



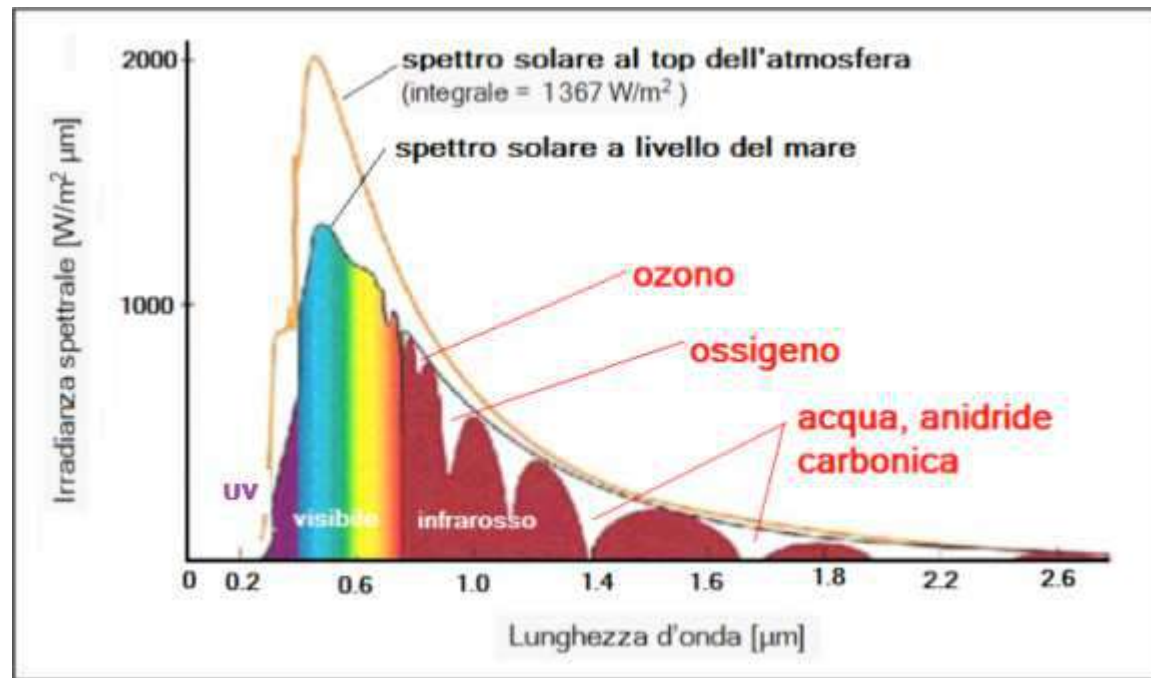
Valutazione del rischio per lavoratori esposti a radiazione ultravioletta naturale in ambiente esterno

Giovanni d'Amore – Arpa Piemonte
Dipartimento Rischi Fisici e
Tecnologici



Il **Sole** è la più importante sorgente di radiazione UV, emette come un corpo nero a $T=5800$ K.

λ_{Imax} di emissione = 500 nm, per l'assorbimento in atmosfera λ_{Imax} 600 nm.



Nel 2009 la radiazione UV solare è stata classificata dallo IARC agente cancerogeno certo



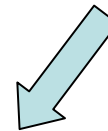
D.Lgs.n. 81, Titolo VIII Capo V

Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a radiazioni ottiche artificiali

VENGONO ESPLICITAMENTE ESCLUSE LE RADIAZIONI OTTICHE NATURALI

La radiazione solare è nel gruppo dei cancerogeni certi per l'uomo indicati dalla IARC - International Agency for Research on Cancer

l'art.28 impone la valutazione di *"...tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori..."*.



Obbligo del datore di lavoro ad effettuare una valutazione dei rischi in tutti quei casi nei quali il processo lavorativo o la mansione comportino una significativa esposizione del lavoratore alla radiazione solare



Elenco delle attività che possono comportare elevato rischio di esposizione a radiazione UV solare

Lavorazioni agricole - forestali	Floricoltura - giardinaggio	Bagnini	Istruttori di sport all'aperto
edilizia e cantieristica stardale-ferroviaria-navale	lavorazioni in cave e miniere a cielo aperto	Pesca, lavori a bordo di imbarcazioni, attività portuali	addetti alle attività di ricerca e stoccaggio idrocarburi

Elenco delle attività che possono comportare rischio di esposizione a radiazione UV solare

Parcheggiatori	Operatori ecologici-netturbini	Addetti a lavorazioni all'aperto e piazzali	manutenzioni linee elettriche ed idrauliche esterne
Rifornimento carburante stradale e aeroportuale	Portalettere-recapito spedizioni	Polizia municipale-forze ordine-militari	Manutenzioni piscine

Fonte: portale agenti fisici



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le modalità con cui eseguire la valutazione del rischio da esposizione solare non è stabilita nel decreto. E' pertanto possibile seguire le indicazioni riportate nel decreto 81 per le sorgenti di ROA o la norma UNI EN 14255-3

Decreto 81/08

H_s : esposizione radiante pesata rispetto allo spettro ad azione $S(\lambda)$

H_{UVA} : esposizione radiante UVA

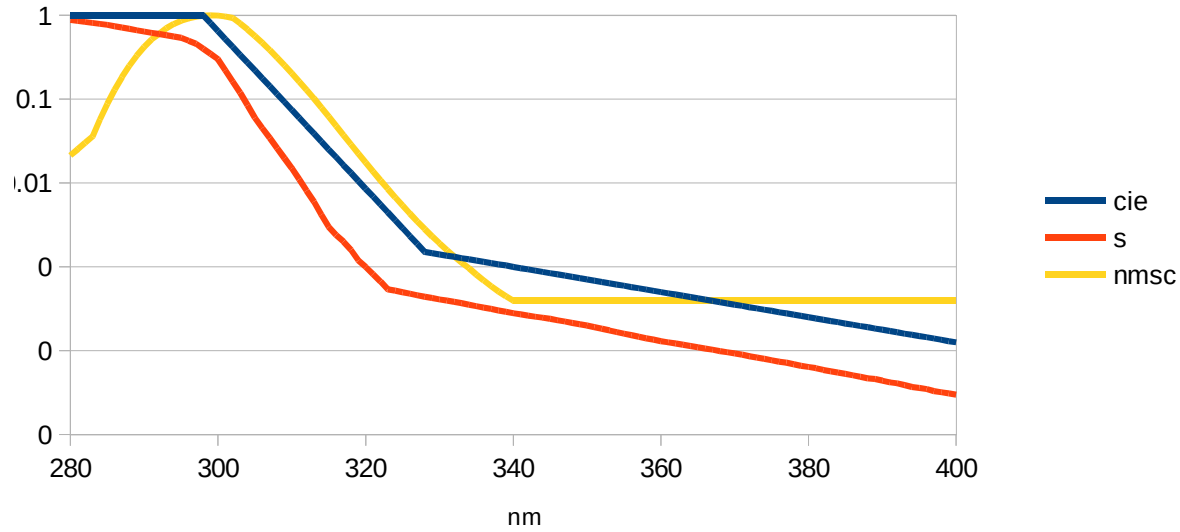
Norma UNI EN 14255-3

H_{CIE} : esposizione radiante pesata rispetto allo spettro ad azione eritemale CIE (λ)

