

Radiazione ultravioletta solare



Indicatori (I) e Approfondimenti (A)		DPSIR	Valutazione dell'indicatore			Pag.
			Qualità dell'informazione	Giudizio di stato	Tendenza	
I	Irradianza ultravioletta solare	S/I	☺	N.A.	N.A.	292
I	Ozono colonnare	S	☺	N.A.	N.A.	296
A	Il dodicesimo Brewer Meeting - Aosta 21-26 settembre 2009					299

Irradianza ultravioletta solare

Il dato di irradianza ultravioletta solare viene presentato attraverso due diverse grandezze:

- l'indice ultravioletto o *UV-index*, che descrive l'intensità della radiazione UV nelle lunghezze d'onda minori (280-320 nm circa) e la sua capacità di dare origine a eritemi sull'epidermide umana. Tale numero, generalmente compreso tra 1 e 10, permette di valutare i rischi conseguenti ad una prolungata esposizione al sole, in base al fototipo di carnagione, e di adottare le adeguate misure di protezione. Formalmente, l'Indice UV è definito come il rapporto tra la misura dell'irradianza UV (la potenza ricevuta per unità di superficie), pesata secondo la curva di sensibilità della pelle umana (ponderazione eritemale), ed il valore standard di 25 mW/m². L'utilizzo di questo indice è stato raccomandato da importanti organizzazioni mondiali, quali l'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) e la World Meteorological Organization (WMO);
- l'irradianza ultravioletta nella banda UV-A (315-400 nm), dove la radiazione è meno efficace nel causare eritemi, ma complessivamente più energetica.

Le mappe di irradianza ultravioletta solare diffuse dall'ARPA Valle d'Aosta rappresentano principalmente il valore di indice ultravioletto sul territorio regionale.

Classificazione

Area tematica SINAnet
Tutela e prevenzione

Tema SINAnet
(*Ambiente e benessere*)

DPSIR
S/I

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

Qualità dell'informazione 

Giudizio di stato **N.A.**

Tendenza* **N.A.**

* Serie di dati misurati non ancora lunga a sufficienza per permettere l'individuazione di eventuali variazioni a lungo termine.

Riferimenti normativi

Normativa di riferimento
Non applicabile

Relazione con la normativa
Non applicabile

Livelli normativi di riferimento
Non applicabile

Copertura temporale e spaziale

Aggiornamento
31/12/2009

Periodicità di aggiornamento
L'irradianza ultravioletta solare è misurata in continuo nei siti di monitoraggio presenti sul territorio. Tali dati sono trasmessi al centro operativo dell'ARPA, elaborati e pubblicati sul web ogni 15 minuti

Copertura territoriale
L'irradianza UV è misurata in 3 siti:
- Saint-Christophe (570 m s.l.m.)
- La Thuile - Les Granges (1640 m s.l.m.)
- Plateau Rosa (Valtournenche, 3500 m s.l.m.)

L'uso di modelli matematici consente di estendere l'informazione all'intero territorio valdostano



Elaborazione e presentazione

L'ARPA prosegue un programma di monitoraggio le cui attività sono finalizzate a:

- avviare l'acquisizione di una serie storica di dati utili a valutare le tendenze a medio e lungo termine dell'irradiazione solare UV alla superficie terrestre, in connessione alle variazioni di ozono stratosferico;
- acquisire dati utili all'approfondimento delle conoscenze in materia di interazione tra la componente UV della radiazione solare e l'atmosfera, anche al fine di una migliore conoscenza delle dinamiche dello smog fotochimico;
- valutare l'esposizione alla radiazione UV solare di una molteplicità di soggetti che, per esigenze professionali o per svago, svolgono attività ad alta quota.

