

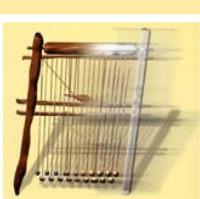


## **Tecno*Lab***

**Piattaforma: Materiali fotocatalitici**

Ing. Solitario Nesti

---

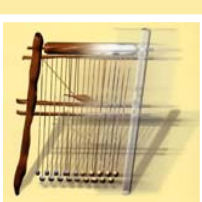


# Introduzione

---

Nel tentativo di migliorare le condizioni ambientali si sono intraprese ricerche per lo sviluppo di processi e tecnologie per ridurre l'inquinamento atmosferico e per purificare l'aria utilizzando la fotocatalisi.

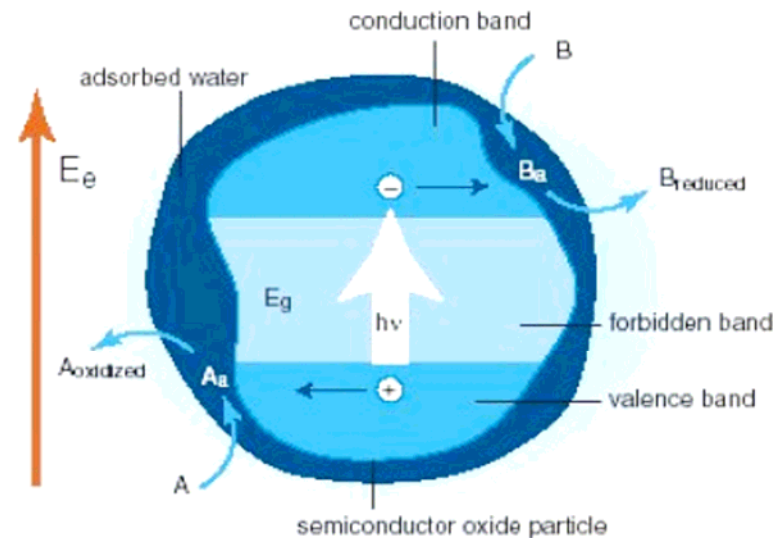
Una linea di ricerca della Tecnotessile, tuttora in corso, riguarda lo sviluppo di nuovi materiali con proprietà fotocatalitiche. Sono stati studiati processi per la funzionalizzazione di materiali, in particolare materiali tessili, con proprietà di depurazione dell'aria indoor e outdoor.



# Fotocatalisi eterogenea

La fotocatalisi consiste in una fotoreazione la cui velocità è accelerata dalla presenza di un catalizzatore. Infatti, l'ossidazione della maggior parte degli idrocarburi procederebbe piuttosto lentamente in assenza di sostanze attive catalitiche.