H_{NMSC} : esposizione radiante pesata rispetto allo spettro ad azione NMSC (λ) (Non-Melanoma Skin Cancer radiant exposure).



Spettri ad azione



Indicatori del rischio	Intervallo UV	Limite	Riferimento normativo
H_S	250-400 nm	30 J/m ² per 8 ore lavorative	Decreto Lgs 81/08
H_{UVA}	315-400 nm	10000 J/m ² per 8 ore lavorative	Decreto Lgs 81/08
H_{CIE}	250-400 nm	100 J/m ² per fototipo 1	SCCP/0949/05
H_{NMSC}	250-400 nm	25000 J/m ² annuali	CEI_EN_60335-2-27/2015



CALCOLO DEGLI INDICATORI

Il calcolo degli indicatori richiede che siano noti gli spettri di irradianza solare al suolo, funzione dello spettro di emissione solare e delle caratteristiche ottiche del mezzo attraversato (proprietà ottiche dell'atmosfera, coordinate geografiche, ora e giorno).

Gli spettri di irradianza sono stati valutati mediante un **modello di trasporto radiativo** (Libradtran)

- per 3 diversi livelli di ozono colonnare, 280 340 e 400 DU
- in condizioni di cielo sereno
- nell'intervallo orario 8 - 18, ogni 10 minuti

Dati in ingresso:

- lo spettro di emissione solare,
- le coordinate geografiche (Lat. 45.45 °- Long. 7.87°) e la quota (270m) della Città di Ivrea (TO)
- gli angoli solari zenitali
- l'albedo (0.15)
- la distribuzione di aerosol (standard),
- i valori di ozono colonnare,
- l'intervallo spettrale di calcolo (280nm – 400nm, passo 1nm)



Dati in uscita:

spettri di irradianza solare al suolo, irradianza dirette e diffusa

Calcolo degli indicatori

in due fasce orarie:

tipica giornata lavorativa senza pausa pranzo (8-12 e 14-18)

tipica giornata lavorativa inclusa pausa pranzo (8-18)

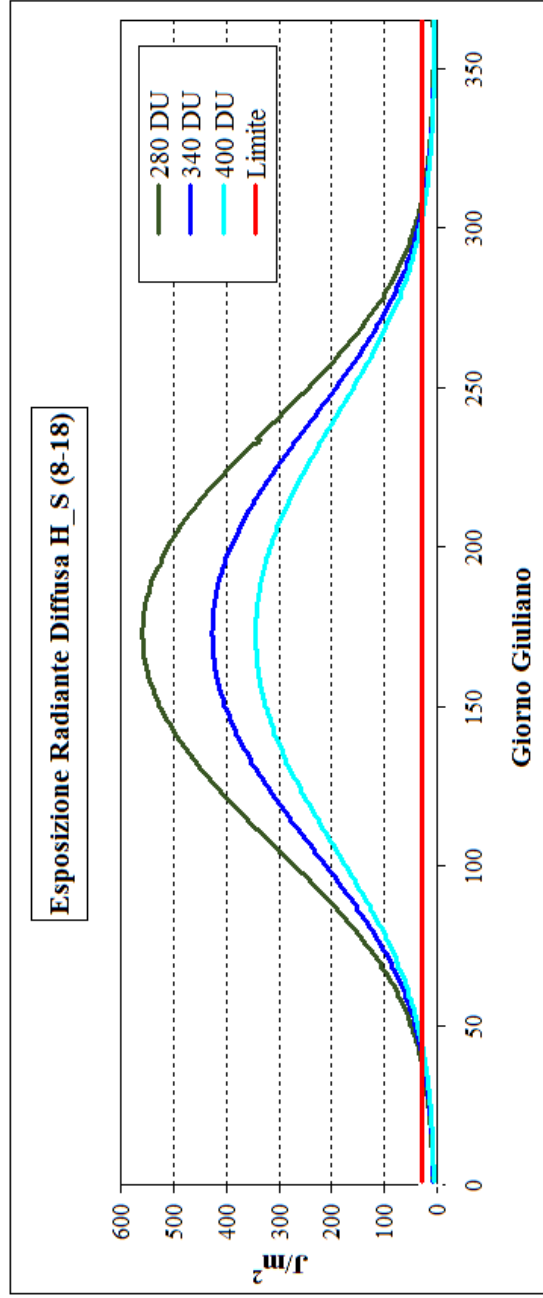
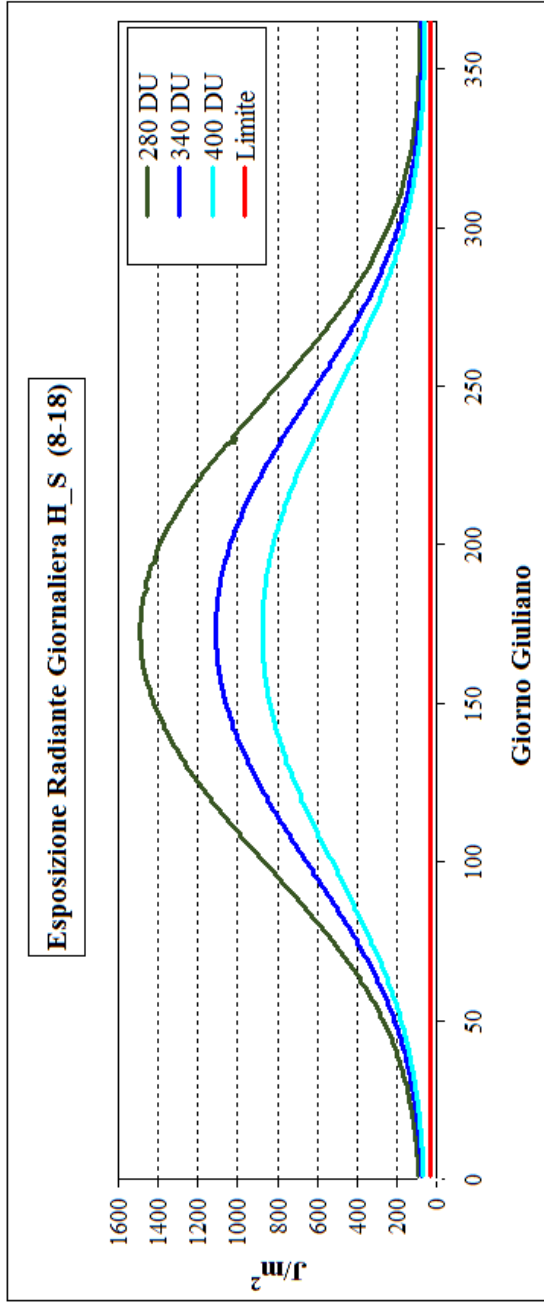
in due condizioni espositive

