

SISTEMA DI FOTOPROTEZIONE SOLARE MEDIANTE ELABORAZIONE DI IMMAGINI OTTICHE SATELLITARI

Emilio SIMEONE (*), Fabrizio FLORE (*), Vanni NARDINO (*), Antonio MASI (*),
Ciro LANZETTA (*), Gaetano LICITRA (**), Diego PALAZZUOLI (**), Paolo GALLO (**),
Sara CARPINELLO (**)

(*) Flyby srl., via Puini 97 int.26, 57128 Livorno, Tel. 0586-505016, Fax 0586-587280, e-mail:
emilio.simeone@flyby.it

(**) ARPA Toscana, via N.Porpora, 50144 Firenze, Tel. 055-3206301, Fax 055-3206329, e-mail:
g.licitra@arpat.toscana.it

Riassunto. Il servizio pubblico MEDSUN, fornito da Flyby su Internet e via SMS durante l'Estate 2005 in aree costiere selezionate in Toscana e Sicilia e supervisionato dalle rispettive agenzie ARPA regionali, ha aiutato la popolazione turistica a prevenire eritemi solari dovuti ad un'eccessiva esposizione al sole, suggerendo loro i tempi di esposizione e la crema protettiva da adottare. I principali aspetti innovativi del servizio sono consistiti nella determinazione dell'indice UV (UVI) in tempo reale mediante dati satellitari e nella determinazione della sensibilità personale alla radiazione UV mediante un apposito questionario.

Abstract. The MEDSUN public service, delivered by Flyby on the Internet and via SMS during Summer 2005 in selected coastal areas in Tuscany and Sicily and supervised by the respective regional ARPA agencies, has helped tourist people in preventing solar erythema due to an excessive exposure to sun, suggesting them the exposure times and the protective sunscreen to adopt. The main innovative aspects of the service consisted in the determination of UV index (UVI) in real time by means of satellite data and in the determination of personal sensitivity to UV radiation by means of a dedicated questionnaire.

Introduzione

Dal 1 Agosto al 15 Settembre 2005 Flyby s.r.l. ha fornito un servizio al pubblico denominato MEDSUN il cui scopo principale è stato quello di aiutare la popolazione (specialmente i turisti) ad evitare scottature dovute a un'eccessiva esposizione al sole, suggerendo, in tempo reale, i tempi per un'esposizione sicura ed il fattore protettivo della crema da usare. Il servizio è stato a disposizione gratuitamente al pubblico sul sito Internet www.medsun.it e in modalità sperimentale su telefonia cellulare via SMS solo per personale ARPA autorizzato. Il servizio ha interessato aree costiere selezionate della Toscana (da Marina di Carrara a Rosignano Solvay, più parte delle Alpi Apuane) e della Sicilia (Golfo di Palermo, da Capo Gallo a Capo Zafferano) ed è stato supervisionato dalle rispettive Agenzie Regionali di Protezione Ambientale, ARPA Toscana (ARPAT) ed ARPA Sicilia. La supervisione da parte delle agenzie ARPA (in particolare di ARPAT) è consistita nella verifica degli standard utilizzati (es. UVI), nella verifica dei metodi usati per la presentazione delle informazioni (es. interfaccia web) e nel confronto tra il dato UVI calcolato tramite satellite e la misura dello stesso dato effettuata a terra mediante radiometro UV di riferimento calibrato secondo standard NIST. Il servizio MEDSUN rientra in una serie di attività svolte da partners europei all'interno del progetto PROMOTE, finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), iniziativa congiunta della Commissione Europea e dell'Agenzia Spaziale Europea.

Metodi sperimentali

L'indice UV a terra è stato calcolato in accordo con gli standards del *World Meteorological Organization* (WMO) e *World Health Organization* (WHO) ed è stato determinato usando dati dedotti da telerilevamento satellitare, come la concentrazione di ozono e la copertura nuvolosa, oltre all'albedo spettrale UV del terreno e a una valutazione dell'aerosol atmosferico (Wuttke et al., 2003) (Arola et al., 2002). L'ozono è stato ottenuto dal satellite *Sciamachy/ENVISAT* e reso disponibile dal Reale Istituto Olandese di Meteorologia (KNMI), partner di Flyby nel progetto PROMOTE, mentre la copertura nuvolosa e gli altri parametri geofisici e atmosferici utilizzati per il calcolo della radiazione UV al suolo sono stati ottenuti dall'analisi delle immagini multispettrali del satellite MSG-1 (*Meteosat Second Generation*). Le immagini di MSG-1 sono state acquisite tramite link satellitare ed elaborate in tempo reale da Flyby, presso la sede di Livorno (vedi Figura 1).