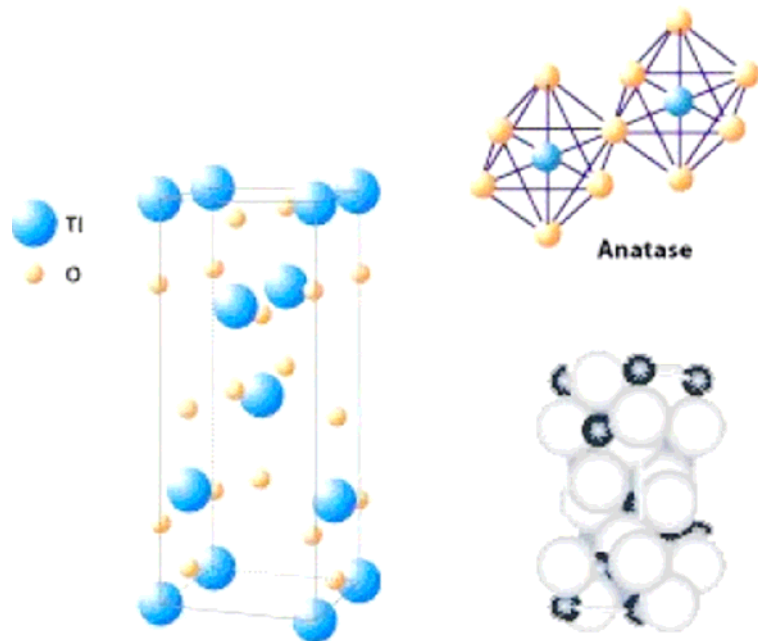
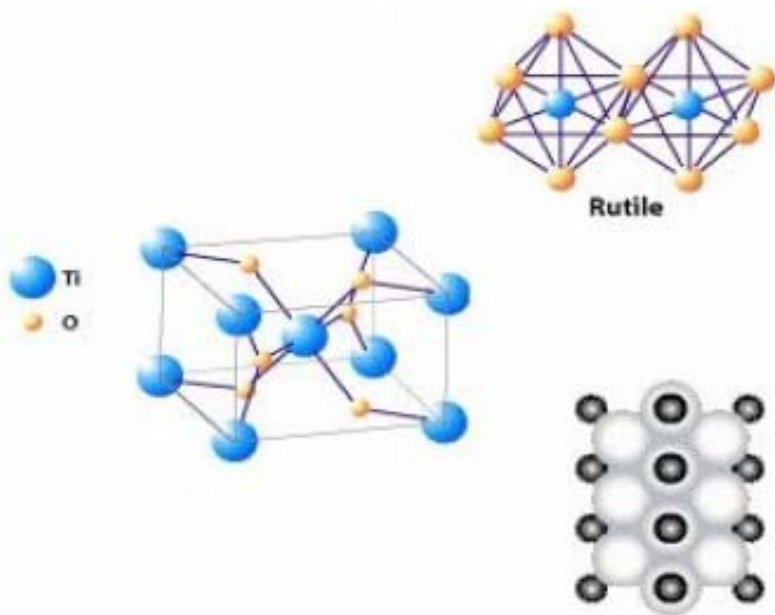
Un fotocatalizzatore diminuisce l'energia di attivazione di una data reazione. Un sistema fotocatalitico eterogeneo consiste di particelle di semiconduttore (fotocatalizzatore), che è in stretto contatto con un mezzo della reazione liquida o gassosa. Dall'esposizione del catalizzatore alla luce, vengono generati degli stati eccitati capaci di iniziare processi a catena come le reazioni redox e le trasformazioni molecolari.



# Il biossido di Titanio

Il biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ) è un ossido semiconduttore dotato di una elevata reattività per cui può essere chimicamente attivato dalla luce solare. Esso, infatti, attraverso l'assorbimento diretto di fotoni incidenti, può partecipare a processi fotochimici di superficie.

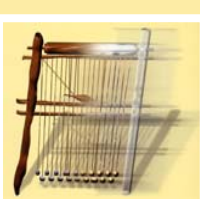
Il biossido di titanio esiste in tre diverse strutture cristalline (rutile, anatasio e brookite) e in fase amorfa.





## Azione fotocatalitica del $\text{TiO}_2$

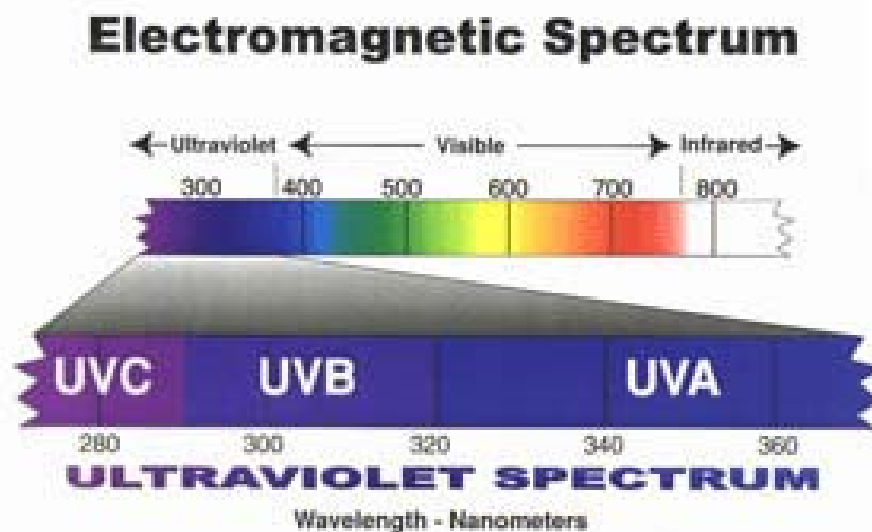
Il cristallo di  $\text{TiO}_2$ , quando viene esposto al sole o ad una lampada fluorescente, produce un'ossidazione sugli inquinanti a stato gassoso cui viene in contatto, eliminando sostanze dannose, quali composti organici (o batteri a loro vicini) ed inquinanti in forma gas tipo  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , VOC principali responsabili dei problemi respiratori dovuti all'inquinamento atmosferico.