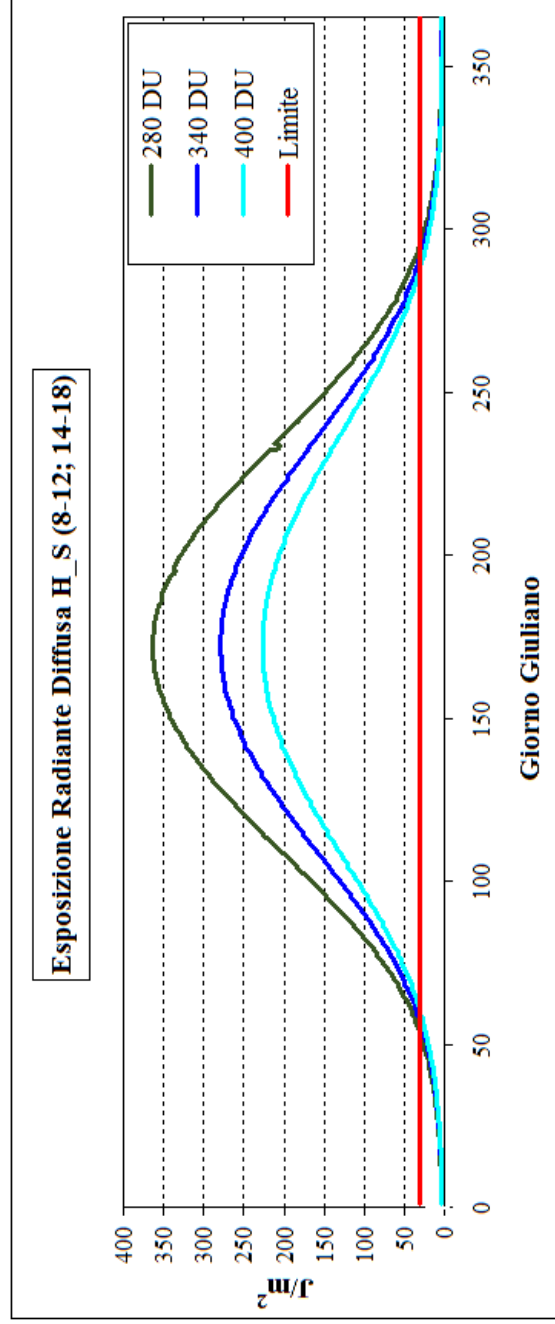
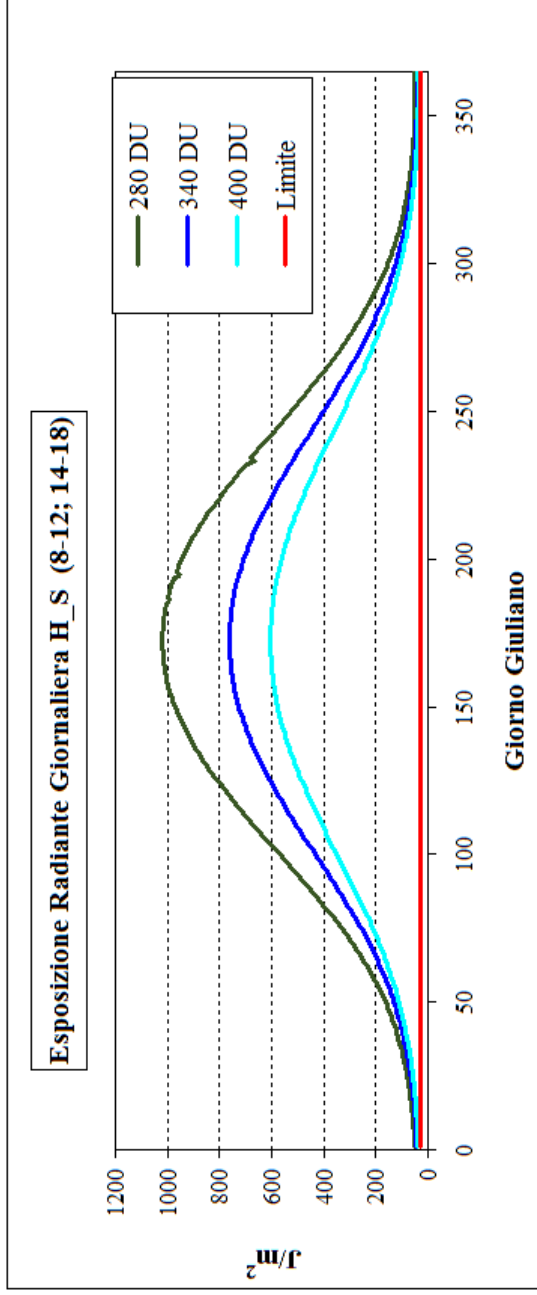
esposizione alla radiazione solare in ombra (irradianza diffusa)

