

SENATO DELLA REPUBBLICA
XVII LEGISLATURA

Doc. XXVII
n. 34

RELAZIONE

**SULL'ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DEI LIVELLI DI
OZONO STRATOSFERICO E DELLA RADIAZIONE
ULTRAVIOLETTA AL SUOLO**

(Anno 2016)

(Articolo 13 della legge 28 dicembre 1993, n. 549)

**Presentata dal Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
(GALLETTI)**

Comunicata alla Presidenza il 7 marzo 2018

Relazione sull'attività di monitoraggio dei livelli di ozono stratosferico e della radiazione ultravioletta al suolo

(Articolo 13, della legge 28 dicembre 1993, n. 549, "*Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente*" così come modificata dalla legge 16 giugno 1997, n.179).

Al fine di ottemperare all'obbligo previsto dall'articolo 13, comma 1, della Legge 28 dicembre 1993 n. 549 e s.m.i., nel 2016 è proseguito il monitoraggio dei livelli di ozono stratosferico e della radiazione ultravioletta (UV) al suolo.

Tale monitoraggio si è rilevato essenziale per lo studio dei trends multi-annuali del contenuto di ozono colonnare in stratosfera; dopo circa 25 anni, nel corso dei quali le emissioni delle sostanze ozono lesive (*Ozone Depleting Substances* - ODS) sono fortemente diminuite a seguito dell'adozione delle misure previste da trattati internazionali (Convenzione di Vienna e relativo Protocollo di Montreal), lo studio delle tendenze del contenuto colonnare di ozono alle medie latitudini ha mostrato una certa stabilizzazione a partire dalla fine degli anni '90 con tendenza al rallentamento della diminuzione.

Come riportato dalla letteratura, prima del 1997, il contenuto di ozono stratosferico mostrava andamenti di diminuzione pari a circa -5% per decade alle medie latitudini dell'emisfero nord; dopo il 1997, la tendenza diventa invece in aumento di circa +4% per decade.

Per studiare la variabilità inter-annuale del contenuto di ozono stratosferico dovuta alle ODS antropogeniche è importante considerare anche una serie di altri processi fisico-chimici quali:

- la *quasi-biennial oscillation* (QBO), che è un particolare stato della dinamica dei venti stratosferici con ricorrenza quasi biennale;
- la *variazione del flusso solare* (SUN), cioè la fluttuazione regolare, su una scala di circa 11 anni, del flusso radiante dal sole;
- la *presenza di aerosol stratosferici* (AER), per lo più di origine vulcanica (ad es. l'eruzione del Pinatubo nel 1991 ha iniettato in stratosfera una notevole quantità di particolato);
- altri particolari regimi del trasporto atmosferico come *the North Atlantic Oscillation* (NAO).

Al momento esistono modelli che permettono di prendere in considerazione tutti i processi fisico chimici citati, e la loro dipendenza temporale.

Utilizzando le serie temporali (1985 - 2015) dei dati di profili di ozono da diversi strumenti su satellite, si riesce ad estrarre un segnale che dimostra un inequivocabile recupero del contenuto di ozono stratosferico, quantificabile in circa $+5\%(\pm 3\%)$ per decade nella stratosfera a medie latitudini, nel periodo tra 1995 e il 2015 [Nair et al, ACP, vol. 13, 10373-10384, 2013]. In altri termini questo trend di recupero corrisponde a circa 1.50 ± 0.50 Dobson Unit per anno sul contenuto di ozono stratosferico totale, che a medie latitudini è di circa 300 Dobson Unit.

L'ampiezza e la significatività di questo segnale di recupero del contenuto di ozono e soprattutto della sua indeterminazione dipendono fortemente dalle misure utilizzate negli studi, dalla loro qualità, stabilità e continuità temporale, che concorrono in maniera cruciale alla stima dei trends attuali e delle previsioni dell'evoluzione del contenuto di ozono stratosferico alle medie latitudini. Inoltre, le risultanze scientifiche più recenti suggeriscono di continuare a monitorare le possibili interazioni tra cambiamenti climatici e evoluzione storica del contenuto di ozono stratosferico e colonnare: gli effetti del riscaldamento in troposfera e raffreddamento stratosferico indotto dai gas serra rende meno efficace, soprattutto per l'istaurarsi di particolari regimi dinamici, il ripristino dei livelli di ozono dovuto alle diminuite emissioni di ODS.