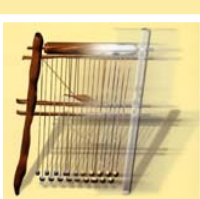


# *Il meccanismo della fotocatalisi*

## Lunghezza d'onda della luce

Gli UV-A (400 ~ 320nm) costituiscono la gamma di lunghezze d'onda di interesse per l'innesco della reazione di fotocatalisi.



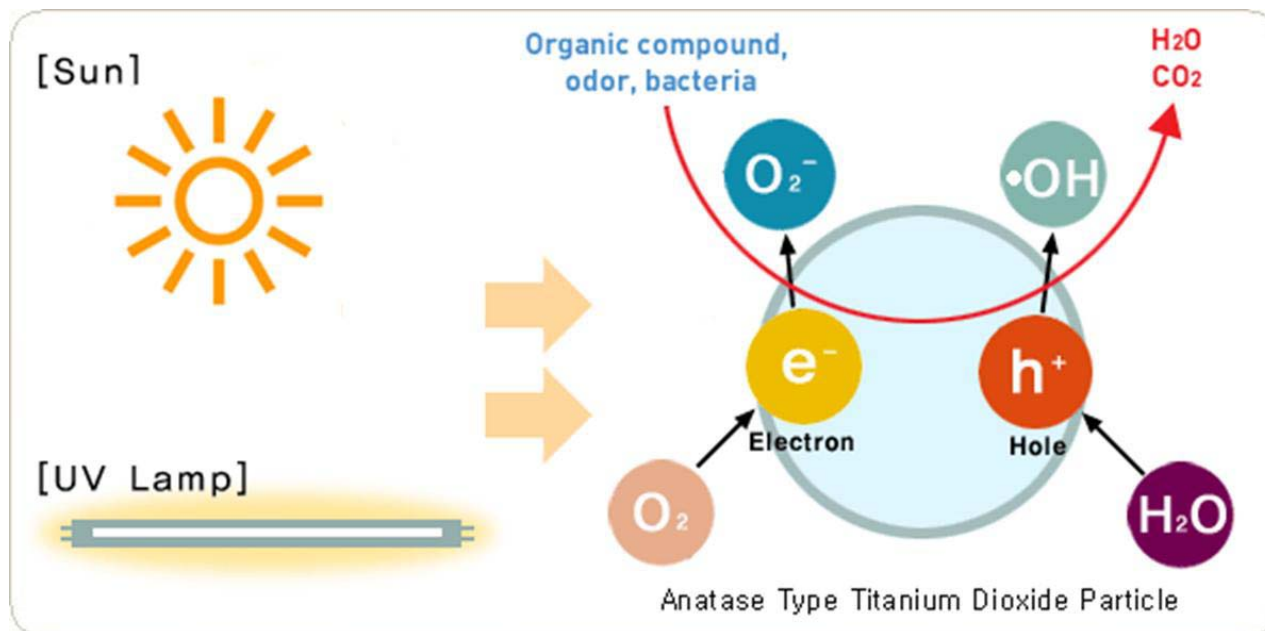


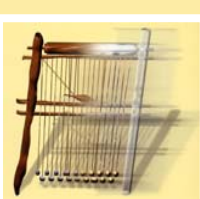
# *Il meccanismo della fotocatalisi*

## La reazione fotocatalitica

Qualora irradiato da raggi ultravioletti (solari o artificiale) di grandezza inferiore a 380 nm, gli elettroni degli atomi di titanio passano dalla banda di valenza a quella di conduzione formando una coppia buca / elettrone ( $\text{H}^+$   $\text{e}^-$ ).

