

# LE SOLIDITÀ

## PARTE II: SOLIDITÀ ALLA LUCE

29 Novembre 2022

Filippo Brusa - Giampiero Lanzini

# Le solidità

La **solidità** indica la resistenza del colore dei materiali tessili ai diversi agenti di alterazione:

- all'uso (**luce**, acqua, lavaggio, sudore, **sfregamento** ecc..)
- alla fabbricazione (mercerizzazione, decatissaggio e trattamenti industriali di qualsiasi natura)

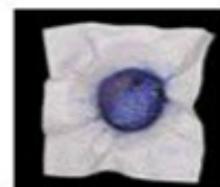
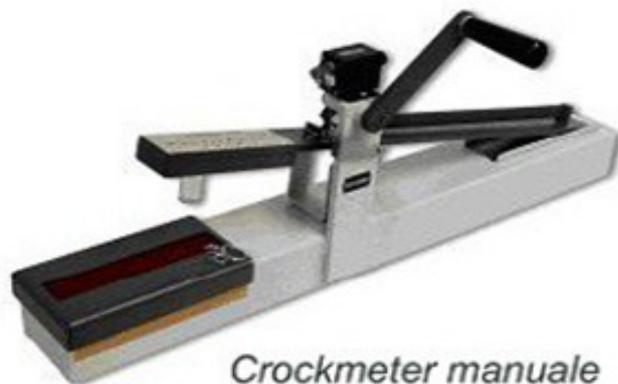
La solidità viene espressa con indici di:

- **degradazione**
- **scarico** (in alcuni casi)
  
- Coloranti che conferiscono maggiori solidità hanno maggior pregio
  - Nel caso della solidità alla luce, non dobbiamo considerare la classe tintoriale del colorante (come per le solidità ad umido) ma **la struttura chimica della molecola colorante**

# Solidità allo sfregamento

## Solidità allo sfregamento (UNI EN ISO 105-X12)

Il tessuto in esame viene sottoposto alla prova di sfregamento con un apparecchio detto crockmetro, utilizzando un tessuto bianco standard asciutto e poi, cambiando posizione, con quello bagnato.



*Campione di  
tessuto dopo  
lo sfregamento*

L'apparecchio munito di una caviglia di sfregamento comprendente un cilindro di 16mm di diametro che si sposta sulla provetta con un movimento avanti-indietro in linea retta su una lunghezza di 100mm con una forza di 9 N esercitata verso il basso. Le prove sono eseguite sfregando col tessuto bianco la provetta in esame in direzione trama, e poi perpendicolare. Dopo asciugatura, si valutano gli indici di scarico del colore sui tessuti bianchi (prova sia asciutto che bagnato) sfregati in senso trama e ordito mediante confronto con la scala dei grigi per lo scarico.

# Solidità allo sfregamento

## ISO 105 X12 – Solidità del colore allo sfregamento

Obiettivo: verificare se la solidità del colore dei coloranti impiegati per la produzione (tintura o stampa) all'azione dello strofinio soddisfa i requisiti del cliente

### **Modalità operative:**

Il tessuto in esame viene sottoposto alla prova di sfregamento con un apparecchio detto crockmetro, utilizzando un tessuto bianco standard asciutto e poi, cambiando posizione, uno bagnato, eseguendo 10 cicli di sfregamento in 10 secondi. Misurare lo scarico del colore sul tessuto di cotone.

L'apparecchio ha una caviglia di sfregamento comprendente un cilindro di 16mm di diametro che si sposta sulla provetta con un movimento avanti-indietro in linea retta su una lunghezza di 100mm.

Le prove sono eseguite sfregando la provetta in esame in direzione trama, e poi perpendicolare.

# Solidità allo sfregamento

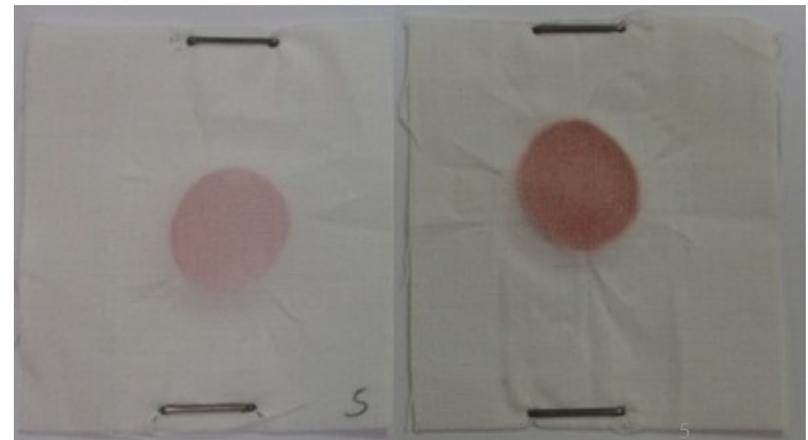
## A secco:

- 10 cicli di sfregamento (10 avanti e 10 indietro) con una forza verso il basso di 9N
- tessuto di sfregamento ambientato in condizioni standard, fissato alla caviglia di sfregamento con le trame parallele alla direzione di sfregamento
- prima della valutazione, rimuovere eventuale materiale fibroso

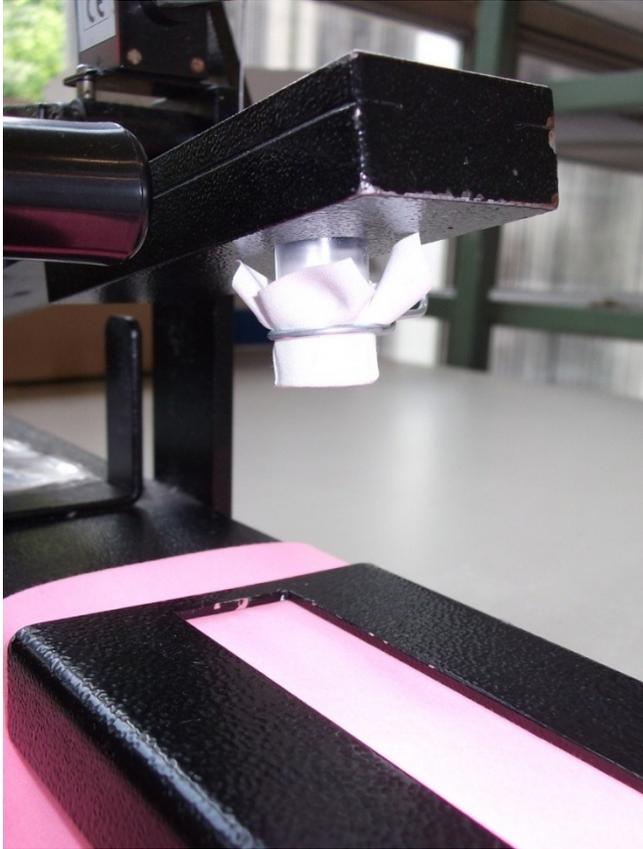


## A umido:

- utilizzare un provino in cotone che abbia assorbito dal 95 al 100% del suo peso di acqua distillata
- Dopo asciugatura, si valutano gli indici di scarico del colore sui tessuti bianchi per confronto con la scala dei grigi per lo scarico.

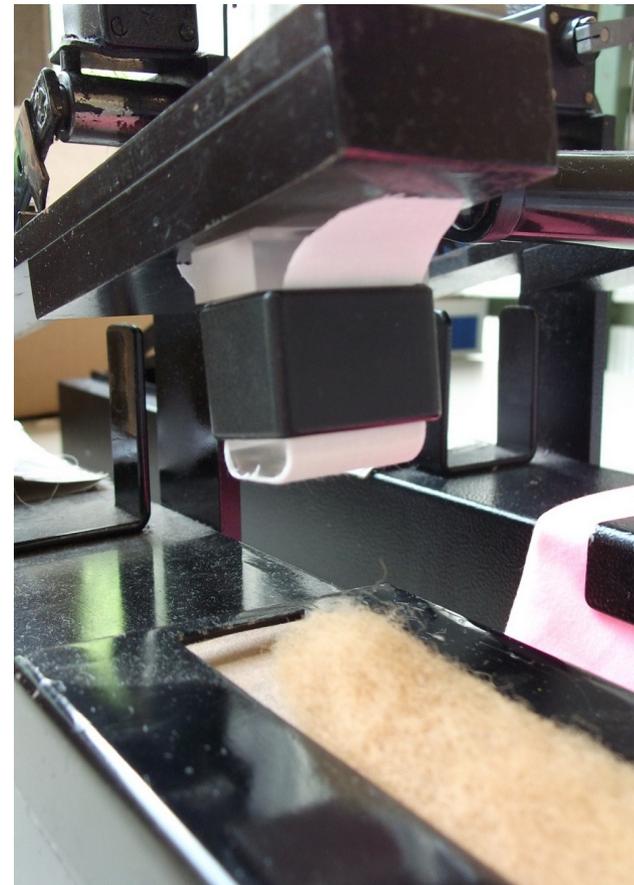


## Solidità allo sfregamento



Caviglia rotonda per tessuti  
(diametro 16 mm)

Caviglia quadrata per tessuti a pelo o  
rivestimenti tessili per pavimenti (9 mm x 25,4  
mm, crock block)



# La radiazione luminosa

Il termine **luce** si riferisce alla porzione dello spettro elettromagnetico compresa approssimativamente tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda.