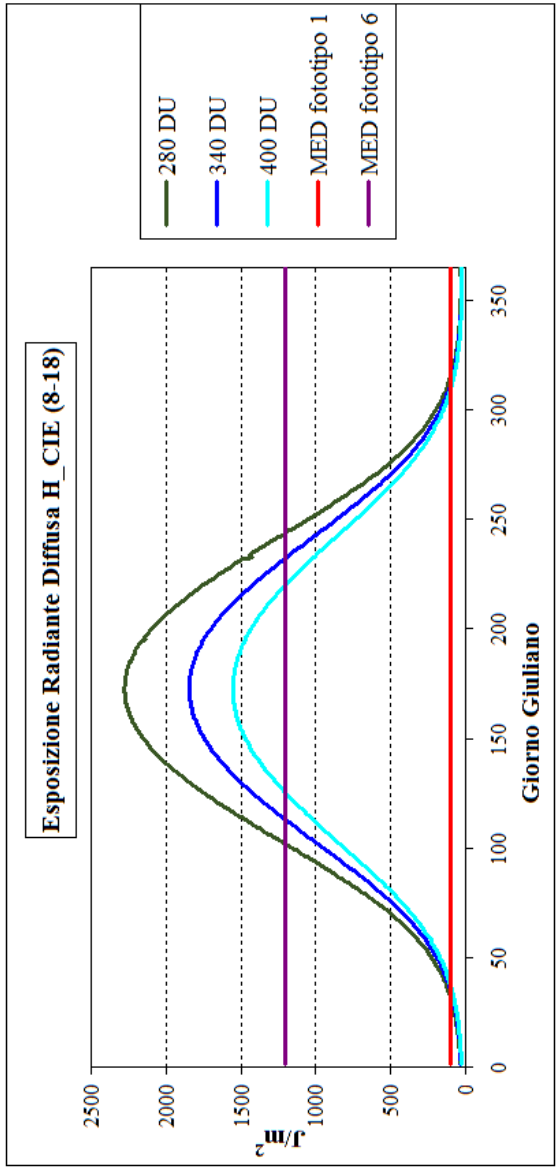
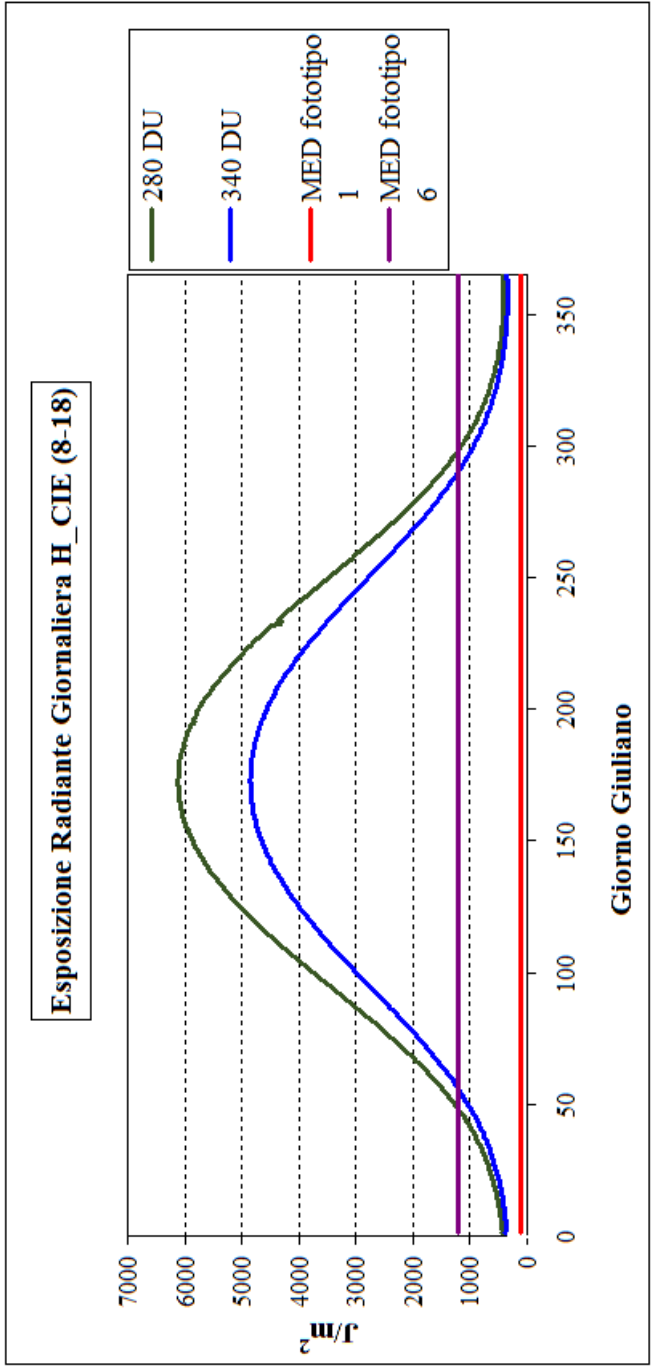
esposizione alla radiazione solare non in ombra (irradianza globale)

Valutazione dei livelli di esposizione cautelativa: in condizione di cielo sereno e rispetto ad una superficie orizzontale, senza tener conto delle reali condizioni di esposizione.

Un'analisi cautelativa è idonea in fase di valutazione dei rischi, tuttavia per avere dei livelli di esposizione più conformi alle reali condizioni lavorative sarebbe opportuno utilizzare dei metodi dosimetrici.

