



La protezione degli indumenti dal rischio UV

G. Zipoli e D. Grifoni

Fattori che influenzano l'esposizione alla RUV

- ❑ La radiazione UV presente nell'ambiente
 - ❑ Quanta parte di tale radiazione arriva sulle varie parti del corpo umano
 - ❑ Durata dell'esposizione
-

Distribuzione anatomica della radiazione solare

- Esposizione della faccia
 - Esposizione degli occhi
 - Esposizione di altre parti del corpo
-

Esposizione di diverse parti del corpo

Table B-1. Sunlight exposure (relative to 100% on vertex) for rotating mannequins and living subjects engaged in tennis, golf, gardening or walking

Site	Mannequin		Living subjects	
	Diffey et al 1977	Gies et al 1992	Holman et al 1983	Herlihy et al 1994
Cheek	31	24	15	13
Hand	50	-	24	29
Shoulder	75	94	66	43
Back	43	36	58	40
Chest	68	50	44	23
Thigh	33	-	16	25
Calf	-	-	-	27

Dal rapporto ICNIRP 14/2007

Esposizione della testa

Table B-2. Solar ultraviolet exposure on the head taken from a number of studies on living subjects and mannequins

Site	Relative exposure
Vertex	100
Forehead	20-65
Nose	20-65
Cheek	15-40
Chin	20-35
Back of neck	20-35

Dal rapporto ICNIRP 14/2007

In definitiva....

-per una persona che sta in piedi le parti del corpo più esposte risultano quelle orizzontali perché in estate alle nostre latitudini sono quelle che, soprattutto nelle ore centrali del giorno, ricevono maggiori quantità di radiazione: vertice della testa, spalle, dorso dei piedi, parte superiore dei lobi degli orecchi e naso.
-

Esposizione degli occhi

Un c
occh WALKING,

Table B-7. Reflectance of ICNIRP-effective solar UVB from terrain surfaces

Terrain surfaces	Diffuse reflectance ICNIRP effective solar UVB
Green mountain grassland	0.8 - 1.6 %
Dry grassland	2.0 - 3.7 %
Wooden boat deck	5 - 7 %
Black asphalt	5 - 9 %
Concrete pavement	8 - 12 %
Atlantic beach sand (dry)	15 - 18 %
Atlantic beach sand (wet)	7%
Sea foam (surf)	25 - 30 %
Dirty snow	59%
Fresh snow	88%

lavoro particolari come le cave di marmo

Dal rapporto ICNIRP 14/2007

Influenza dei fattori occupazionali sull'esposizione al rischio UV

- Tipo di lavoro
 - Postura prevalente
 - Durata
-

Esposizione in funzione dell'attività

Table B-4. Exposure ratio for human subjects performing various activities (Airey et al 1995)

Site	Standing	Sitting	Bending	Kneeling
Vertex	1.00	1.00	1.00	1.00
Forehead	0.27	0.18	0.06	0.06
Nose	0.41	0.29	0.18	0.13
Cheek	0.27	0.25	0.12	0.15
Neck	0.50	0.57	0.52	0.69

Dal rapporto ICNIRP 14/2007

Table 9. Hazard assessment factors for skin exposure

<i>Season</i>	Geographical Latitude (Factor f_1)		
	>50°N or S	30° - 50° N or S	<30° N or S
Spring/Summer	4	7	9
Autumn/Winter	0.3	1.5	5

Cloud cover	Factor f_2
Clear sky	1
Partial cloud sometimes covering sun	0.7
Overcast sky	0.2

Duration of exposure	Factor f_3
All day	1
An hour or two around midday	0.5
Early morning or late afternoon	0.2

Ground reflectance	Factor f_4
Fresh snow	1.8
Dry sand, sea surf, concrete	1.2
All other surfaces, including open water	1

Clothing	Factor f_5
Unprotected trunk, shoulders & legs	1
Protected trunk but exposed arms & legs	0.5
Fully clothed with only hands & face exposed	0.02

Shade	Factor f_6
No shade e.g. open fields, tundra, beach, ocean	1
Partial shade e.g. low density housing, scattered trees	0.3
Good shade e.g. high density housing, forest, canopy	0.02