Questo intervallo coincide con il centro della regione spettrale della luce emessa dal sole che riesce ad arrivare al suolo attraverso l'atmosfera.

Oltre alla radiazione visibile (45%) altri componenti sono gli infrarossi (55%) e soprattutto i **raggi ultravioletti** (5%)

- UV-C (100-280 nm): hanno energia molto elevata ma vengono filtrate dall'ozono atmosferico e non raggiungono la superficie terrestre
- UV-B (280-320 nm): inducono le più comuni reazioni di fotodegradazione
- UV-A (320-400 nm): sono i raggi meno energetici

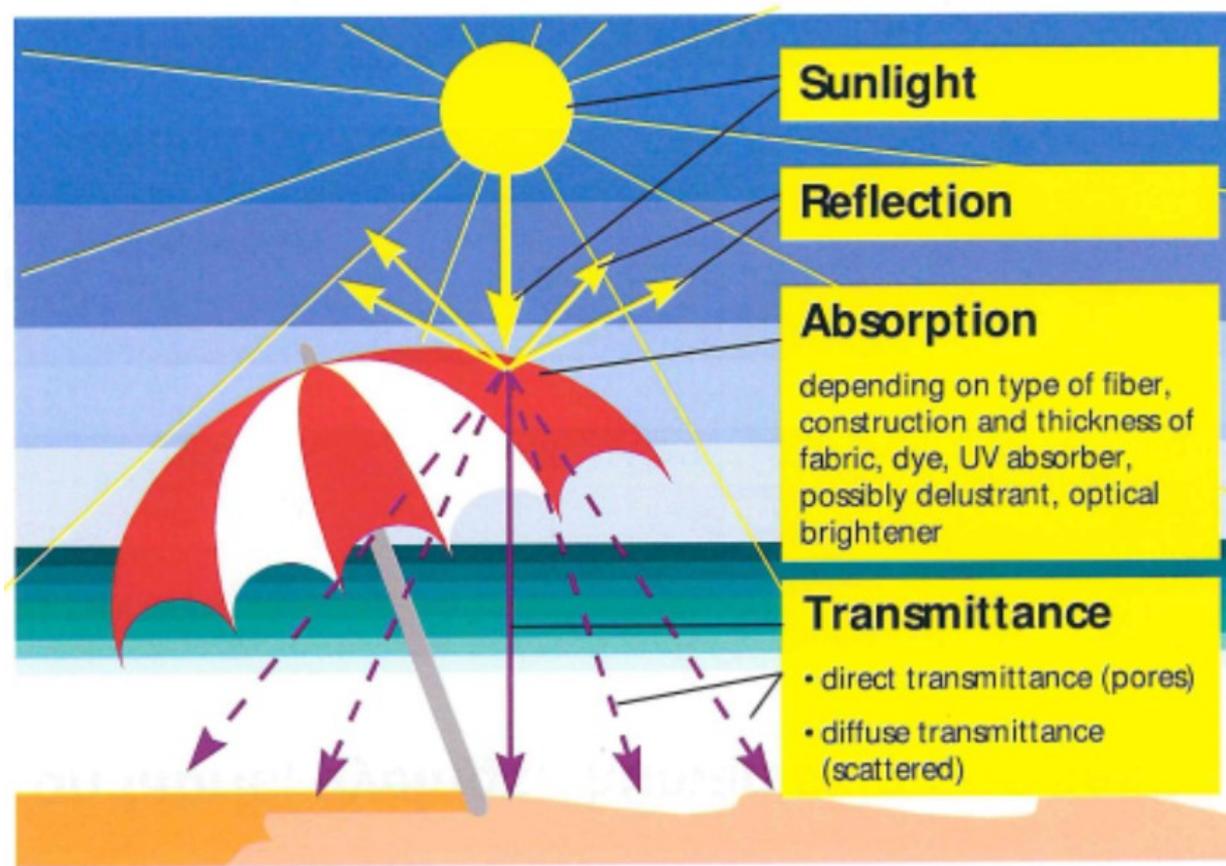
Gli UV sono responsabili di vari fenomeni:

- ✓ Irritazione della pelle (in alcuni casi anche insorgenza di forme tumorali)
- ✓ Ingiallimento delle fibre tessili
- ✓ Degradazione delle tinte



# La radiazione luminosa

Quando la luce incontra un tessuto, hanno luogo differenti fenomeni:



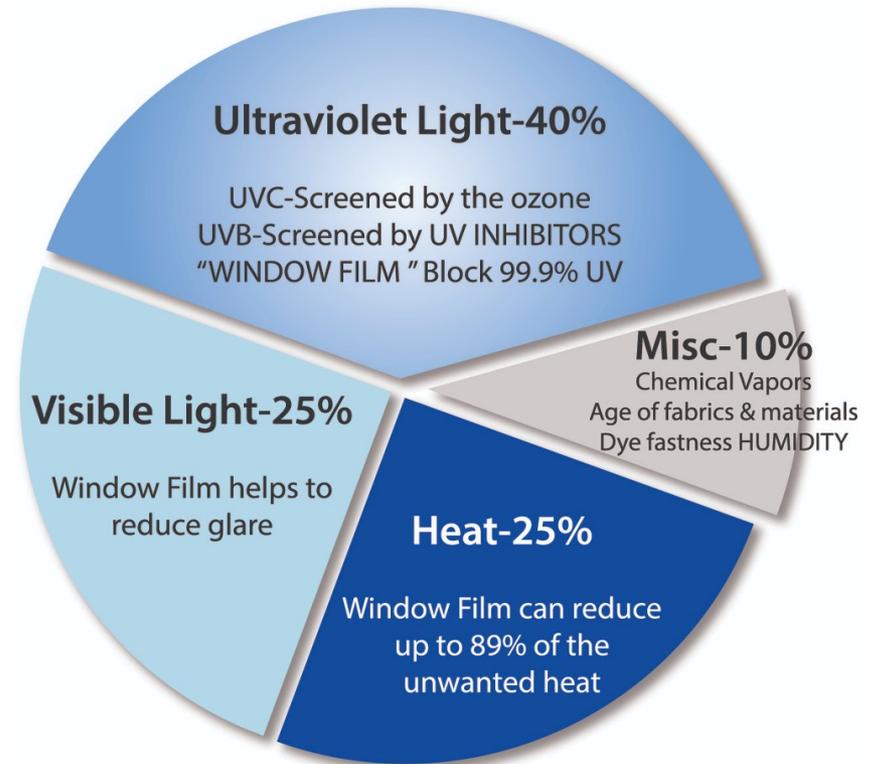
- Esistono fibre intrinsecamente resistenti al passaggio della radiazione UV, come **canapa e bambù**

# La radiazione luminosa

La radiazione UV è una delle prime cause di **degradazione dei materiali tessili**, a causa della eccitazione elettronica dei polimeri costituenti che porta a una perdita di integrità strutturale (diversa a seconda della fibra)

Effetti possono essere la fotoossidazione con insorgenza di colorazione giallastra, la perdita di elasticità e di resistenza meccanica.

Sia le fibre sintetiche che le fibre naturali sono interessate da questi fenomeni



Alla degradazione dei materiali tessili e delle tinte concorrono anche altri fattori, come:

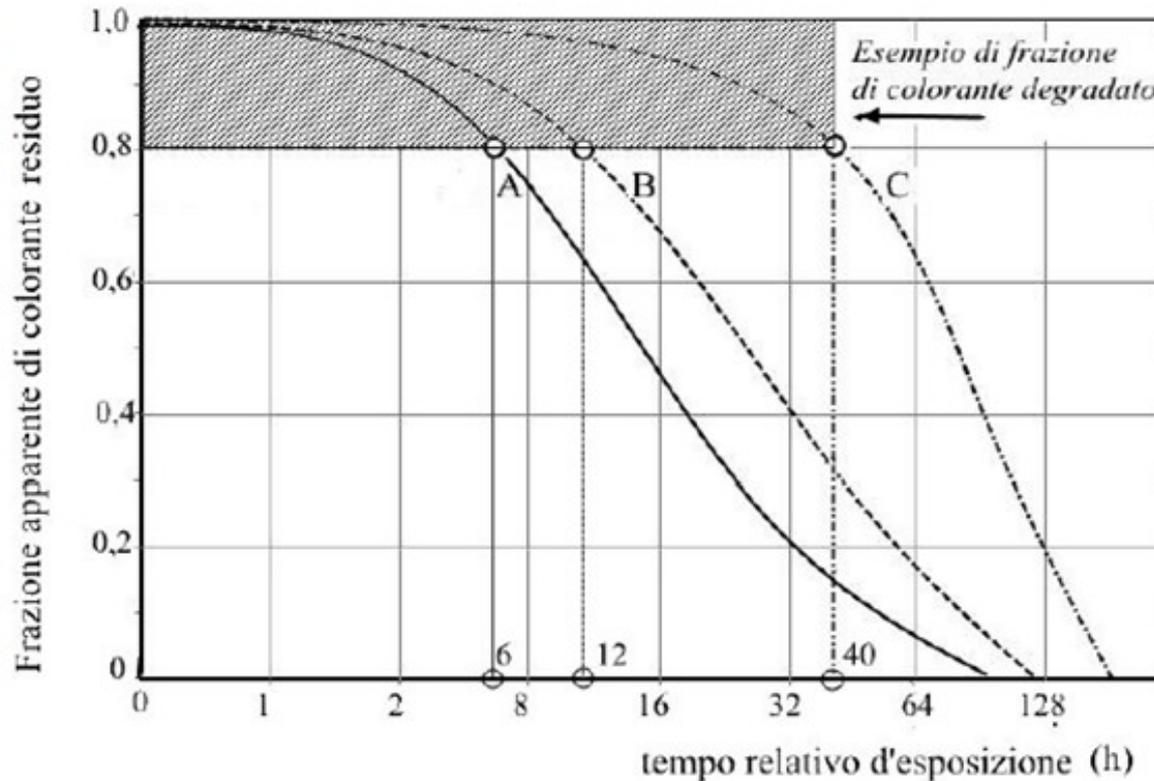
- La temperatura
- L'umidità relativa
- La presenza di inquinanti atmosferici (es. ossidi di azoto)