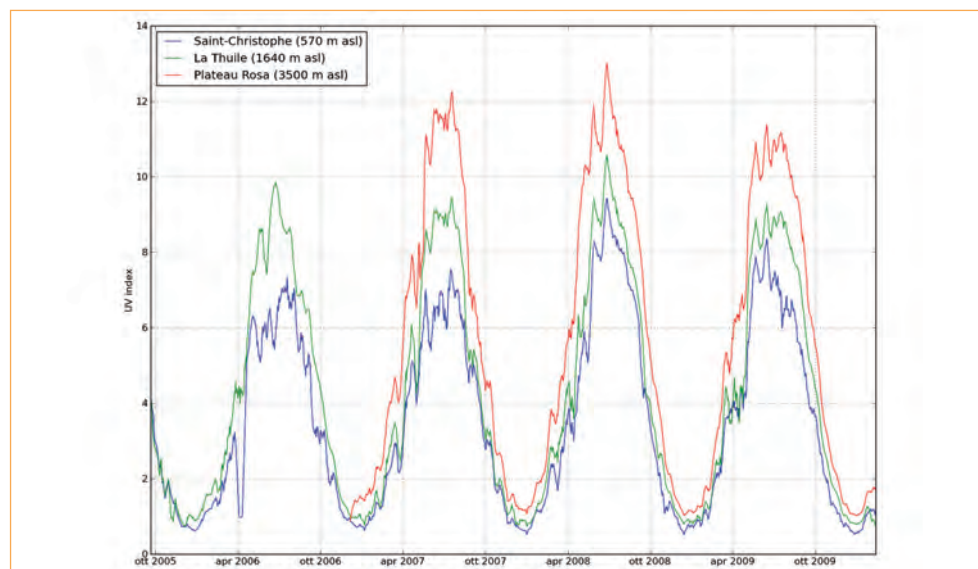
Il monitoraggio della radiazione ultravioletta è particolarmente importante in Valle d'Aosta, per l'altitudine media del territorio (l'irraggiamento UV cresce con la quota), per la notevole frazione della popolazione che svolge attività in alta quota, e per la presenza di neve al suolo per gran parte dell'anno, che, con il suo potere riflettente (albedo), aumenta l'esposizione a radiazione ultravioletta.

RETE DI MONITORAGGIO DELLA RADIAZIONE UV



La dislocazione dei siti di monitoraggio è dunque scelta per studiare al meglio il cosiddetto "effetto di altitudine": l'aumento dell'irradianza UV con la quota. L'effetto è dovuto, in quota, allo spessore minore di atmosfera attraversata dai raggi solari e quindi al minore assorbimento e alla presenza di neve al suolo, altamente riflettente e in grado di amplificare la dose di radiazione ricevuta.