Valutazione dell'esposizione

<i>Exposure Factor</i>	<i>Skin Protection Required</i>
<1	None
>1 but <3	Shirt, brimmed hat
>3 but <5	Long-sleeved shirt, trousers, brimmed hat, SPF15+ sunscreen
>5	Modify work environment & practices. Try to create some shade. Long-sleeved shirt and trousers, brimmed hat, SPF15+ sunscreen

Dal rapporto ICNIRP 14/2007

Misure di protezione dei lavoratori all'aperto

- Evitare esposizioni dirette durante le ore centrali del giorno in estate e primavera
 - Stare all'ombra
 - Indossare occhiali da sole e abiti appropriati alla protezione
 - Indossare cappelli a tesa larga
 - Usare occhiali "avvolgenti"
 - Usare creme protettive con UPF>30
 - Evitare esposizioni volontarie addizionali, lettini solari
-

Cos'è l'UPF (Ultraviolet Protection Factor)

- E', analogamente a quanto avviene per le creme protettive, un indicatore di quanto protegge dal rischio UV un dato indumento.
 - In alcuni paesi viene indicato anche con l'acronimo CPF (Clothing Protection Factor)
-

Come si calcola UPF

$$UPF = \frac{\sum_{290}^{400} E_{\lambda} S_{\lambda} \Delta_{\lambda}}{\sum_{290}^{400} E_{\lambda} S_{\lambda} T_{\lambda} \Delta_{\lambda}}$$

where E_{λ} is the CIE erythemal spectral effectiveness,
 S_{λ} is the solar spectral irradiance,
 T_{λ} is the spectral transmittance of each fabric sample
and Δ_{λ} is the wavelength step.

Tab. 5.9-1 Categorie di UPF con le relative trasmittanza e livello di protezione

UPF (intervallo)	Protezione	Trasmittanza $UVBE_{eryt}$ (%)
> 40	Eccellente	$\leq 2,5$
25-39	Molto buona	4,1-2,6
15-24	Buona	6.7-4.2
<15	Nessuna	> 6.7

Fattori che influenzano la capacità protettiva dei tessuti

- Porosità del tessuto (*cover factor*)
 - Natura della fibra
 - Trattamento
 - Colore
 - Umidità
 - Presenza di additivi
 - Forma
-

Porosità

- Con questo parametro si intende indicare la dimensione media degli spazi vuoti tra le fibre di cui il tessuto è costituito. Questo è il fattore guida rispetto agli altri dal momento che è evidente che tanto più lasca è la struttura del tessuto tanto maggiori sono le dimensioni degli spazi liberi da fibre attraverso cui la radiazione solare diretta può passare arrivando a colpire la pelle. Nella letteratura questo parametro è identificato col termine di "cover factor" (coefficiente di copertura) e si trovano riferimenti al fatto che per assicurare un livello minimo di protezione un tessuto deve avere un cover factor di almeno il 93% (ovvero il 93% della superficie del tessuto interessata da fibre e 7% da spazi).
-