# Degradazione della tinta

Si tratta in genere di reazione fotocatalizzate dalla componente UV (maggiormente energetica). Alcuni esempi:

# Solidità alla luce

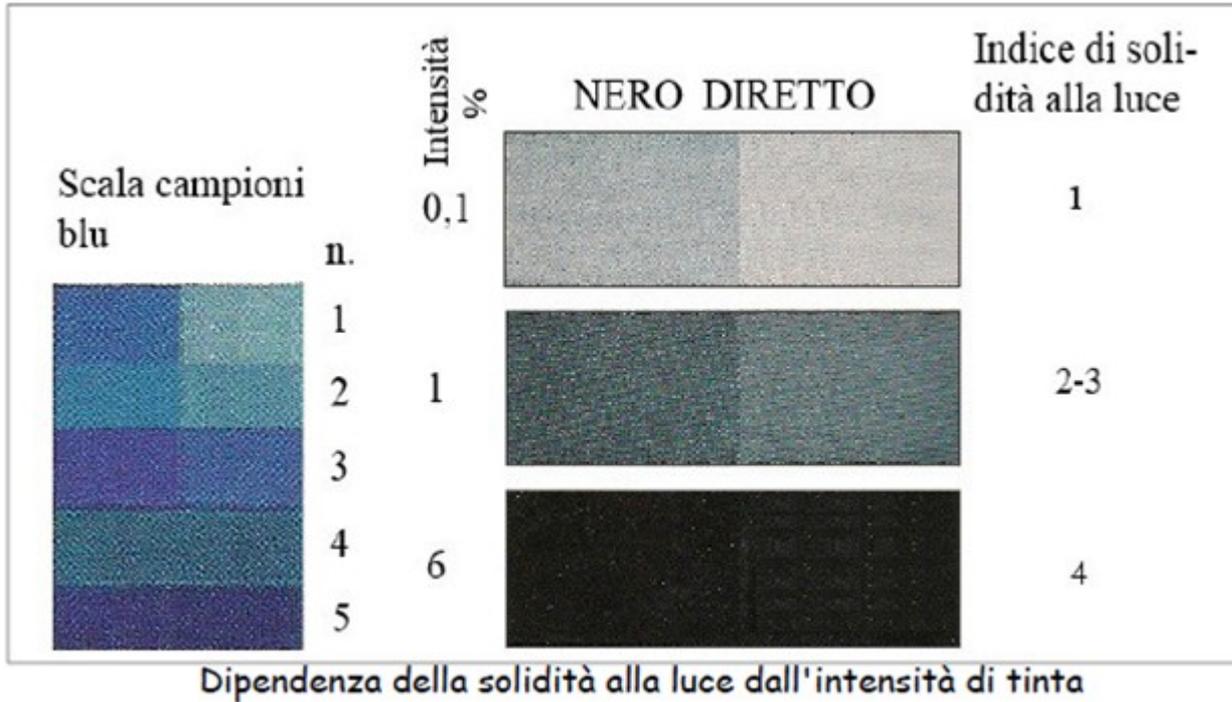
Il comportamento del colore alla luce segue un andamento opposto alle solidità ad umido: le tinte scure sono più solide alla luce, perché per degradare una uguale frazione di colorante richiedono un tempo di esposizione maggiore.



- A = Tintura chiara (0,3 %)
- B = Tintura media (1,0 %)
- C = Tintura scura (4,0 %)

Tempo necessario per degradare un'uguale frazione di colorante su tinte di differente intensità

# Solidità alla luce



Le tinte chiare mostrano una solidità alla luce inferiore: dalla figura risulta che la tintura chiara (0,1%) ha indice di solidità 1, mentre quella intensa (6%) ha indice di solidità 4.

