiliani).

- 1 Storia della sua esperienza professionale ed accademica.
- 2. La sua visione dell'evoluzione della chimica italiana e dei suoi rapporti con il mondo universitario.
- 3. Quali sono a suo parere le prospettive del settore, stante le attuali condizioni.
- 4. Quale potrebbe essere una proposta per ridare slancio e vitalità al settore a livello nazionale.
- 5. Possibili benefici derivanti dall'ipotesi di un Tecnopolo della chimica specializzata a Ravenna.
-

- Nel 2014 il saldo commerciale della chimica è stato negativo per 8,3 miliardi di cui -10,8 miliardi per chimica di base e fibre e +2,8 miliardi per la chimica fine e specialistica. Sono 133 le aziende italiane con impianti produttivi all'estero, di cui il 30% sono medio grandi

Start Desktop 21:20 30/11/2016

l-39-industria-chimica-in-italia-2015-2016.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Accedi

Esporta PDF  
Crea PDF

Adobe PDF Pack  
L'abbonamento a pagamento consente di convertire file in PDF e combinarli facilmente con altri tipi di file

Selezionare il file da convertire in PDF

Selezionare il file

Modifica PDF  
Commento  
Combinare i file

Archiviazione e condivisione di file in Document Cloud  
Ulteriori informazioni

Video  
Word 2013  
Store  
Registra con HP  
Contatti  
Calendario  
App Elenco di lettura  
Meteo  
Giochi  
Mappe  
Mail  
Tutti i programmi  
Cerca programmi e file

Ferruccio  
Documenti  
Immagini  
Musica  
Giochi  
Oggetti recenti  
Questo PC  
Pannello di controllo  
Impostazioni PC  
Dispositivi e stampanti  
Programmi predefiniti  
Guida e supporto tecnico  
Esegui...  
Arresta il sistema

Tratto  
E FARMACEUTICA

I settori di riferimento principali sono quelli degli ausiliari e additivi per l'industria, delle vernici e adesivi e della chimica destinata al consumo (cosmetica e detergenza) ossia di quei settori dove le economie di scala sono meno rilevanti e conta la capacità di formulare prodotti caratterizzati da determinate performance (chimica delle formulazioni). La distribuzione delle attività chimiche non si concentra unicamente intorno ai poli, ma risulta diffusa su tutto il territorio nazionale. Particolarmente significativa è la presenza in Lombardia, la seconda regione chimica europea per numero di addetti e di imprese.

**QUOTA DELLA CHIMICA FINE E SPECIALISTICA (% sul valore della produzione chimica totale)**

Paese	Quota (%)
Italia	58%
UE	45%

Fonte: Eurostat, anno 2013

**STABILITÀ NEL PERIODO 2011-2014 NELLA CHIMICA E FARMACEUTICA**

Quota di assunti o trasformati a tempo indeterminato		60%
di cui:	direttamente a tempo indeterminato	39%
	trasformati a tempo indeterminato	21%

Fonte: Federchimica

L'Italia è il terzo produttore chimico europeo, dopo Germania e Francia, ma presenta caratteristiche peculiari di piccole e medie imprese, tipicamente attive

- , e che non sono nella maggiore parte dei casi dei formulati, come lo sono invece tutti quelli della specialistica

- Le industrie di questo settore sono piccole, medie italiane, mentre le grandi sono tutte le più importanti industrie straniere del settore, le quali sono in gran parte orientate a vendere i loro prodotti, più che a produrli in Italia. Le imprese operanti in questo settore associate a
- Federchimica sono circa 200, di cui circa il 90% è collocato al Nord e il 75% in Lombardia. La maggior parte delle piccole aziende sono specializzate in un solo settore, mentre le medie e le grandi in più settori
- della chimica fine, ma anche nella base e nella specialistica



# Chimia foine

- Sono prodotti a specifica i principi attivi e gli intermedi, mentre una gran parte degli additivi, degli ausiliari e dei conservanti sono a comportamento, anche se alle volte è difficile avere una chiara linea di demarcazione. Le imprese operanti in questo settore associate a Federchimica sono circa 200, di cui circa il 90% è collocato al Nord e il 75% in Lombardia. La maggior parte delle piccole aziende sono specializzate in un solo settore, mentre le medie e le grandi in più settori della chimica fine, ma anche nella base e nella specialistica

## Biomasse da utilizzare

- Occorre privilegiare la sintesi di prodotti ottenuti a partire da rifiuti o da coltivazioni non adatte all'alimentazione umana ed animale come residui lignocellulosi e alghe .