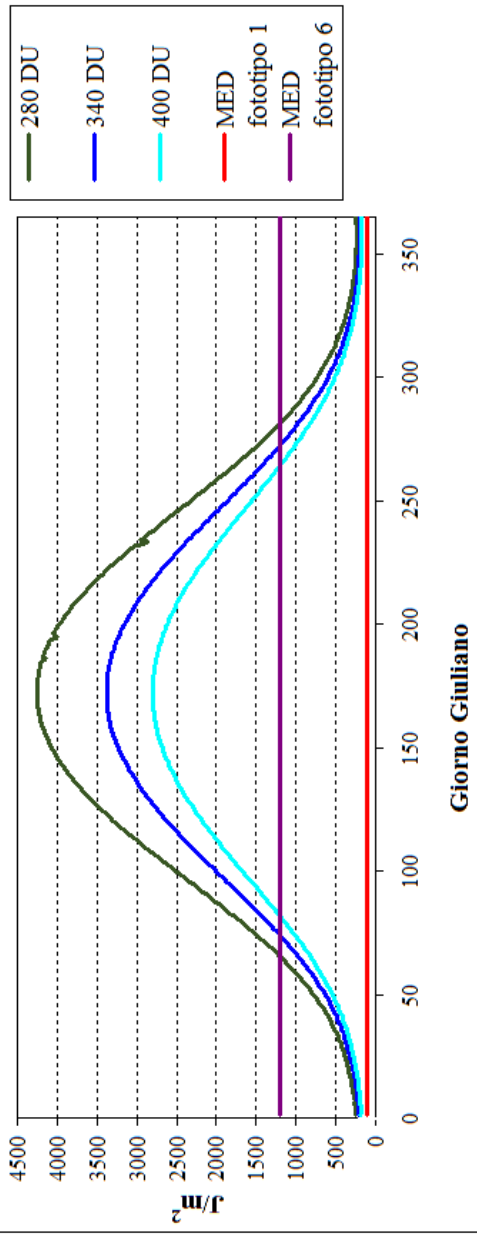




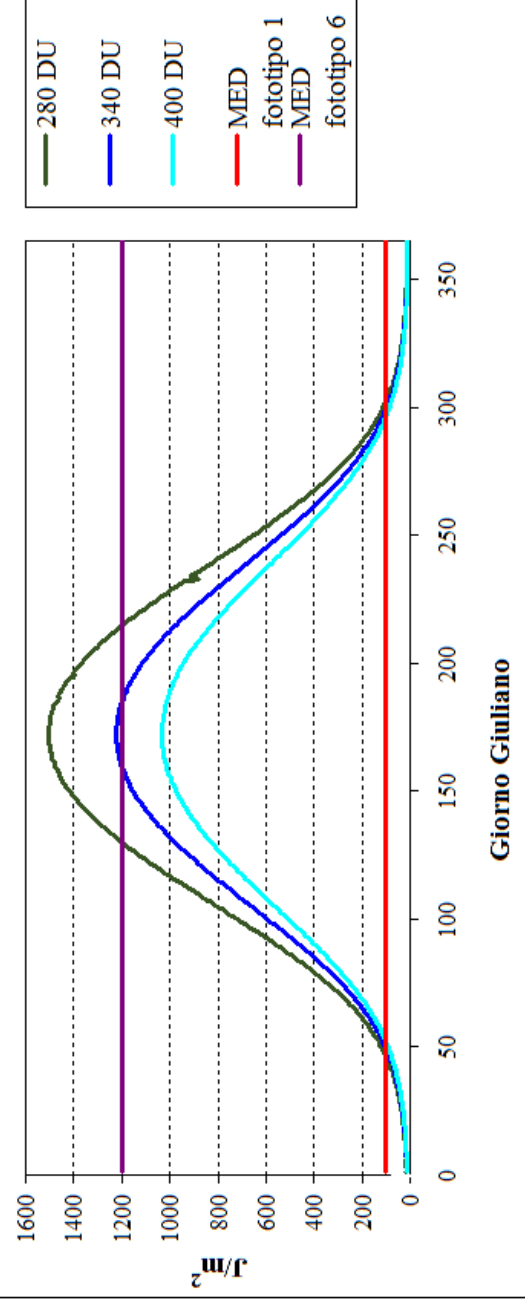


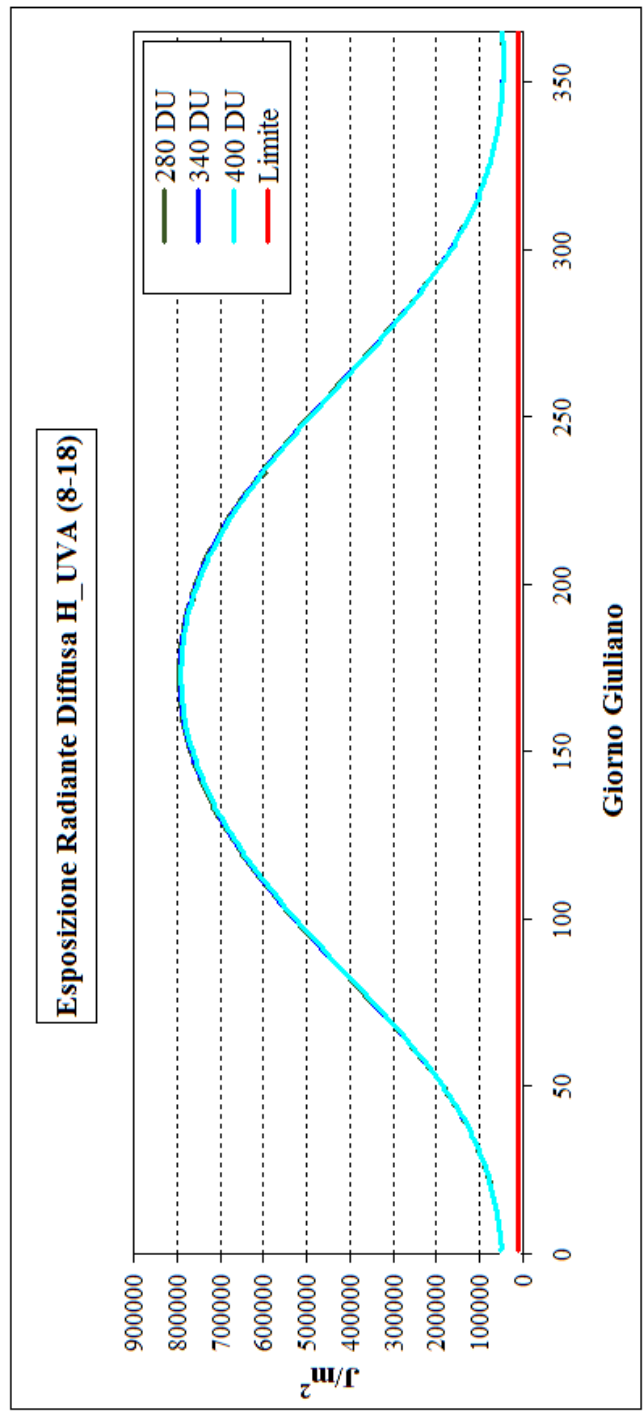
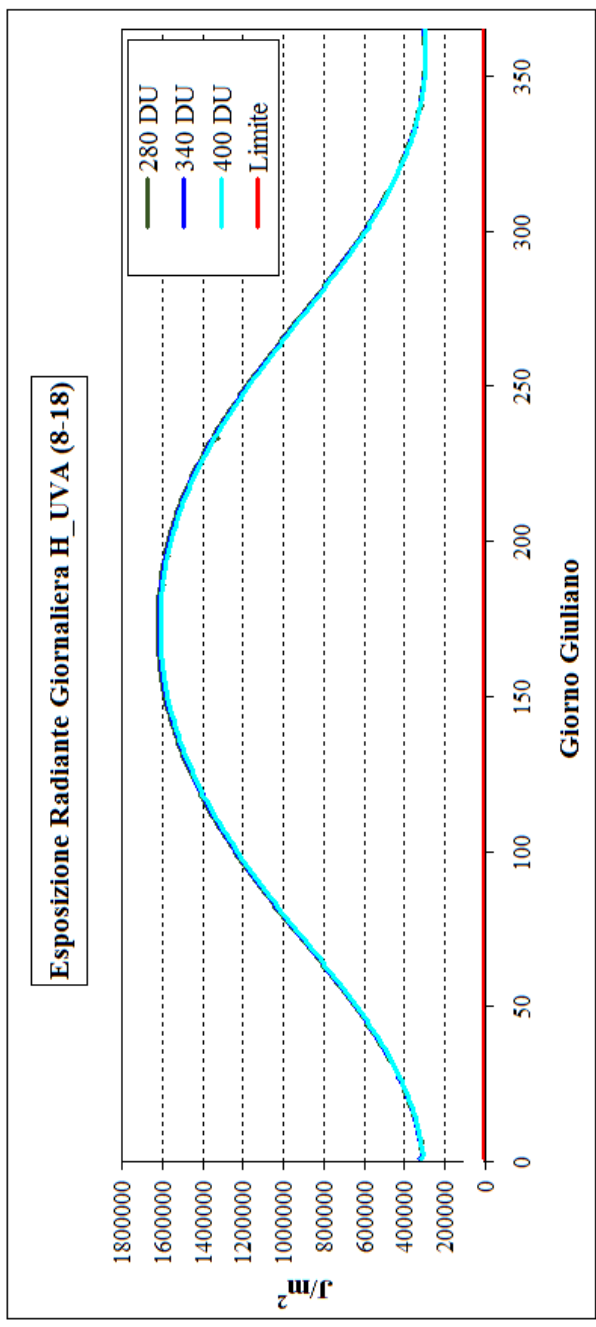