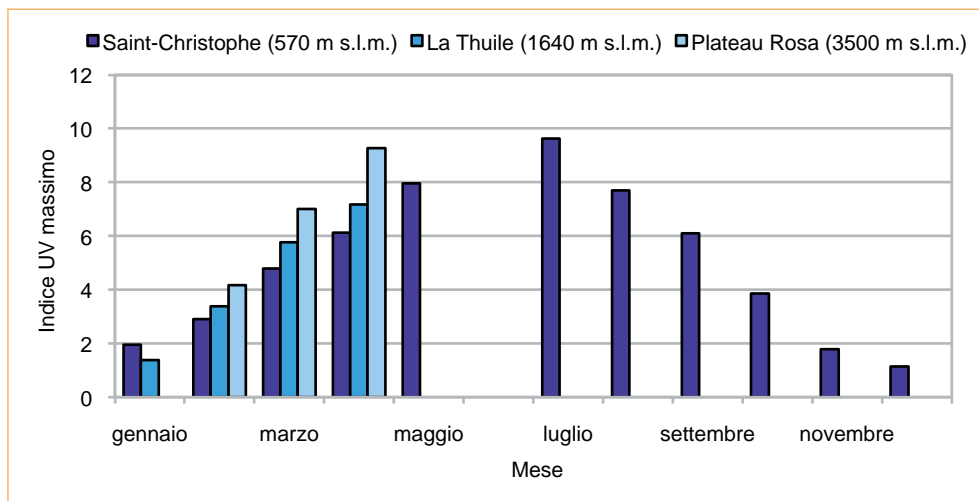
GRAFICO CON EFFETTO DI ALTITUDINE



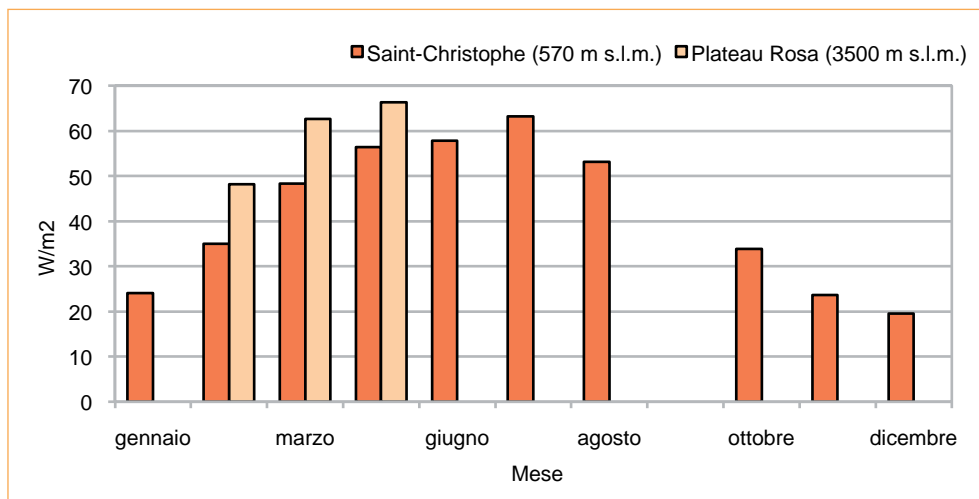
Indice ultravioletto misurato e stimato da modello negli anni 2006-2009 nei tre siti. È bene evidente l'effetto di altitudine: all'aumentare della quota della stazione di misura, aumenta notevolmente l'indice misurato. Il grafico mostra il caratteristico andamento annuale dell'irradianza.



INDICE UV - VALORE SEMIORARIO MASSIMO MENSILE MISURATO - ANNO 2009



IRRADIANZA UV-A - VALORE SEMIORARIO MASSIMO MENSILE MISURATO - ANNO 2009

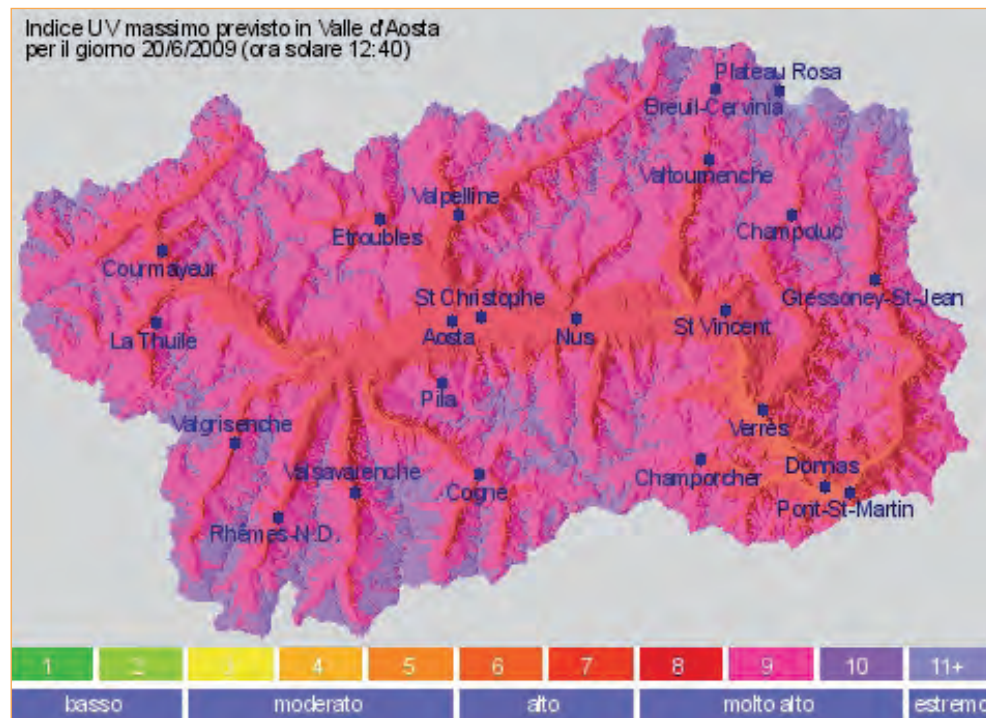


Dal mese di maggio i radiometri sono stati disinstallati dai siti di misura per la taratura annuale e, successivamente, per ulteriori controlli del funzionamento. Il ripristino è previsto nei primi mesi del 2010. Nel grafico, è evidente l'andamento tipico annuale