Le buche partecipano alle reazioni di ossidazione, mentre gli elettroni partecipano a quelle di riduzione.



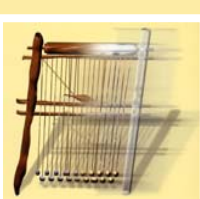


# Effetti della fotocatalisi

Il meccanismo di fotocatalisi descritto precedentemente conferisce ai materiali contenenti biossido di titanio diverse proprietà:

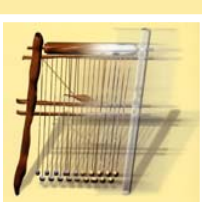
- **purificazione dell'aria:** si ottiene una concreta riduzione delle sostanze organiche e inorganiche - causa dell'inquinamento atmosferico;
- **azione deodorante:** si decompongono gas tossici organici che sono fonte di malesseri domestici (tioli/mercaptani, aldeide formica e odori da crescite fungine);
- **azione antimicrobica:** i batteri e i funghi che attaccano le superfici sono eliminati grazie al forte potere ossidante del fotocatalizzatore (Escherichia coli, Staphylococcus, ecc.). La fotocatalisi in realtà non uccide le cellule dei batteri, ma le decompone;
- **azione anti-nebbia, autopulizia materiali:** una superficie rivestita con titania mostra una totale mancanza di repellenza all'acqua. Con questa proprietà, ad esempio, uno specchio in un bagno non si annebbierà con il vapore dell'acqua, per la super-idrofilicità del  $\text{TiO}_2$ . Inoltre, se una superficie è rivestita di materiale fotocatalitico, lo sporco sarà lavato via con la pioggia e saranno, così, preservate le caratteristiche estetiche dei manufatti.





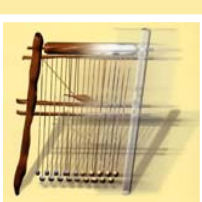
# Perché la fotocatalisi?

- La chimica delle superfici prevede diversi tipi di reazione ma quelle di ossidazione sono senz'altro le più significative tanto da essere considerate un punto di partenza per l'evoluzione delle diverse molecole inquinanti.
- Poiché l'ossidazione modifica in maniera decisiva le caratteristiche chimiche delle molecole, ne deriva che le molecole ossidate mostrano componenti tossicologici molto diversi da quelle di partenza.
- GENERALMENTE, *una molecola ossidata mostra caratteristiche tossicologiche trascurabili rispetto alla specie di partenza.*



# Gli inquinanti atmosferici

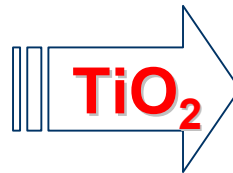
- **NO<sub>x</sub>** (Ossido Biossido di Azoto)
- **SO<sub>x</sub>** (Biossido e Triossido di Zolfo)
- **CO** (Monossido di Carbonio)
- **VOC** (Volatile Organic Compound)
- **C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** (Benzene)
- **IPA** (Idrocarburi Policiclici Aromatici)



# Cosa diventano?

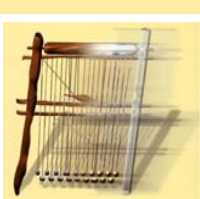
## Gas inquinante

- $\text{NO}_x$  (Ossido Biossido di Azoto)
- $\text{SO}_x$  (Biossido e Triossido di Zolfo)
- $\text{CO}$  (Monossido di Carbonio)
- $\text{C}_6\text{H}_6$  (Benzene)