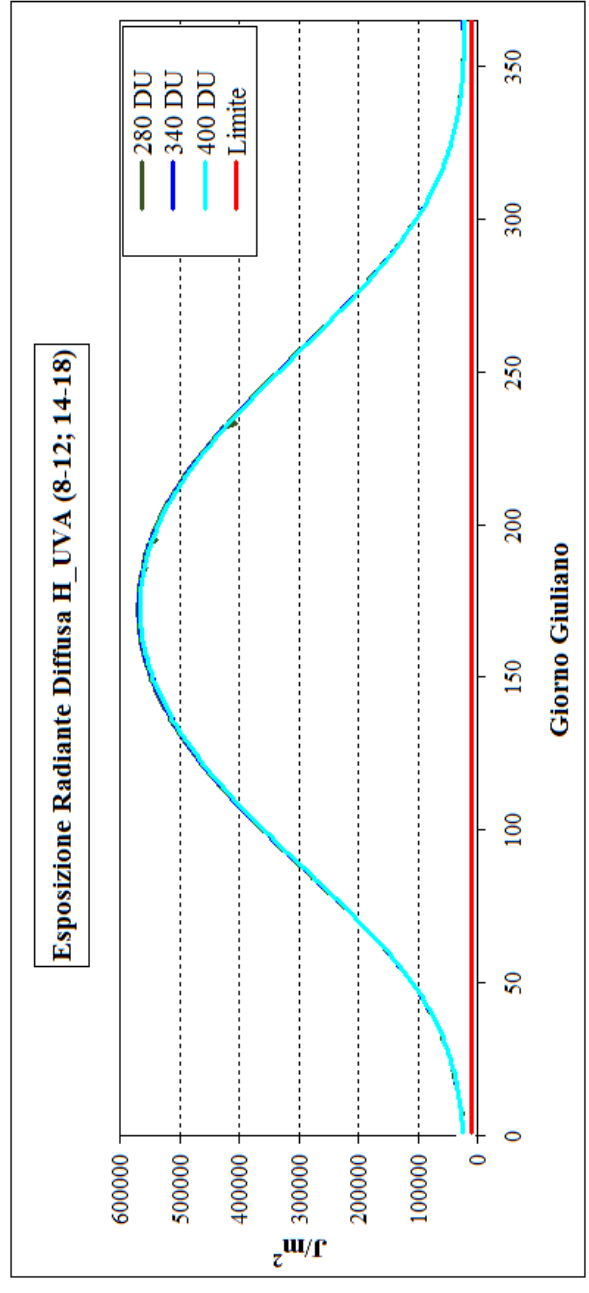
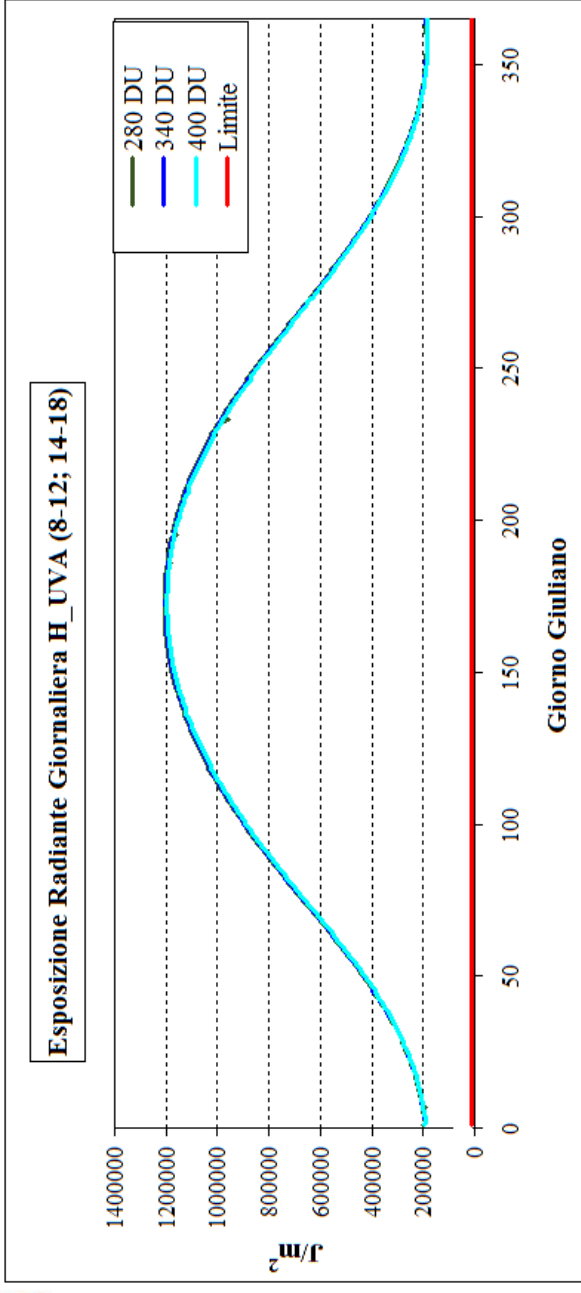
Esposizione Radiante Giornaliera H_CIE (8-12; 14-18)