dell'indice ultravioletto: minimo d'inverno e massimo d'estate, al pari dell'irraggiamento solare. L'uso di modelli matematici consente di estendere all'intero territorio valdostano l'informazione misurata localmente nei tre siti.



MAPPA DI INDICE UV PREVISTO SULL'INTERO TERRITORIO DELLA VALLE D'AOSTA IN CONDIZIONI DI CIELO SERENO (esempio)



La scala di colori utilizzata per le mappe dell'Indice UV è quella convenzionale stabilita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. La previsione in caso di cielo sereno tiene conto dei seguenti fattori dai quali dipende l'intensità della radiazione UV che giunge dal sole fino alla superficie terrestre:

- l'inclinazione del sole rispetto alla verticale (angolo zenitale), che varia con la stagione;

- la quota altimetrica;
- la parte di cielo visibile sopra il profilo delle montagne da ogni punto;
- la quantità totale di ozono presente in atmosfera;
- la presenza di aerosol in atmosfera;
- il coefficiente di riflessione (albedo) del suolo a seconda della presenza o assenza di neve.

Ozono colonnare

Nella stratosfera, tra 15 e 50 km di quota, le lunghezze d'onda inferiori a 240 nm producono la dissociazione delle molecole biatomiche di ossigeno. L'ossigeno atomico così prodotto reagisce con una molecola di ossigeno biatomico, con formazione di ozono (O_3) e cessione dell'energia in eccesso in forma di energia cinetica ad una molecola terza.

L'interesse per il gas ozono deriva dal fatto che l'ozono è, assieme all'ossigeno, uno dei principali assorbitori dei raggi UV: ogni diminuzione dell'ozono in atmosfera comporta quindi un aumento della radiazione ultravioletta che raggiunge il suolo, accompagnata da un aumento dei rischi per l'uomo e la sua salute.

Nella stratosfera, dunque, l'ozono prodotto dai raggi ultravioletti ha una funzione schermante nei confronti dei raggi ultravioletti medesimi, e quindi benefica e protettiva per l'ecosistema. L'ozono stratosferico rappresenta la grande maggioranza (90%) dell'ozono totale presente in atmosfera. La restante parte (10%, l'ozono troposferico dei bollettini della qualità dell'aria) è generata negli strati bassi dell'atmosfera dall'azione dei raggi solari in presenza di sostanze inquinanti.

La quantità di ozono tra una quota data (generalmente il suolo) e gli strati più alti dell'atmosfera l'ozono colonnare, viene misurata in Unità Dobson (DU), dal nome di uno dei pionieri nello studio dell'ozono. Immaginando di portare la colonna di ozono che si considera a pressione e temperatura standard (1 atm e 0°C), l'altezza della colonna così ottenuta, espressa in millesimi di centimetri, è la misura in unità Dobson dell'ozono colonnare. Se tutto l'ozono che circonda la terra venisse portato in condizioni standard lo spessore sarebbe solo di circa 0,3 – 0,4 cm, ovvero 300 – 400 DU. La quantità colonnare di ozono ha una grande variabilità stagionale che non è esattamente simmetrica tra i due emisferi: alle alte latitudini e in inverno-primavera si ha la massima quantità di ozono. Inoltre la produzione è massima nella stratosfera tropicale e diminuisce drasticamente verso le alte latitudini e nella bassa stratosfera. Anche la meteorologia ha effetto sulla variabilità dell'ozono colonnare: qualche giorno di bassa o alta pressione può far variare notevolmente la misura dei DU.


Classificazione

Area tematica SINAnet
Biosfera

Tema SINAnet
(*Effetti dei cambiamenti climatici*)

DPSIR
S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

Qualità dell'informazione 

Giudizio di stato **N.A.**

Tendenza* **N.A.**

* Serie di dati misurati non ancora lunga a sufficienza per permettere l'individuazione di eventuali variazioni a lungo termine della presenza totale di ozono in atmosfera.