## Trasformazione

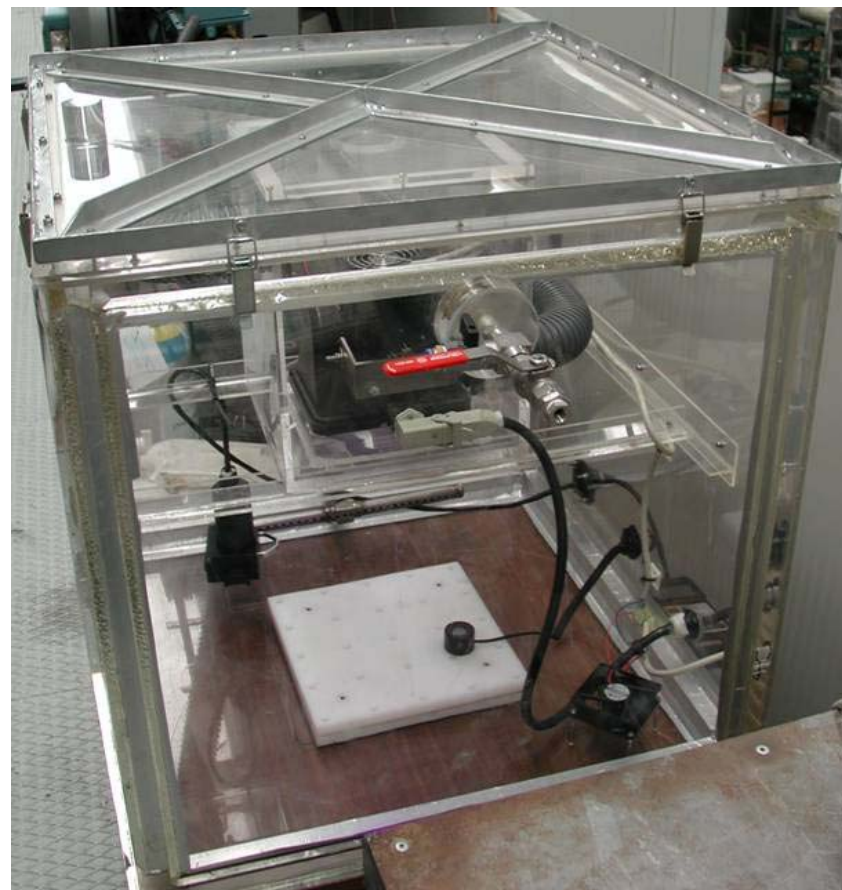
- $\text{NO}_3^-$  (Ioni nitrato)
- $\text{SO}_4^{3-}$  (Ioni solfato)
- $\text{CO}_2$  (Anidride carbonica)

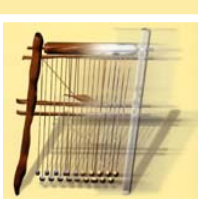


# Simulatore di inquinamento Studio reazioni fotocatalitiche

La struttura definita in sede di progettazione ha previsto l'adozione di una camera a tenuta stagna dotata di:

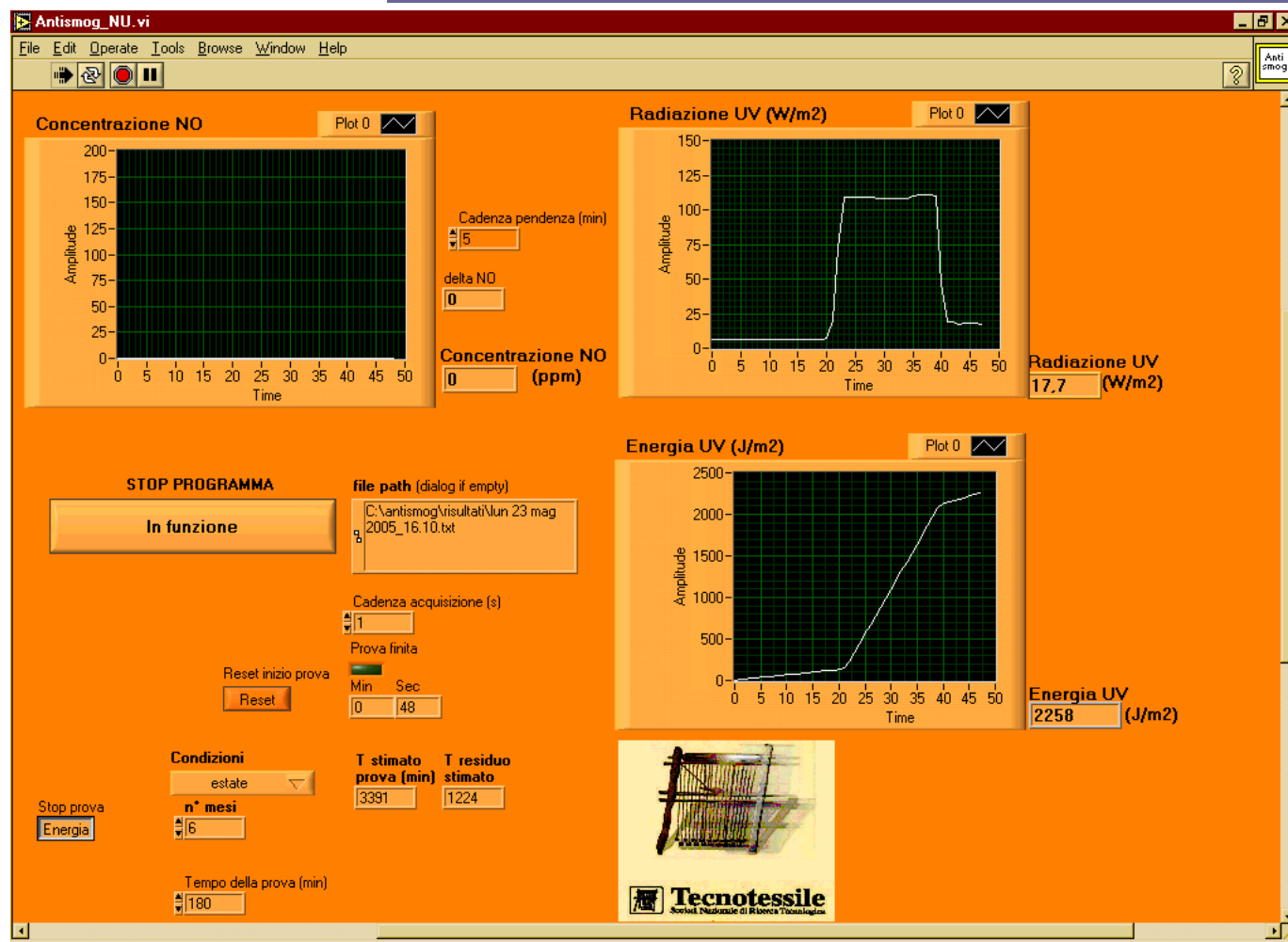
- un condotto di alimentazione del gas inquinante dotato di una serie di fori per diffondere in maniera uniforme lo stesso all'interno della camera;
- un condotto di estrazione del gas per regolare la quantità desiderata di concentrazione degli inquinanti;
- una lampada UV con spettro di emissione tra i 290 e i 390 nm;
- un sensore per il rilevamento della radiazione nel campo UV;
- un sensore per il rilevamento della concentrazione del gas introdotto