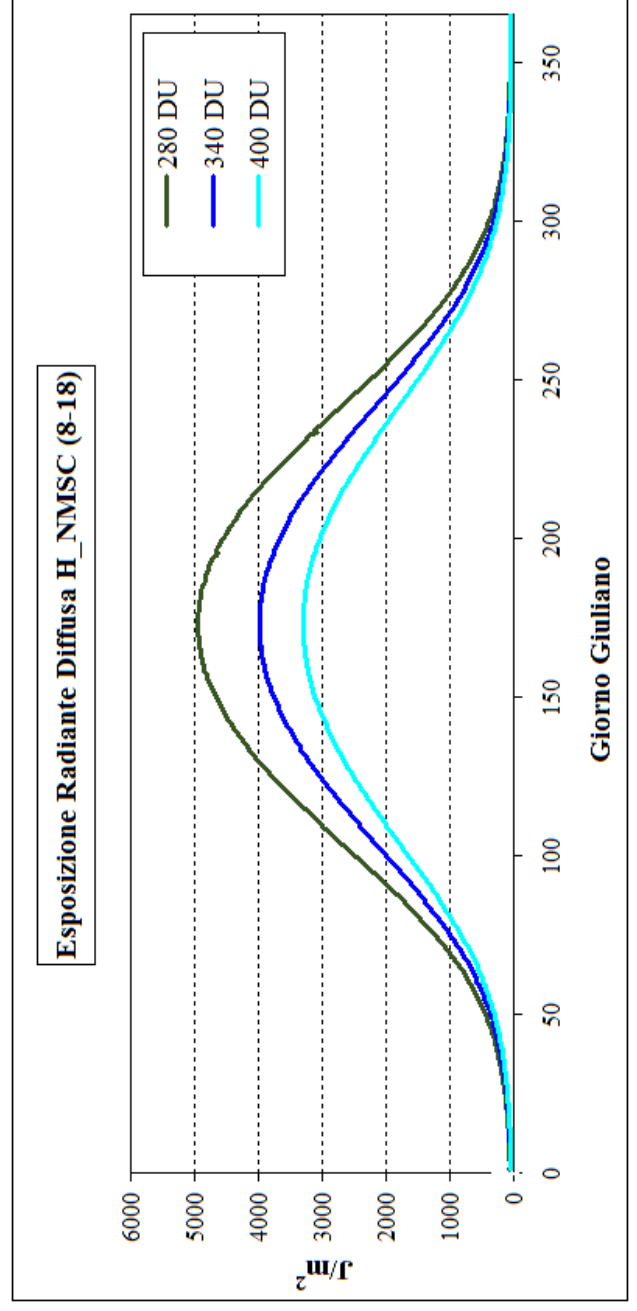
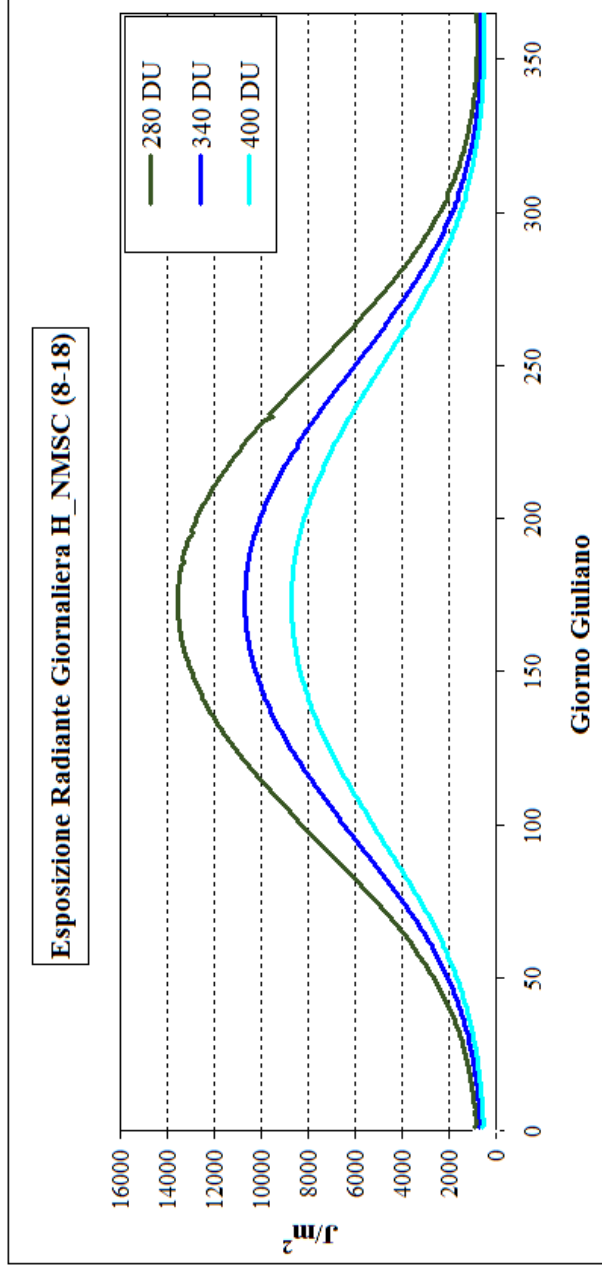