Riferimenti normativi

Normativa di riferimento
Non applicabile

Relazione con la normativa
Non applicabile

Livelli normativi di riferimento
Non applicabile

Copertura temporale e spaziale

Aggiornamento
31/12/2009

Periodicità di aggiornamento
L'ozono colonnare è misurato in continuo presso la sede dell'ARPA. I dati sono elaborati e pubblicati sul web ogni 15 minuti

Copertura territoriale
Intero territorio regionale



Elaborazione e presentazione

L'ozono totale presente in atmosfera (ozono colonnare) viene misurato a partire dall'assorbimento ad opera dell'atmosfera della radiazione ultravioletta solare, la cui traiettoria, intersecando l'atmosfera, prima di toccare il suolo, attraversa quote, latitudini e longitudini differenti. Lo spettrofotometro di tipo Brewer, in grado di misurare l'ozono colonnare, è operativo presso la sede dell'ARPA

a Saint-Christophe. Esso è gestito dall'ARPA nell'ambito di un contratto di collaborazione con l'Università La Sapienza di Roma, proprietaria dello strumento.

Il dato misurato è puntuale. Tuttavia, considerate le tecniche della misurazione, il dato si può ritenere indicativo di un'area di dimensioni più grandi, dell'ordine di un centinaio di km.

SPETTROFOTOMETRO BREWER



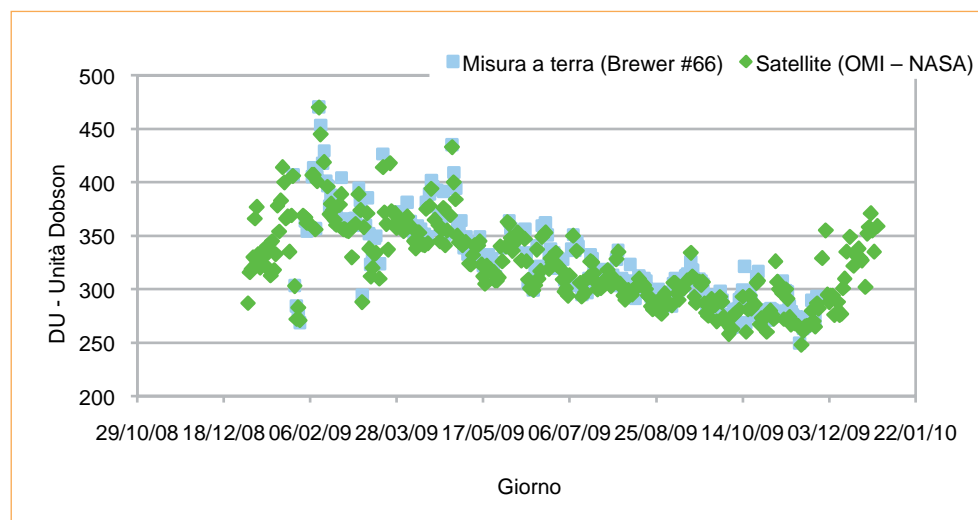
Nel particolare sopra riportato, sono visibili le ottiche di ingresso dello spettrofotometro in grado di ricevere la radiazione dell'intero cielo (ottica globale - cupola trasparente rivolta verso l'alto) e del sole (ottica diretta - finestra obliqua). La fotografia è stata scattata durante il confronto con uno strumento-campione (in secondo piano), che viaggia tra le varie stazioni del mondo.

La misura rilevata in ARPA Valle d'Aosta è inserita in una rete mondiale di monitoraggio dell'ozono (www.woudc.org) e consente la realizzazione di mappe globali dell'ozono, anche con l'uso di modelli matematici. In Italia vi sono solo 2 stazioni che al momento trasmettono le misure alla rete mondiale: la stazione presso la sede dell'ARPA Valle d'Aosta (Saint-Christophe - Loc. Grande Charrière) e quella di Roma presso l'Università "La Sapienza". Il network mondiale nasce per monitorare quotidianamente lo strato

di ozono atmosferico che circonda il nostro pianeta, in relazione alle sue variazioni anche alle medie latitudini, e la radiazione UV che giunge alla superficie terrestre.