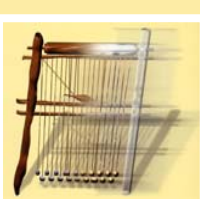


Tecnotessile

# Simulatore di inquinamento urbano

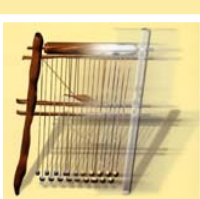


Maggio 2006

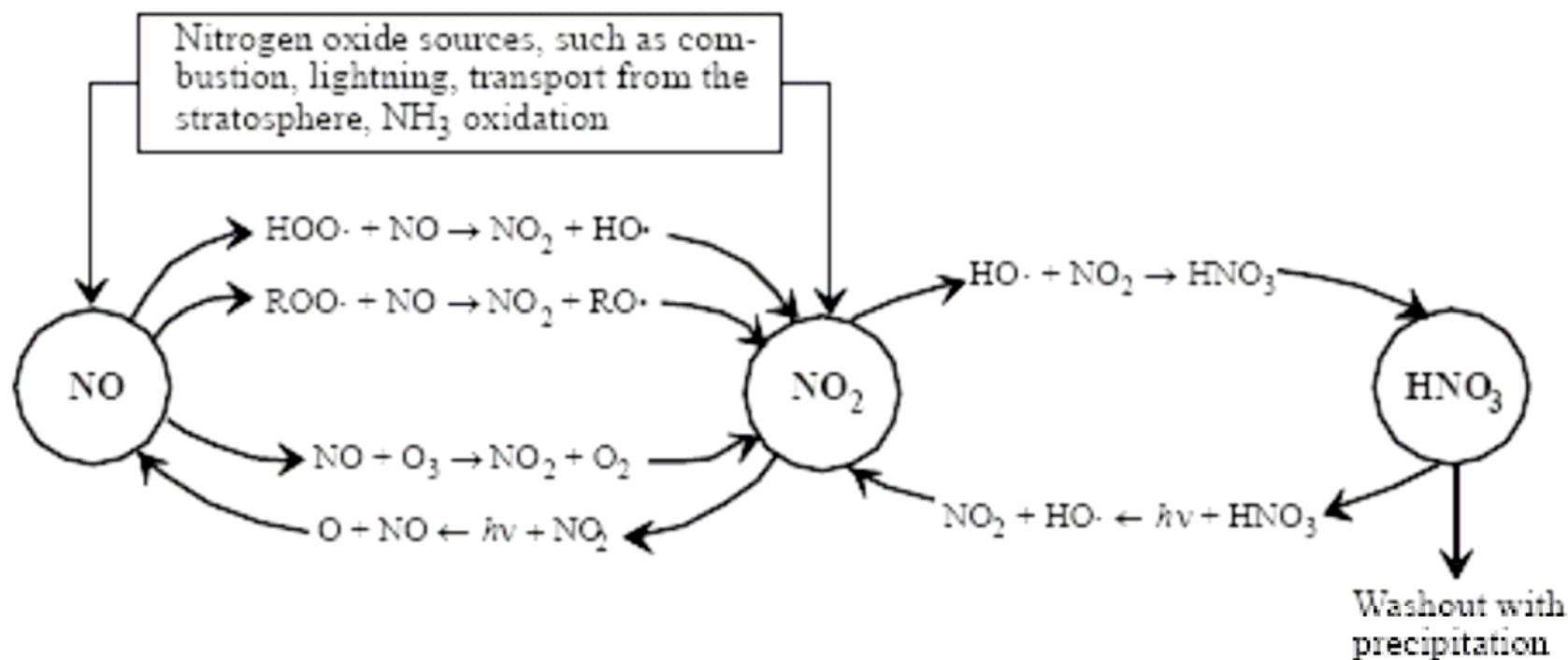


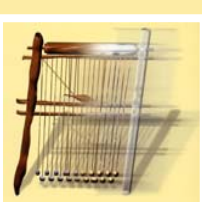
# Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )

- Problema importante per la salute pubblica sia in ambienti interni che esterni
- Precursore di Acido Nitroso e nitriti
- NO è emesso da tutti i processi di combustione e rapidamente convertito a  $\text{NO}_2$  dall' Ozono e dai perossidi (Radiazione Solare)
- Diverse città italiane non rispettano lo standard della media annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (ppb)