# Solidità alla luce

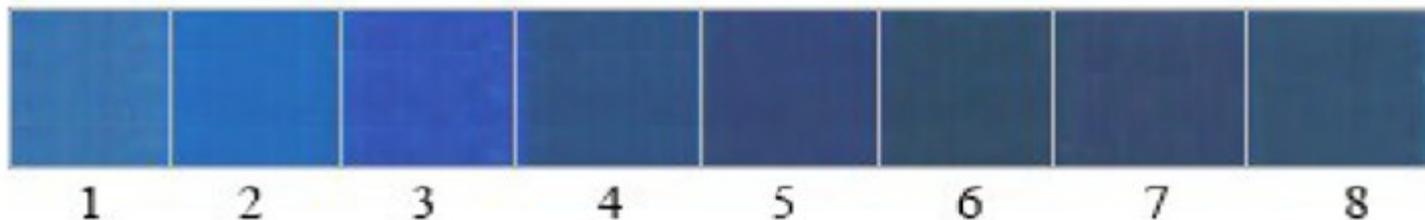
**Solidità alla luce del giorno (UNI EN ISO 105-B01)**

**Solidità alla luce artificiale: lampada allo xeno (UNI EN ISO 105-B02)**

È la più importante tra le solidità all'uso in quanto conferisce pregio alla tintura, specialmente per articoli destinati all'abbigliamento ed arredamento.

Lo sbiadimento della tinta dipende dalla struttura chimica del colorante e dalla natura della fibra. Possiamo avere riassetamento molecolare con spostamento dei legami e variazione della tinta, oppure rottura dei cromofori insaturi a gruppi saturi e perdita di colore.

Viene determinata per esposizione del campione con una scala di controllo detta **scala dei blu**, costituita da 8 campioni di tessuto, ognuno avente un indice di solidità.



Si confronta la resistenza del campione in esame con quella del campione della scala dei blu che dimostra uguale contrasto, assegnandogli il suo numero come indice di solidità.

# Solidità alla luce

L'esposizione può essere eseguita alla luce del giorno (inclinazione di 45° con esposizione a sud, 24 ore al giorno) ma più velocemente con adeguati apparecchi (Xenotest, Fadeometro) che riproducono la radiazione solare per tempi di esposizione più brevi, eventualmente simulando anche le intemperie.



Xenotest Alpha+, porta campioni e maschere (Atlas)

# UV absorbers

Si tratta di composti organici, incolori, in grado di assorbire le radiazioni nel campo degli UV.

La radiazione assorbita viene poi convertita in energia termica o dissipata tramite fenomeni di isomerizzazione.

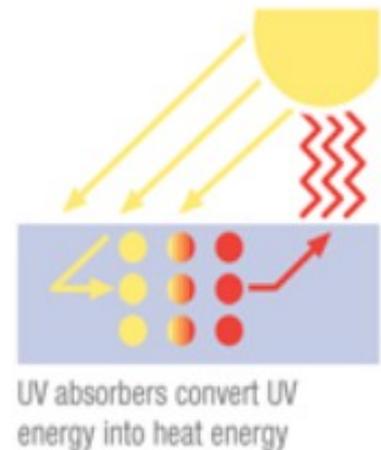
Possono agire anche come trappole di radicali e per prevenire l'ossidazione.

La loro presenza permette di aumentare il **fattore di protezione UV** di un tessuto (UPF), migliorando quindi la salvaguardia della pelle dagli effetti nocivi degli UV

Chimicamente, appartengono alle classi dei **benzotriazoli, benzofenoni e triazine**

Il loro principale utilizzo consiste nell'**evitare l'ingiallimento delle fibre** legato alla degradazione fotoossidativa

- Svolgono anche la funzione di migliorare leggermente le solidità alla luce (riportato un miglioramento medio del 10% circa)
- Applicati in percentuali 0,5-6%



# UV absorbers

Alcuni UV absorbers (principalmente a struttura **benzotriazolica**) sono attualmente sottoposti a restrizione all'uso, in quanto:

- Dannosi per l'organismo umano per esposizione prolungata
- Dannosi per l'ecosistema acquatico e persistenti nell'ambiente
- Sospetti cancerogeni

Table 1S: UV Absorbers

Substance	CAS Number	Reporting Limit (µg/L)	Standard Method for Analysis/Testing
2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(tert-butyl)-6-(sec-butyl) phenol (UV-350)	36437-37-3	Textile only: 100	USEPA 8270 ISO 22032, USEPA 527 and USEPA 8321B. Dichloromethane extraction GC-MS or LC-MS(-MS)
2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol (UV-328)	25973-55-1		
2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylphenol (UV-320)	3846-71-7		
2,4-Di-tert-butyl-6-(5-chlorobenzotriazole-2-yl) phenol (UV-327)	3864-99-1		