## I prodotti della chimica fine

- I prodotti della chimica fine possono essere classificati in **prodotti a specifica**, cioè secondo le specifiche commerciali (purezza, colore, profilo di impurezze ecc.) e mentre altri vengono venduti a **“performance”**, cioè devono soddisfare alcuni requisiti **“comportamentali”**, quindi venduti sulla base delle caratteristiche che essi conferiscono o della loro funzione.

## I prodotti della chimica fine

- Sono **principi attivi, additivi ed ausiliari** per i settori tessile, cartario, conciario, materie plastiche ed elastomeri, per il rivestimento, per il trattamento delle acque e per altre specialità industriali (settore petrolifero, carburanti ecc.), per l'industria farmaceutica, cosmetica, agraria ed alimentare.

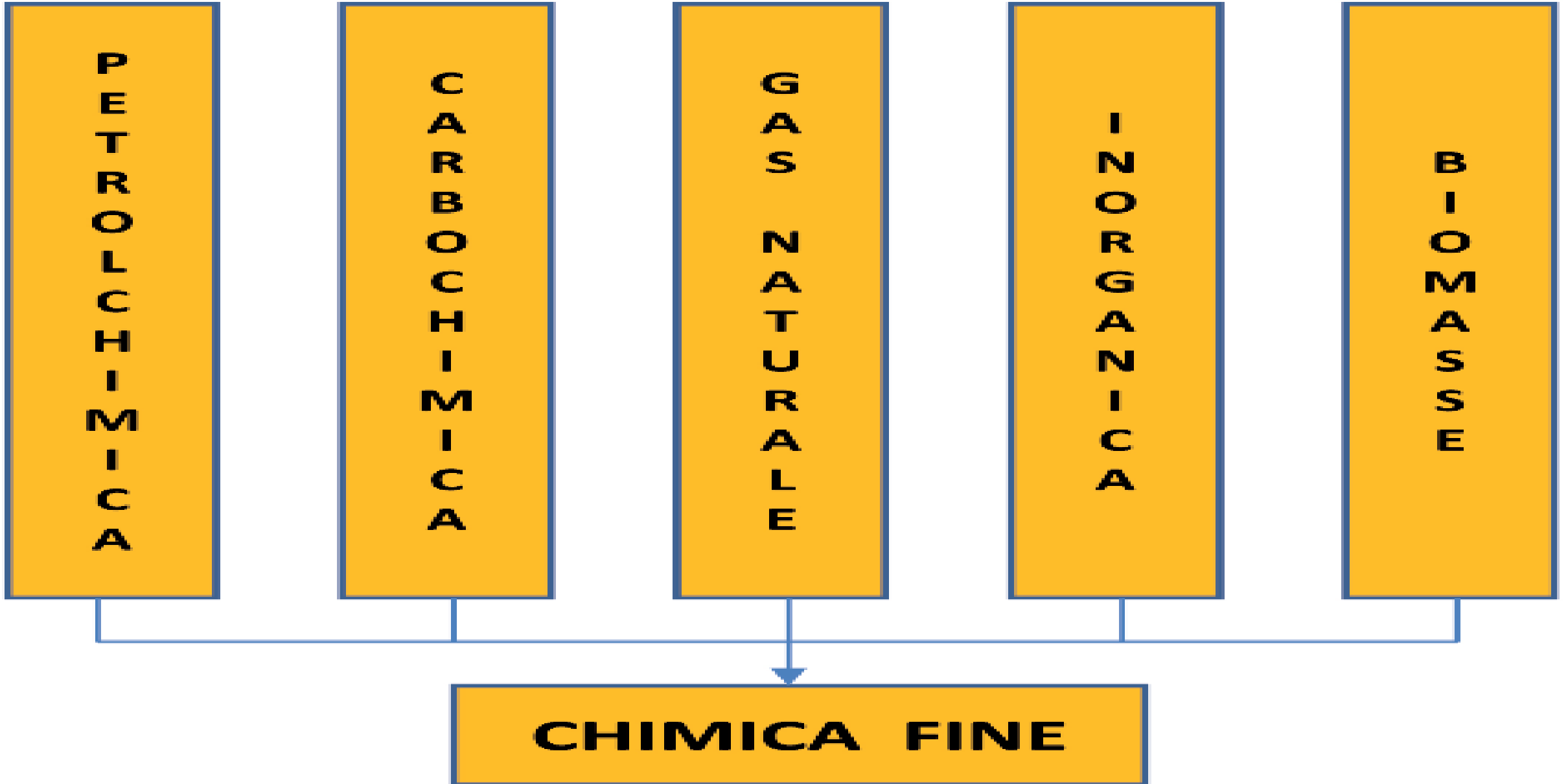
# Settori di utilizzo dei prodotti della chimica fine