Nel periodo Gennaio-Dicembre 2016, sono state effettuate le misurazioni dei profili di ozono mediante *Vaisala Digicora® sounding system* e i sensori elettrochimici per l'ozono ECC-6A della *Science Pump Corporation* e i sensori digitali RS92-SGP per temperatura, pressione, umidità relativa e venti nonché misure continue della radiazione UV-A e UV-B al suolo. Gli ozono-sondaggi effettuati sono stati 20, ma solo 16 hanno superato i "criteri di qualità del dato sperimentale", cioè l'altezza massima del pallone superiore ai 25 km sul livello del mare (s.l.m.) e gli errori sulla misura di temperatura (T), pressione (P) e pressione parziale di ozono (PO₃) inferiori al 10% a tutte le quote. Le misurazioni della radiazione UV-A e UV-B al suolo sono state condotte mediante piranometri UVB-1 e UVA-1 della *Yankee Environmental System*. L'osservazione al suolo di UV-A e UV-B permette di ottenere una serie di informazioni sugli effetti locali dell'atmosfera, quali la nuvolosità e il contenuto di particolato, nel trasporto della radiazione solare (UV-A), mentre la misura della radiazione solare nella banda UV-B è strettamente correlata alla quantità di ozono stratosferico.

Dall'analisi delle osservazioni del contenuto colonnare di ozono sono risultati evidenti i cicli stagionali con conseguente aumento del contenuto di ozono nel periodo primaverile e successiva diminuzione nel periodo autunnale. I livelli di ozono colonnare sono direttamente correlati alla quantità relativa di radiazione UV al suolo, quindi maggiore è la quantità di ozono e minore sarà la radiazione che raggiunge il suolo.

I risultati del database locale (CETEMPS-PTO3), in accordo con le osservazioni da satellite, evidenziano che i livelli di ozono sono rimasti costanti nella bassa e media stratosfera, mentre c'è un evidente aumento, statisticamente significativo, nell'alta stratosfera, ovvero sopra i 25 km di altezza. All'aumento dell'ozono stratosferico contribuiscono, con lo stesso peso: la diminuzione delle emissioni delle ODS e il raffreddamento della stratosfera dovuto all'aumento della concentrazione dei gas serra (questo processo rallenta l'efficienza dei cicli chimici che distruggono l'ozono). Inoltre, la tendenza a crescere del contenuto di ozono negli strati atmosferici tra stratosfera e troposfera, più marcato nel dato locale, è probabilmente imputabile a marginali cambiamenti dei regimi dinamici dovuti al riscaldamento indotto in troposfera dall'aumento della concentrazione dei gas serra.

E' stata infine portata avanti un'attività di ricerca di clinica sperimentale sulla possibile correlazione tra esposizione alla radiazione solare UV-B e produzione di vitamina D. Lo scopo è quello di quantificare e qualificare le opportune raccomandazioni per un corretto stile di vita che eviti le insufficienze di vitamina D. Il lavoro è stato pubblicato in una rivista scientifica di settore (Calgani A., Iarlori M., Rizi V., Pace G., Bologna M., Vicentini C., Angelucci A., 2016. *Serum 25(OH)D seasonality in urologic patients from central Italy. JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY B-BIOLOGY*, vol. 162, p. 361-366, ISSN: 1011-1344, doi: 10.1016/j.jphotobiol.2016.06.053) e gli aspetti più divulgativi e le raccomandazioni per un corretto stile di vita (incluso il tempo di esposizione alla radiazione solare) sono disponibili in Angelucci A., Calgani A., Pietrosanti A., Felicioni P., Valerii L., Cavaliere G., Iarlori M., Rizi V., Bologna M., Facciamo luce sulla vitamina D, in Scienze e Ricerche n. 42, 1° dicembre 2016, pp. 55-69.

Sulla base di tutte le attività di monitoraggio dell'ozono e della radiazione UV è stato predisposto anche il report nazionale per la partecipazione al 10th *Ozone Research Managers Meeting* [Ozone Secretariat - United Nations Environment Programme (UNEP) – ONU (<http://ozone.unep.org/>)].

Si riporta di seguito un dettaglio tecnico-scientifico delle attività svolte e l'analisi dei dati ottenuti dalle osservazioni condotte nell'anno 2016 e il contributo al report nazionale per il 10th *Ozone Research Managers Meeting*.

- **Attività osservative, misure routinarie di profili di ozono mediante palloni sonda e misure continue della radiazione UVA e UVB al suolo con piranometri, misure automatiche multispettrali dello spessore ottico degli aerosol con spettrofotometro solare.**

Ozono-sondaggi

Durante il 2016 presso l'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS sono continuate le attività di monitoraggio dell'ozono stratosferico con il Vaisala Digicora® sounding system, e i sensori elettrochimici per l'ozono ECC-6A della Science Pump Corporation, e i sensori digitali RS92-SGP per temperatura, pressione, umidità relativa e venti. Gli ozono-sondaggi effettuati sono stati 20, ma solo 16 hanno superato i **criteri di qualità** del dato sperimentale, tra i quali quelli da essere necessariamente soddisfatti sono:

- altezza massima del pallone superiore ai 25 km sul livello del mare (s.l.m.);
- errori sulla misura di temperatura (T), pressione (P) e pressione parziale di ozono (PO₃) inferiori al 10% a tutte le quote.