Inseriti nella lista SVHC del REACH, nella MRSL 3.0 e nella Wastewater Guidelines 2.0 di ZDHC

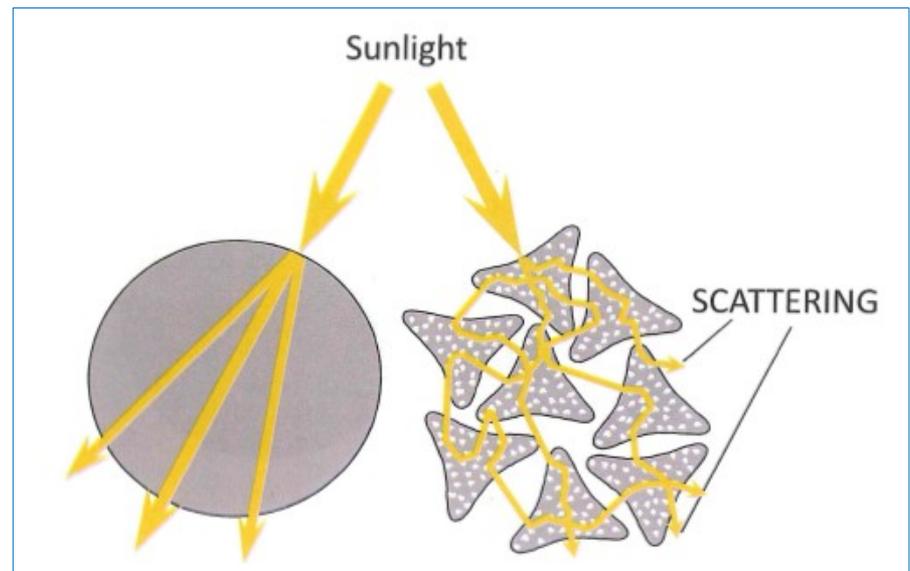
# UV absorbers

La combinazione di luce (componente UV), calore ( $T^\circ$  o radiazione IR) e ossigeno (aria, umidità, ossidi di azoto) porta alla **degradazione** della fibra:

- ✓ Peggioramento delle caratteristiche meccaniche
- ✓ Ingiallimento della fibra
- ✓ Decomposizione delle molecole di colorante

La presenza di composti inorganici come **TiO<sub>2</sub>** o **SiO<sub>2</sub>** all'interno delle fibre sintetiche (opacizzanti) aumenta la loro capacità di bloccare la radiazione UV, ma causa anche danneggiamento ossidativo della fibra.

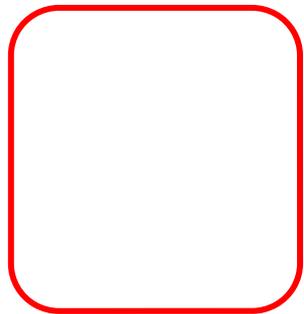
Fibre a **struttura polilobata**, a **titolo inferiore** e contenenti **opacizzanti** sono maggiormente soggette a degradazione UV-catalizzata rispetto a fibre con **sezione circolare**, **titolo più elevato** e che **non contengono opacizzanti**.



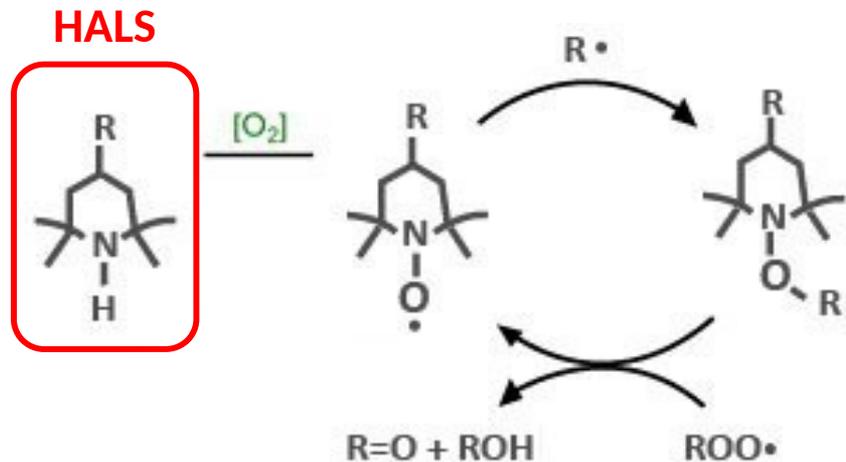
# UV absorbers e HALS

La funzione protettiva contro l'ingiallimento delle fibre viene svolta non solo dagli UV absorbers ma anche da composti come le **HALS** (Hindered Amine Light Stabilizers)