# Reazione di $\text{NO}_x$ nell'atmosfera

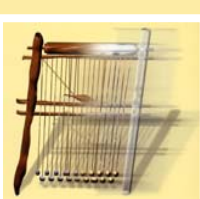




# Il processo di Tecnotessile

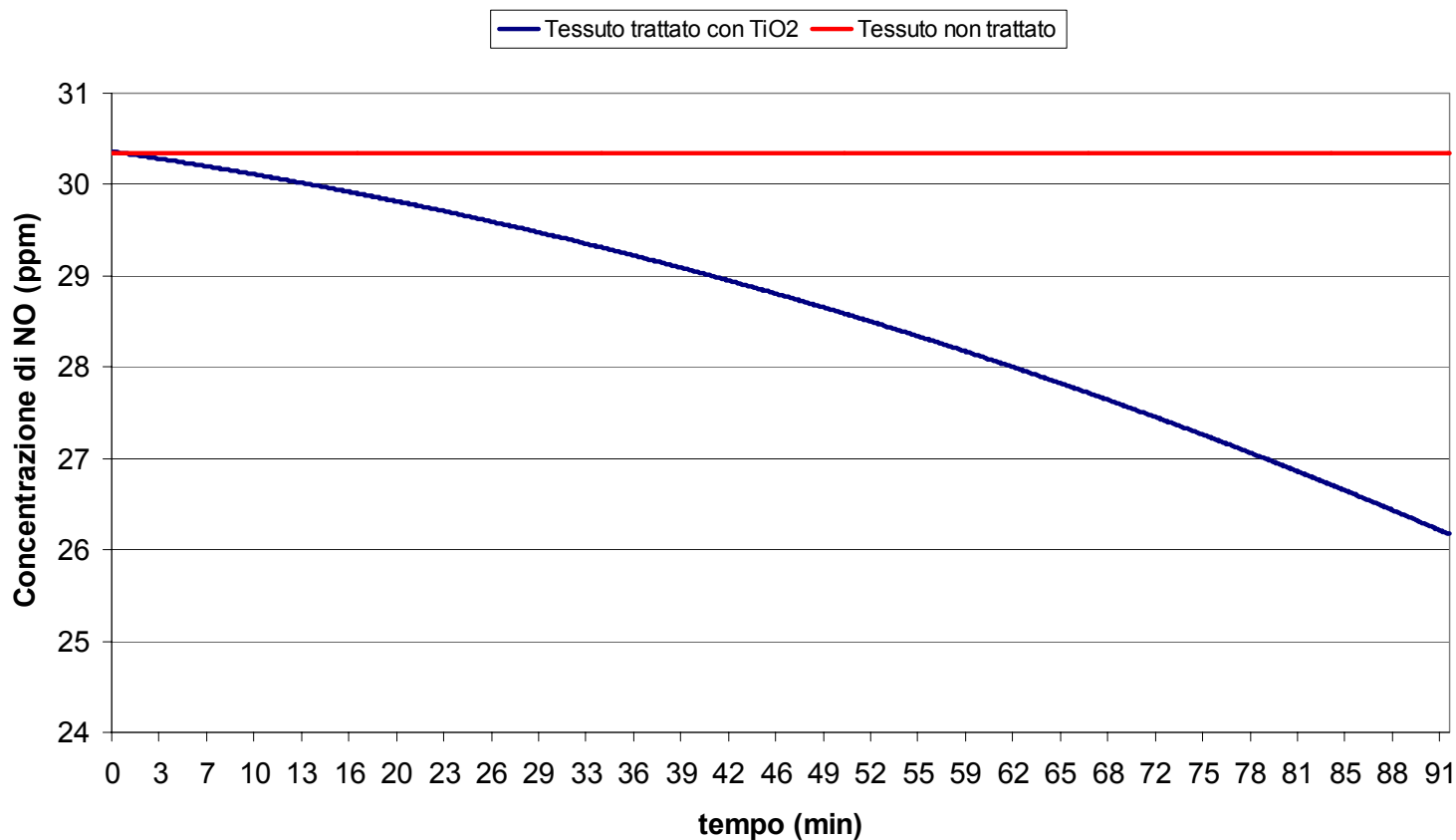
- Impiega soluzioni su base acquosa di  $\text{TiO}_2$  nanometrico.
- Permette di ancorare le particelle, in modo stabile, sulla superficie di materiali diversi e su substrati tessili.
- Ha un impatto ambientale pressoché nullo.
- Brevettato.

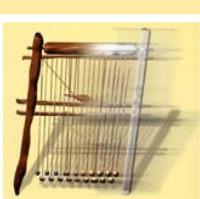




## Reazione fotocatalitica di NO in fase gassosa su superfici tessili ricoperte con $\text{TiO}_2$

### Abbattimento di NO





## Proposte Tecnotessile

Tecnotessile ha sviluppato ricerche ed è in grado di fornire consulenza e know how alle imprese per sviluppare nuovi materiali in grado di “mangiare” gli inquinanti atmosferici organici e inorganici applicando il processo della fotocatalisi. Ha sviluppato tecnologie per l'applicazione di semiconduttori solidi in grado di ossidare sostanze nocive fino a completa mineralizzazione.

In questo contesto la fotocatalisi applicata ai materiali in genere potrebbe trasformarsi in una soluzione molto interessante, tanto da diventare parte integrante della strategia volta a ridurre l'inquinamento dell'aria indoor e outdoor