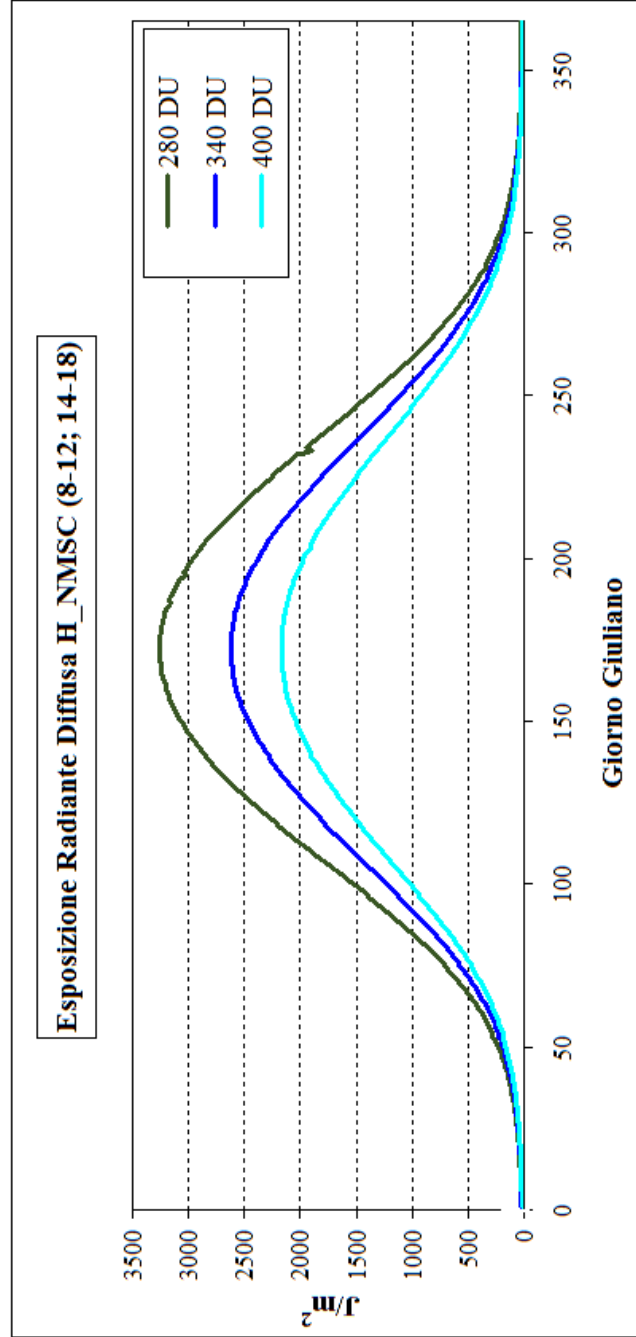
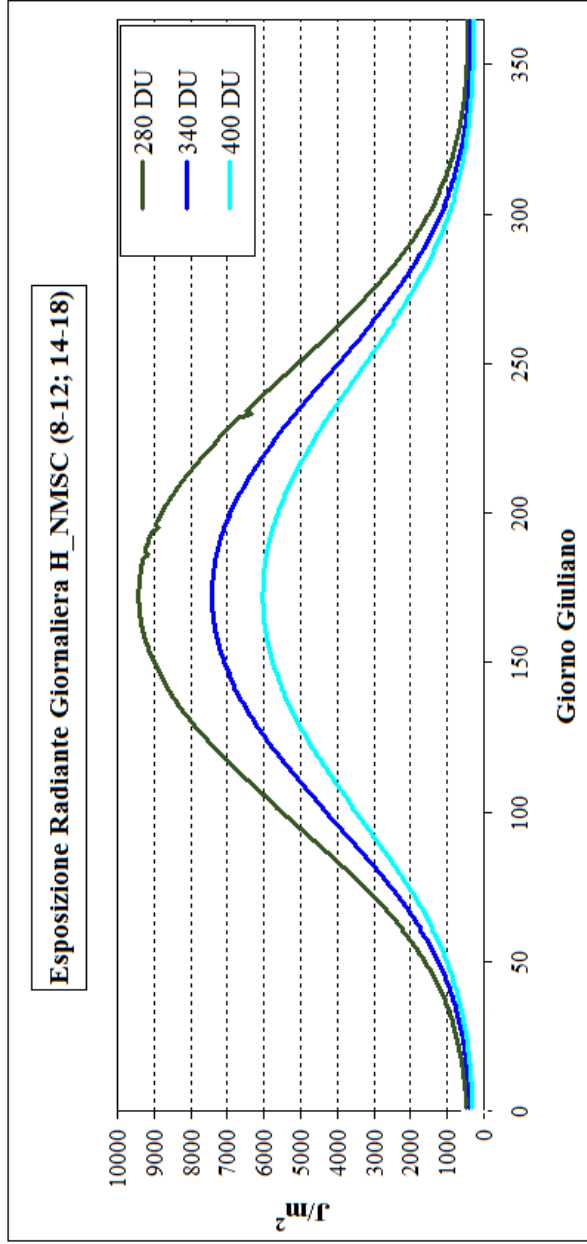
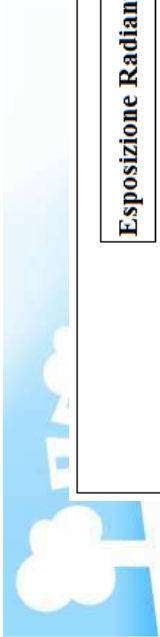
Esposizione Radiante Diffusa H_CIE (8-12; 14-18)













Indicatore	Numero giorni di superamento del limite											
	(8-12;14-18) Totale			(8-12;14-18) Diffusa			(8-18) Totale			(8-18) Diffusa		
	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU
H_{UVA}	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
H_S	365	365	365	259	251	245	365	365	365	285	279	273
H_{CIE}	365	365	365	271	265	259	365	365	365	301	293	289



Indicatore	Dose su 220 giorni lavorativi (kJ/m ²)												Limite kJ/m ²
	(8-12;14-18) Totale			(8-12;14-18) Diffusa			(8-18) Totale			(8-18) Diffusa			
	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU	280 DU	340 DU	400 DU	
H_{NMSC}	968	759	616	284	228	189	1441	1132	920	448	355	299	25



CONCLUSIONI

Nell'arco di tutto l'anno è possibile un importante superamento dei limiti di esposizione fissati dal Decreto Lgs. 81/08, delle minime dosi eritemali e della dose annuale NMSC. Questo superamento si può manifestare anche in condizioni di ombra e con spessore di ozono colonnare pari a 400 DU.

La valutazione dei livelli di esposizione effettuata è cautelativa, in quanto eseguita in condizione di cielo sereno e rispetto ad una superficie orizzontale. Non tiene pertanto conto delle reali condizioni di esposizione del lavoratore difficilmente modellizzabili. Tuttavia l'entità e la frequenza del superamento rendono evidente la necessità di proteggere i lavoratori in esterno con opportuni dispositivi di protezione individuali.