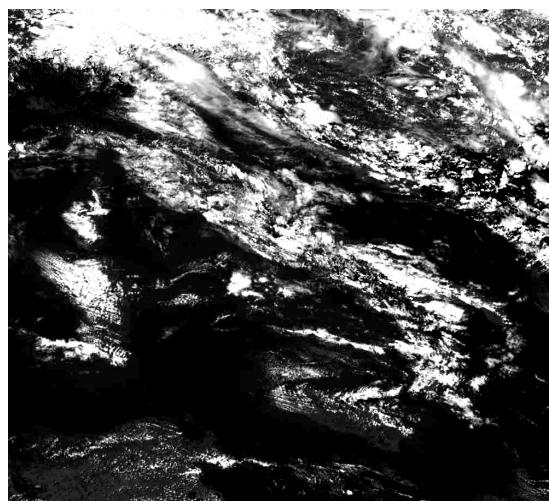


Figura 1 : immagine MSG-1 dell'Italia, elaborata per la valutazione delle caratteristiche ottiche della copertura nuvolosa nella regione UV

I valori di albedo spettrale UV per i principali tipi di superficie sono stati misurati da ARPAT usando uno spettroradiometro UV-VIS (modello SpectrAIR, Flyby s.r.l.) mostrato in Figura 2.



SpectrAIR

- Risoluzione spettrale: 0.5 nm
- Range spettrale: 290-850 nm
- Accuratezza UV: 8% (NIST)
- Shutter ottico integrato per automazione sottrazione rumore di fondo
- Interfaccia USB
- SW SpectrAIR per Windows
- Diffusore lambertiano con finestra al quarzo
- Fibra ottica 400 micron in quarzo con trattamento anti-solarizzazione

Figura 2 : spettroradiometro SpectrAIR (Flyby) utilizzato per misure di albedo del suolo

Due tipiche curve di albedo sono mostrate in Figura 3.

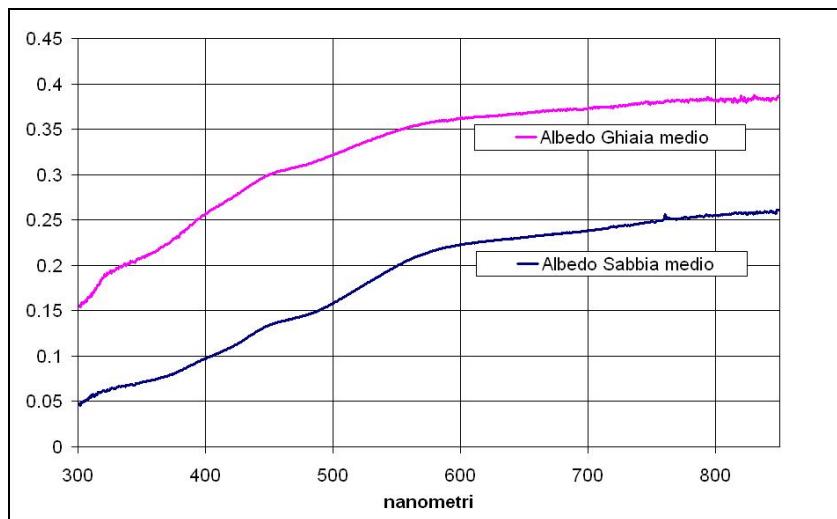


Figura 3 : due curve di albedo misurate con SpectraAIR

Una procedura basata su un Modello di Trasferimento Radiativo (RTM) è stata messa a punto appositamente per determinare il valore dell'indice UV a terra con la risoluzione spaziale di 1 km, includendo l'effetto dovuto all'aerosol atmosferico secondo un modello stagionale in atmosfera standard. La quantità di radiazione UV incidente sulla persona è stata ulteriormente precisata tenendo conto dell'altitudine della località selezionata e dell'albedo UV del terreno circostante per includere il contributo della radiazione riflessa.