- **Amidi e derivation, aromi e fragranze**
- **Intermedi, principi attivi, catalizzatori e prodotti di chimica fine**
- **Materie prime per integratori alimentari e alimenti funzionali**
- **Additivi e ausiliari per la detergenza e prodotti oleochimici**
- **Ingredienti cosmetici**
- **Ingredienti per agrofarmaci biocidi e farmaci**

## Prodotti specialistici

**I prodotti specialistici sono i seguenti: adesivi, pitture, vernici, inchiostri, cosmetici, detergenti per uso domestico, prodotti per la manutenzione, disinfettanti, biocidi, prodotti sensibili per fotografia, prodotti per zootecnia, agrofarmaci e lubrificanti farmaci da banco, specialità medicinali, prodotti biomedicali e diagnostici, prodotti chimici per l'elettronica, compositi polimerici e impermeabilizzanti per l'edilizia.**

# Materie prime per la chimica fine



# Chimica specialistica in Italia

- **Circa il 65% delle aziende chimiche italiane operano nel campo della chimica specialistica ed in termini di fatturato, contano per circa il 40% del totale dell'industria chimica italiana I prodotti della specialistica vanno oltre che al consumatore ai seguenti settori industriali: elettronica, auto e trasporti, telecomunicazioni, edilizia, abbigliamento, aeronautica, spaziale, farmaceutico, sanitario, nautica, mobile, agricoltura, elettrodomestici, calzature e imballaggi**



## Utilizzo delle membrane nella separazione di gas

- **Esempi di separazione già realizzate sono l'eliminazione della CO<sub>2</sub> dal biogas (metano) ottenuto per fermentazione anaerobica di rifiuti organici, la purificazione dell'idrogeno usato nella sintesi di ammoniaca, nell'industria petrolchimica, in particolare nei processi di idrodesolforazione, di idrocracking e di reforming.**

## **Alcuni dati sulla carriera scientifica di Trifirò**

- Si è laureato con il Prof G.Natta premio Nobel per la chimica nel 1963**
- Si è specializzato a Praga, a Reading(GB) ed Erlangen(D)**
- Ha collaborato con 20 industrie italiane e 16 straniere**
- Ha pubblicazioni con ricercatori americani, inglesi,tedeschi, francesi, spagnoli, svedesi, olandesi, belgi, cecoslovacchi, rumeni, polacchi, bulgari, russi, argentini ed indiani.**
- Ha insegnato Chimica industriale ed è stato preside della Facoltà di Chimica Industriale di Bologna**

# Attività scientifica

- **E' autore:**
  - **di 517 pubblicazioni scientifiche,**
  - **di 24 brevetti,**
  - **di tre libri pubblicati all'estero in inglese nel campo dei processi di ossidazione,**
  - **di 17 reviews di carattere didattico**
- **E' editore di 8 libri,**
- **Ha presentato 400 comunicazioni a congressi.**
- **Ha pubblicato in italiano su «La Chimica e l'Industria»( dal 1996 al 2016) 220 articoli legati all'industria chimica.**

## Attività di ricerca di Trifirò

- **L'attività di ricerca è stata sempre nel campo della catalisi industriale, in gran parte nella sintesi dei grandi intermedi dell'industria chimica a partire da materie prime petrolchimiche (olefine ed aromatici), gas naturale (gas di sintesi, paraffine leggere) e biomasse (gas di sintesi).**

## **Attività attuale di Trifirò**

- **E' professore emerito dell'Università di Bologna**
- **Membro del comitato scientifico dell'OPCW (Organizzazione per la distruzione delle armi chimiche) dal 2012- 1917**
- **Presidente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna dal 2016**
- **Professore a titolo gratuito di Chimica industriale al corso di Laurea in ingegneria chimica a Bolognaper il 2017**
- **Fa lezioni di sicurezza alle scuole superiori di Ravenna nell'ambito del progetto Rozzi ed ha curato dei master sulla sicurezza a Ravenna**
- **E' direttore de La Chimica e l'Industria da vent'anni**
- **E' consulente del Ticass consorzio sulla chimica sostenibile della Liguria**