L'elaborazione dei dati raccolti permette, inoltre, di meglio comprendere le cause dei cambiamenti climatici e di stimarne con maggior precisione gli scenari futuri. Contribuisce, infine, al perfezionamento delle previsioni meteo a livello mondiale e allo sviluppo dei modelli di dispersione degli inquinanti.

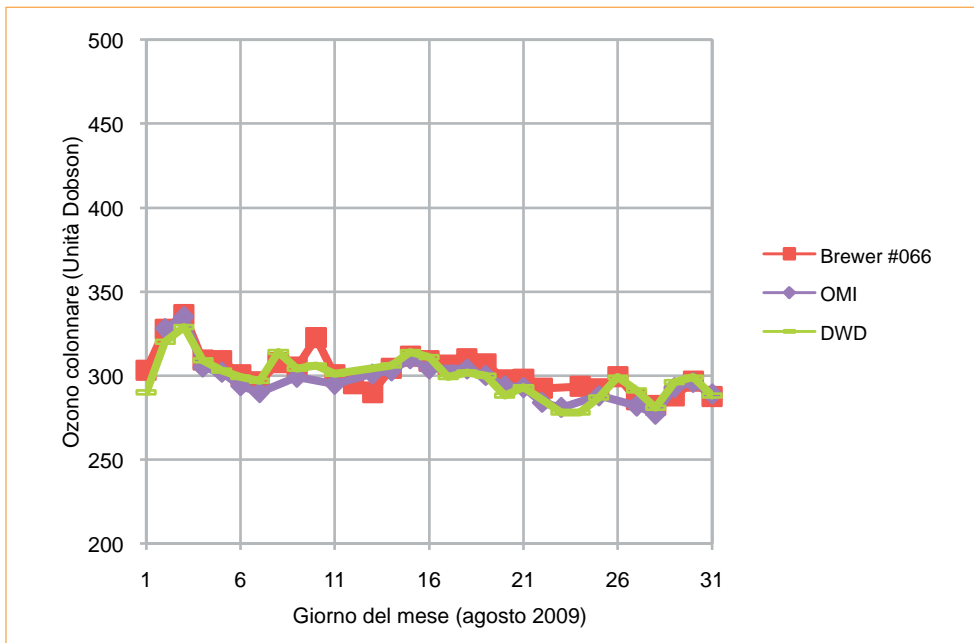
OZONO COLONNARE - VALORI MEDI GIORNALIERI 2009



Nel grafico sono riportati i valori di ozono colonnare misurati nell'anno 2009. Anche in questa immagine è chiaramente visibile un ciclo annuale.



La misura dell'ozono colonnare viene validata solo in condizioni di sole visibile. Viene poi presentata al pubblico attraverso il sito dell'ARPA Valle d'Aosta e il portale www.uv-index.vda.it sotto forma di grafico e espressa in unità Dobson (DU).



Il grafico mostra l'andamento mensile (mese di agosto 2009) dei valori di ozono colonnare (medie giornaliere) in DU misurati dal Brewer presso la stazione ARPA di Saint-Christophe (linea rossa). In verde e in viola i valori simulati sopra la Valle d'Aosta rispettivamente da satellite (strumentazione OMI – Ozone Monitoring Instrument – a bordo del satellite Aura della NASA) e dal modello previsionale del centro Deutscher Wetterdienst (DWD).

Il dodicesimo Brewer Meeting Aosta 21-26 settembre 2009

Henri Diémoz



Dal 21 al 26 settembre 2009 si è tenuto ad Aosta il dodicesimo Brewer Meeting, il convegno che raduna da tutto il mondo gli utenti di spettrofotometri Brewer. Tale strumentazione è utilizzata dagli esperti di numerosi centri di ricerca per le misurazioni dello strato di ozono presente in atmosfera (troposfera e stratosfera) e della radiazione ultravioletta.