La quantità "effettiva" di radiazione UV è stata quindi correlata con la dose eritemica minima (MED) personale per ottenere il massimo tempo di esposizione consigliabile.

Il fototipo e il valore MED personali sono stati determinati mediante un sistema esperto basato su un breve questionario di nove domande riguardanti ad esempio il colore degli occhi e della pelle, l'eredità genetica, la predisposizione all'abbronzatura o alla scottatura, sviluppato a partire da criteri consolidati ed utilizzati in fotodermatologia (Weinstock, 1992).

Due sono stati i tempi di esposizione sicura suggeriti all'utente: uno relativo all'utilizzo di crema protettiva con fattore SPF (standard COLIPA) selezionato dall'utente e l'altro relativo all'esposizione senza uso di crema protettiva. Come misura cautelativa è stato anche considerato il fatto che normalmente la persona che si espone al sole non utilizza una sufficiente quantità di crema protettiva per ottenere il fattore SPF dichiarato.

La validità delle informazioni dipendenti dall'UVI calcolato è stata verificata tramite misure dirette della radiazione UV a terra effettuate da ARPAT mediante un radiometro a banda larga avente accuratezza del 7% e comportamento Lambertiano ideale fino a 85 gradi di angolo di incidenza (calibrazione secondo standard NIST).

Risultati e discussione

Ad ogni utente che si collegava al sito www.medsun.it, anche senza registrarsi, veniva offerta una ampia scelta di informazioni:

- una informazione generale ed approfondita sulla radiazione UV e i suoi effetti per la salute
- i valori dell'indice UV visualizzati a colori sulla mappa dell'area servita (Figura 4)
- il grafico dell'andamento giornaliero dell'indice UV per varie località selezionabili (Figura 5)

Ad ogni utente che si registrava veniva chiesto di fornire alcuni dati personali (età, sesso) e di rispondere al questionario dermatologico, grazie al quale era possibile fornire all'utente gli aspetti più significativi del servizio, cioè:

- la previsione del tempo di esposizione fino a 4 ore dal momento presente
- il fattore SPF consigliato per la crema protettiva, secondo le raccomandazioni della Commissione Europea (WG4 COST-713, 2000).

L'indice UV è stato valutato in tempo reale ogni 15 minuti, sulla base della disponibilità delle immagini MSG-1, con in più una previsione a brevissimo termine (nowcasting) ogni 3 minuti per coprire l'intervallo tra una osservazione satellitare e la successiva.

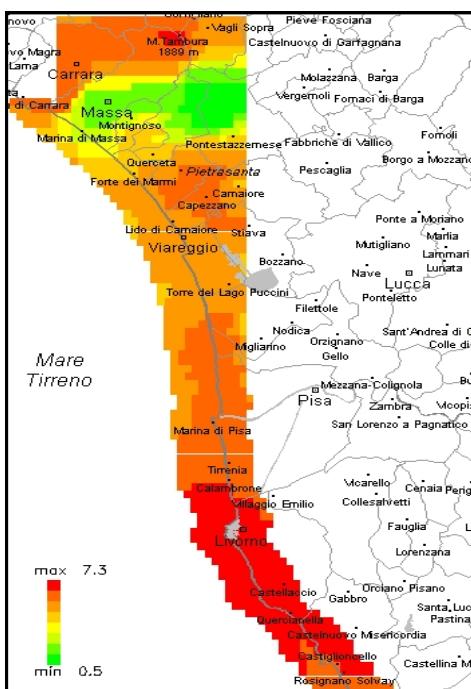


Figura 4 : mappa UVI della costa Toscana (11-8-2005, ore 13:00)