Natura delle fibre

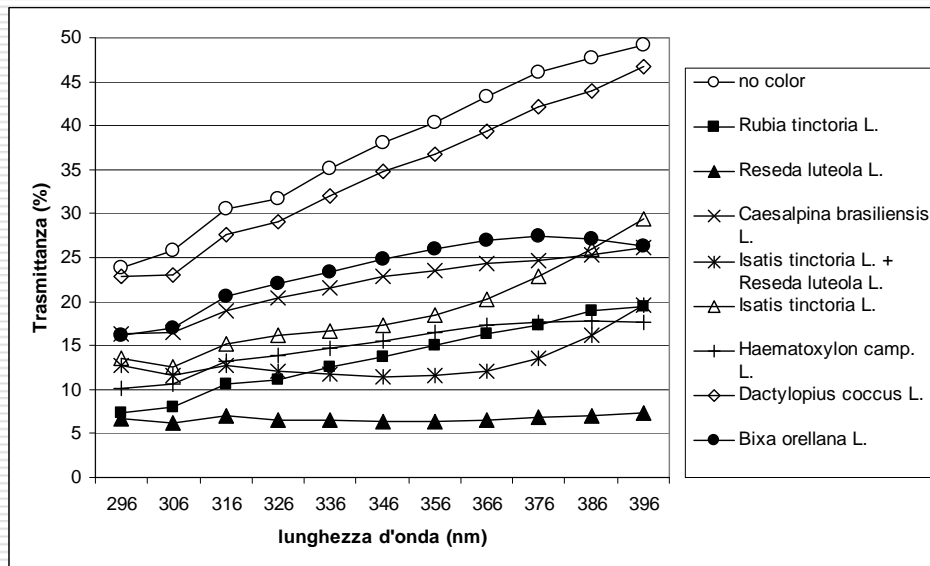
- La loro composizione chimica determina il tipo di interazione con la radiazione che le colpisce. Ad esempio lino e cotone, povere di pigmenti o di altre molecole tipo lignina, hanno scarsa capacità di assorbire la radiazione UV. Tra i tessuti sintetici quelli in poliestere in ragione della presenza di anelli di benzene nella catena polimerica mostrano un'alta efficacia nel bloccare la radiazione UV, anche se conviene sottolineare che la loro efficienza bloccante decresce molto nella banda UV-A (320-400 nm). Indumenti con questi tessuti (anche in assenza di coloranti ovvero colorati in bianco) sono quelli più protettivi anche se risultano poco confortevoli dal punto di vista degli scambi di calore e umidità che soprattutto nel periodo estivo influenzano fortemente il grado di confort degli indumenti.
-

Trattamento

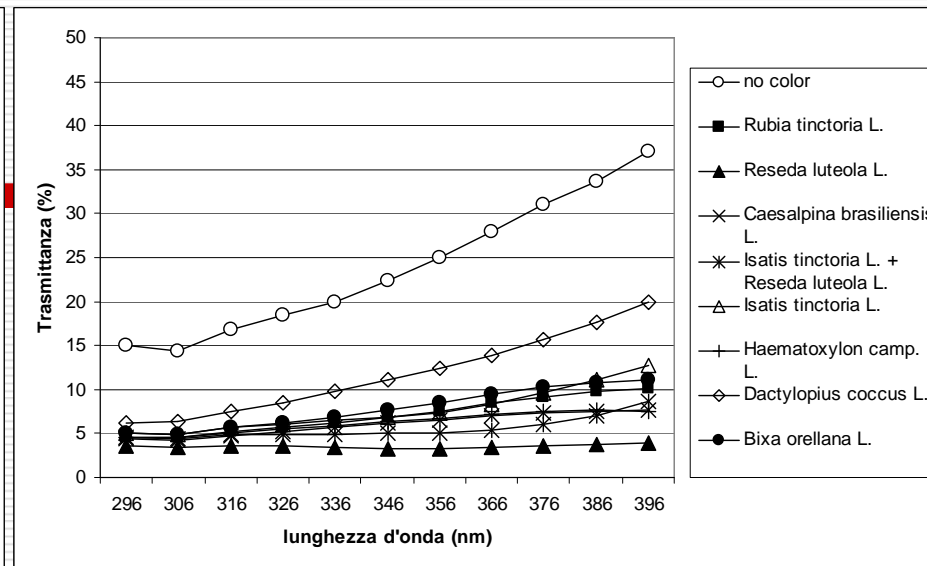
- Trattamenti che modificano la porosità dei tessuti ovviamente ne modificano anche le caratteristiche di protezione UV: così se le fibre vengono in vario modo stirate tende ad aumentare la porosità del tessuto. Ciò può avvenire per esempio anche indossando indumento troppo stretti per la propria taglia. Ovviamente è vero anche il contrario.
-