Il Brewer Meeting è organizzato ogni due anni dal WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre, www.woudc.org), in collaborazione con i diversi centri che contribuiscono al popolamento della rete mondiale. Gli ultimi convegni si sono tenuti a Manchester (Gran Bretagna), Seoul (Corea del Sud) e Tromsø (Norvegia). La sede scelta per il dodicesimo Brewer Meeting è stata la città di Aosta: il convegno, dopo tredici anni (Roma 1996), è tornato in Italia per la seconda volta.

Questo importante evento, organizzato dall'ARPA Valle d'Aosta, ha ospitato scienziati di fama mondiale provenienti dai più prestigiosi istituti di ricerca di tutta Europa e di tutto il mondo, come NASA, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), università, CNR e servizi meteorologici di diverse nazioni.

Il programma del Brewer Meeting ha compreso presentazioni orali, sessioni poster e tutorial pratici. Le conclusioni più importanti a cui la comunità Brewer è giunta dopo il convegno si possono sintetizzare in questi punti:

- è stata ribadita la necessità di effettuare misurazioni di ozono colmare a livello globale, soprattutto in relazione alle dinamiche di cambiamento climatico, in particolare nelle zone polari (cfr. *Nature* 460, 792-795, 2009). Misurazioni precise e a lungo termine dello spessore dello strato di ozono sono cruciali per comprendere il cambiamento climatico;
- l'inizio del recupero dello strato di ozono è atteso nei prossimi dieci



Figura 2 Il pubblico di ricercatori presente alla sessione orale del Brewer Meeting

- anni. Tale processo, tuttavia, sarà molto lento. Per quantificare il tasso di recupero, sono richieste le misure più accurate possibili;
- è essenziale armonizzare e omogeneizzare i dati di ozono misurati a terra (ad esempio, strumentazione Brewer) con le stime da satellite. Questo può comportare sensibili cambiamenti in seno alla rete Brewer. Le misurazioni a terra sono, inoltre, essenziali per verificare la qualità del dato da satellite;
- sono fortemente raccomandate misurazioni di profili di ozono, ovvero le stime della concentrazione di questo gas a diverse quote;
- nell'emisfero sud del pianeta le stazioni di misura dell'ozono sono ancora relativamente poche e, probabilmente, affette da errori sistematici. Nel corso dei prossimi anni, è essenziale che l'Organizzazione Mondiale della Meteorologia finanzi la diffusione di centri di misura allo stato dell'arte in questa regione del pianeta;



Figura 1 Il Dott. McElroy di Environment Canada, inventore dello spettrofotometro Brewer e dell'indice UV, illustra il funzionamento dello strumento



Il workshop ha contribuito in modo importante al processo di standardizzazione delle procedure con cui gli strumenti sono utilizzati. Il convegno è anche servito per riunire la comunità scientifica operante sul tema e per rafforzare le collaborazioni.

I partecipanti al meeting hanno avuto modo di conoscere la realtà scientifica valdostana. In uno dei pomeriggi, l'ARPA ha organizzato una visita presso la propria sede, durante la quale sono state presentate alcune delle attività svolte dall'Agenzia, come il monitoraggio integrato della qualità dell'aria e il monitoraggio dei cambiamenti climatici. A seguire, gli scienziati sono stati ospitati all'Osservatorio Astronomico di Saint-Barthélemy, dove hanno avuto modo di parlare con il Direttore

della struttura, Prof. Bertolini, di visitare il planetario e di conoscere la strumentazione utilizzata nell'ambito dell'attività di ricerca.

Infine, è risultata vincente la scelta di allestire, presso la biblioteca regionale, una mostra divulgativa aperta al pubblico, intitolata "AR-PASherlock e il giallo dell'ozono" che aveva come obiettivo di informare la popolazione su una delle tematiche più attuali della ricerca scientifica in campo ambientale.

Per ulteriori informazioni:
http://www.woudc.org/bdms/meetings/BRWKSH2009/brwksh2009_workshop_e.html



Figura 3 Una delle sessioni pratiche, durante le quali i ricercatori hanno approfondito le conoscenze sullo spettrofotometro



Figura 4 I partecipanti al Brewer Meeting presso l'area di monitoraggio esterna dell'ARPA Valle d'Aosta - Saint-Christophe