Agiscono come antiossidanti andando a catturare i radicali ossigeno generati per effetto della radiazione UV o della presenza di altri composti:



UV Abs



# Ingiallimento fenolico

Il problema si riscontra quando i prodotti tessili vengono conservati a lungo nei magazzini. L'ingiallimento degli articoli tessili è causato dal film di polietilene o dalle confezioni plastiche utilizzate negli imballaggi, che contengono degli antiossidanti fenolici tra cui il più noto è il Butylated Hydroxy Toluene (BHT). Questa sostanza reagisce con gli ossidi di azoto presenti nell'aria e causa ingiallimento dei prodotti tessili.

L'ingiallimento fenolico dei tessuti è favorito a pH del tessuto alcalino (7-9)



# Ingiallimento fenolico

## ISO 105 X18 - Valutazione del potenziale di ingiallimento fenolico

### Sintesi modalità operative:

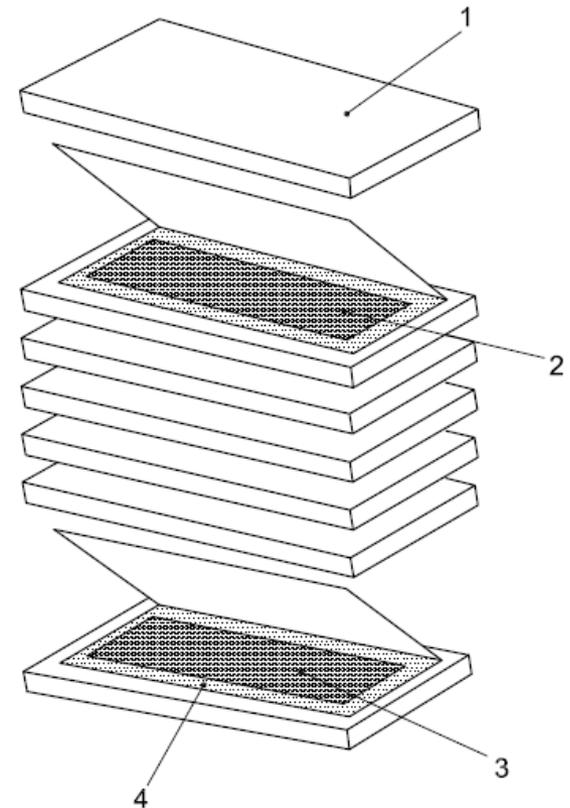
Preparare un apparato costituito da sette lastre di vetro intervallate a sei test paper (cellulosa trattata con un nitrofenolo) che contengono 5 provini di tessuto e un tessuto di controllo (poliammide, per cui è noto l'ingiallimento nelle condizioni del test)

Avvolgere il tutto in un film di polietilene BHT-free (Butil-idrossitoluene) e sigillare con nastro adesivo

Porre in stufa a  $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$  per 16 ore  $\pm$  15 min

Lasciar raffreddare e valutare con la scala dei grigi

- Il test valuta l'ingiallimento fenolico, non copre le possibili altre cause di ingiallimento di un materiale tessile (esposizione alla luce, invecchiamento...)



# Ossidi di azoto

## ISO 105 G01 - Solidità del colore agli ossidi di azoto

### Sintesi modalità operative:

I campioni di tessuto da testare sono esposti agli ossidi di azoto in un apparato chiuso, fino a che i testimoni di controllo non sono soggetti ad una determinata variazione di colore.

Una volta che i provini dei campioni e di riferimento sono stati montati sui supporti, il contenitore viene sigillato, protetto dalla luce diretta e posto in rotazione, quindi si inietta ossido nitrico NO (prodotto da sodio nitrito e acido solforico).

Alla degradazione stabilita del riferimento, porre i campioni in una soluzione di urea per 5 min

Valutare la solidità con la scala dei grigi



# Invecchiamento accelerato

Questi test servono a verificare la resistenza dei materiali tessili all'esposizione simulata ad agenti atmosferici

Tra questi, il **metodo C della ISO 1419 - Tropical test (o Jungle test)**

Il test misura la resistenza all'idrolisi dei materiali tessili per esposizione ad un ambiente tropicale simulato (70°C e 95% u.r.) in camera climatica.

Il campione viene esaminato visivamente rispetto a un riferimento di controllo ogni settimana, per un numero definito di settimane - 3 o 5 in genere, o fino a evidenza di danneggiamento significativo

- Screpolature superficiali
- Delaminazione della pellicola/spalmatura
- Cambiamenti di colore o brillantezza



**Grazie per l'attenzione !**