Colore

- ❑ **Il colore ha una positiva efficacia protettiva a patto che il cover factor del tessuto sia $>$ al 93%.**
 - ❑ **In linea di massima possiamo dire che i colori più scuri sono quelli che concorrono a dare un maggior grado di protezione al tessuto come riscontrato tipicamente per il nero e il blu; ciò anche in relazione al fatto che assorbendo più efficacemente la radiazione che colpisce le fibre su cui sono applicati riduce la componente che viene diffusa in tutte le direzioni quindi anche verso l'interno del tessuto e verso la pelle.**
 - ❑ **Maggiore è la quantità di colorante maggiore è la sua efficacia. In ogni caso le capacità UV assorbenti delle essenze coloranti possono manifestarsi anche in assenza di colorazione scura; in questo caso è la composizione chimica del colorante che determina una riduzione nella trasmissione dell'UV (esistono essenze coloranti ricche, ad esempio in flavonoidi, che notoriamente hanno caratteristiche di elevato assorbimento dell'UV).**
 - ❑ **In sostanza il colore agisce in funzione delle sue caratteristiche chimico-fisiche sulla trasmittanza spettrale dei tessuti come mostra la figura seguente.**
-



cotone



canapa

Spettri di trasmittanza per tessuto di cotone (a) e canapa (b) non colorato e colorato con essenze naturali

Additivi

- Sono state identificate sostanze non propriamente coloranti che conferiscono ai tessuti alte caratteristiche di protezione UV, tra queste una menzione particolare merita l'ossido di titanio, TiO_2 .
 - Questa molecola ha un alto poter assorbente nella banda UV come risulta infatti dal suo uso anche in alcune creme solari.
 - Grazie all'uso di tali composti anche i tessuti di cotone (caratterizzati da alti parametri di confort termoudometrico) possono raggiungere valori molto alti dell'indice di protezione ed è stata dimostrata la persistenza di tale caratteristica anche dopo più di 50 lavaggi a macchina.
-

Umidità

- Se il tessuto è bagnato perde in parte le sue proprietà protettive in ragione del fatto che la presenza di acqua con un indice di rifrazione assai diverso da quello dell'aria favorirebbe la trasmissione della radiazione. Tessuti di cotone, molto idrofilo, risentono quindi maggiormente di questo fattore passando per esempio da un UPF di oltre 50 a uno di 32.
-

Forma

- ❑ Questo parametro si riferisce in modo particolare
- ❑ Cappelli con visiera (baseball) non proteggono il collo e il viso (naso, occhi e



baseball) non
il collo
nte, occhi e

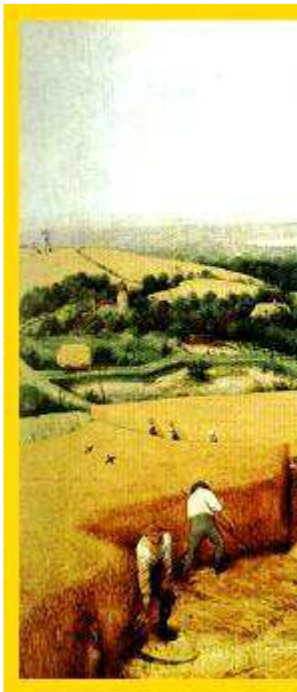
In conclusione...

- Gli indumenti possono effettivamente rappresentare un importante elemento di protezione dal rischio di sovraesposizione alla RUV a patto che siano caratterizzati da un UPF almeno superiore a 15.
 - Il valore di UPF di ogni capo di abbigliamento è determinato da molti fattori per cui risulta difficile *a priori* dare indicazioni definitive in mancanza di una certificazione del capo rilasciata dopo analisi di laboratorio che prendano in considerazione il peso di ciascuno dei fattori sopra discussi.
-

In conclusione...

- Una maglietta in cotone (molto confortevole da indossare in estate) può avere valori molto diversi di UPF in funzione della densità del tessuto e del colore o additivo applicato.
 - Capi in poliestere, o che contengano alte percentuali di questo tipo di fibra, risentono molto meno della variabilità che gli altri fattori possono esercitare ma il loro basso grado di confort estivo li rende poco apprezzati e quindi praticamente inutilizzabili.
 - Recentemente risultati molto incoraggianti hanno dato test effettuati di tessuti di cotone e lino tinteggiati con coloranti di origine naturale (e quindi anche a basso grado di allergenicità) come il reseda (*reseda luteola L.*). Resta tuttavia ancora da valutare la persistenza di queste caratteristiche nel tempo.
-

... è anche una questione di cultura



Grazie a:



Daniele Grifoni



Giulia Carreras



Francesco Sabatini