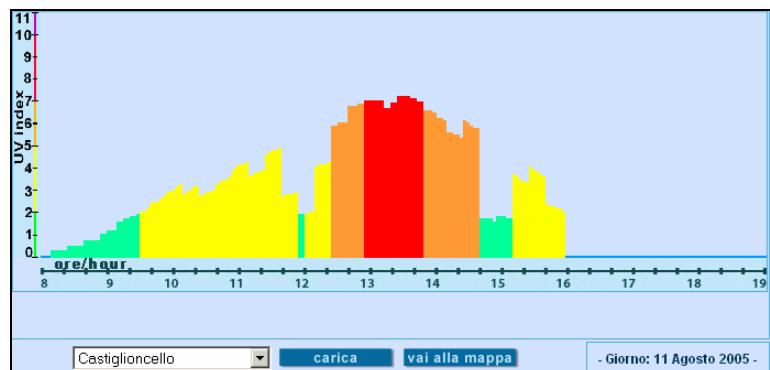


Figura 5 : grafico UVI di una località della Toscana (11-8-2005)

Il confronto tra l'indice UV calcolato in base ai dati satellitari e i valori ottenuti con misure al suolo eseguite da ARPAT in Livorno con il radiometro di riferimento, mostra un accordo migliore del 16% nel caso di angolo solare azimutale inferiore a 40°, includendo anche i casi più critici di cielo parzialmente nuvoloso. In Figura 6 è mostrato tale confronto, insieme agli errori associati.

Il parametro più critico da determinare è stato ovviamente il tempo di esposizione sicura, che dipendeva, oltre che dall'indice UV, anche dal MED dell'utente, dalle caratteristiche riflettenti della superficie circostante e dal fatto che, nel caso di previsione per un istante successivo a quello attuale, si assumeva che le condizioni meteo rimanessero invariate rispetto a quelle presenti durante l'ultima valutazione dell'indice UV (vedi Figura 7).

L'accuratezza media relativa alla valutazione del MED fatta dal sistema esperto, dedotta dal confronto con un fototest strumentale eseguito su 30 volontari adulti, è risultata migliore del 16%. Per tenere conto della radiazione riflessa dall'ambiente circostante, l'utente poteva scegliere tra vari tipi di superficie, come, ad esempio, scogliera, sabbia chiara, sabbia scura, mare aperto, neve, etc., ognuna associata a uno specifico valore di albedo UV.

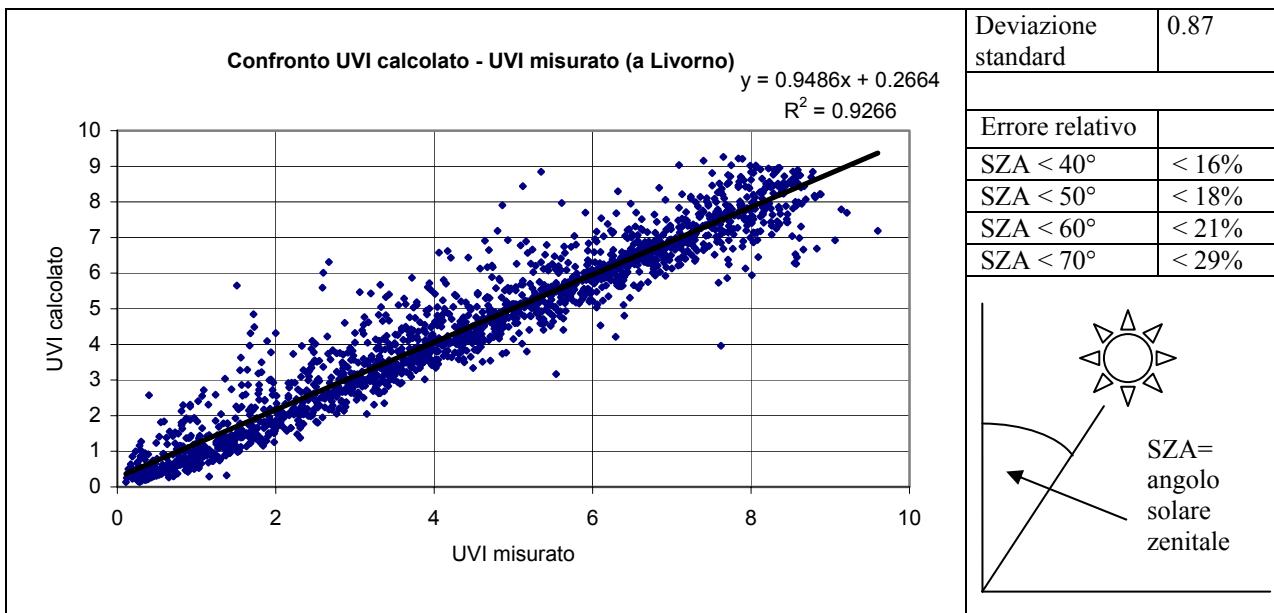


Figura 6 : confronto tra UVI calcolato e misurato (a Livorno) ed errori associati

PIANIFICAZIONE ESPOSIZIONE AL SOLE PER LA LOCALITÀ SELEZIONATA
(tempi validi per condizioni meteo invariate rispetto all'ultima misura)

Ora odierna di inizio esposizione: 13 ▾ 40 ▾ - Sei vicino a: Sabbia chiara ▾	calcola
Tempo di esposizione massimo SENZA crema	30 minuti
Tempo di esposizione massimo CON crema (fattore di protezione 4 ▾)	63 minuti
Crema consigliata per l'ora di inizio (con indice UV=7 e tuo fototipo=III) Fascia di protezione della crema fotoprotettiva	FATTORE PROTEZIONE = 30 Molto alta

Figura 7 : pannello informativo relativo alla previsione del tempo di esposizione sicura

Conclusioni

Il servizio MEDSUN è stato utilizzato su Internet da 3485 utenti nell'arco di un mese e mezzo.

Il servizio è stato attivo anche via SMS, a disposizione di personale ARPA autorizzato e di un numero limitato di volontari che hanno accettato di servirsene a scopo sperimentale e dimostrativo. Gli utenti che hanno provato il servizio via SMS hanno dichiarato di apprezzare la possibilità di ottenere in tempo reale le informazioni personalizzate, direttamente sul luogo in cui si esponevano al sole (vedi Figura 8).

I risultati ottenuti dal servizio MEDSUN durante l'Estate 2005 confermano le precedenti campagne sperimentali (Monfrecola et al., 2004) e ribadiscono l'utilità di questo nuovo mezzo di facile uso, particolarmente efficace nell'educare la popolazione residente e turistica alla conoscenza dello standard internazionale di intensità della radiazione UV responsabile dei danni dermatologici (indice UV) ed alla consapevolezza dei rischi legati a un'eccessiva esposizione al sole.



Figura 8 : utente durante l'utilizzo del servizio MEDSUN sul proprio cellulare, in Versilia

L'utilizzo integrato di diversi sensori satellitari ha permesso di fornire per la prima volta in Europa un servizio di fotoprotezione in tempo reale, personalizzato e disponibile su un area estesa, che è risultato decisamente gradito al turista, sia come mezzo di prevenzione sanitaria, sia come strumento per un rapporto più cosciente con l'ambiente.

Bibliografia

G.Monfrecola, G.Fabbrocini, A.Del Sorbo, E.Simeone (2004), “Prevenzione del danno solare mediante dosimetria ultravioletta personalizzata: una nuova metodica con l’uso di telefonia cellulare”, *Annali Italiani di Dermatologia Allergologica*,– 58:96-103

Sigrid Wuttke, Jean Verdebout and Gunther Seckmeyer (2003), “An Improved Algorithm for Satellite-derived UV Radiation”, *Photochemistry and Photobiology*, 77(1): 52–57

A.Arola, S.Kalliskota, P.N. den Outer, K.Edwardsen, G.Hansen, T.Koskela, T.J.Martin, J.Matthijsen, R.Meerkötter, P.Peeters, G.Seckmeyer, P.Simon, H.Slapier, P.Taalas, J.Verdebout (2002), “Assessment of four methods to estimate surface UV radiation using satellite data by comparison with ground measurements from four stations in Europe”, *J. Geophys. Res.*, 107, D16, (10.1029/2001JD000462), ACL 11-1.

Working Group 4 of the COST-713 Action (2000), “UV-Index for the Public - A guide for publication and interpretation of solar UV Index forecasts for the public”, *European Communities*, ISBN 92 828 81542 3.

M.A. Weinstock (1992), “Assessment of Sun Sensitivity by Questionnaire: validity of items and formulation of a prediction rule“, *J. Clin. Epidemiol.* Vol 45 , No 5.