La verifica di qualità dei dati è fatta in tempo reale, cioè appena dopo la realizzazione del sondaggio, e dopo il controllo, i dati sono subito disponibile in forma grafica presso:

- http://cetemps.aquila.infn.it/osservatorio/Ozone_soundings_plots/
- http://cetemps.aquila.infn.it/osservatorio/Ozone_soundings_kmz_files/.

Rispetto ad altre tecniche di osservazione, gli ozono-sondaggi sono caratterizzati da una più alta risoluzione verticale (circa 0.2 km), e se basate sulla tecnica della cella elettrochimica con soluzione di ioduro di potassio, che si ossida quando al suo interno passa aria con ozono, l'incertezza della misura è circa $\pm 5 \div 10\%$

In **figura 1** è riportato un esempio delle risultanze di un tipico ozono-sondaggio.

La procedura di controllo qualità dei dati è stata applicata in maniera retroattiva a tutto il database di ozono-sondaggi e radiosondaggi dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS. Questo ha permesso di costituire una collezione di **qualità** dei profili verticali della concentrazione di ozono, ma anche di altri parametri atmosferici: temperatura, pressione, umidità relativa, intensità e direzione dei venti, **unica, in Italia**, per estensione temporale (1994-2016), e pronta per utilizzi scientifici e per le valutazioni sullo stato dell'ozono stratosferico, così come richiesto dalle leggi vigenti.

Nel periodo 1994-2016 sono disponibili **254 ozono-sondaggi**, di maggiore omogeneità sono le **226 osservazioni** nel periodo 2004-2016; i **153 radio-sondaggi** effettuati nel periodo 1998-2016, non sono direttamente utilizzabili per studiare l'ozono stratosferico, ma arricchiscono il database per la caratterizzazione dello stato termodinamico dell'atmosfera.

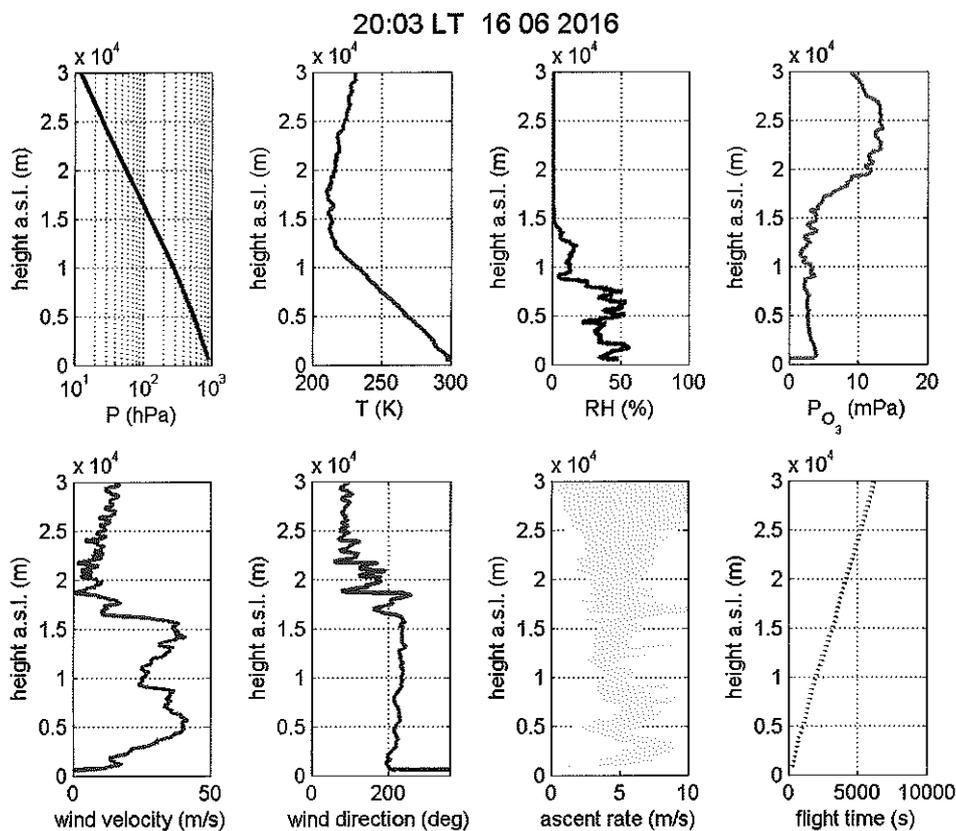


Figura 1. L'ozono-sondaggio effettuato presso l'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS il 16 Giugno 2016, lancio del pallone alle 18:03 UTC, durata del sondaggio 1 ora e 58 minuti, la quota massima raggiunta è 32350 m. Durante la salita ad una velocità di circa 5 m/s, il pallone si è spostato verso Nord-Ovest di circa 100 km. La colonna totale di ozono misurata è circa 301.0 Dobson Units, che è un valore tipico delle condizioni stagionali del periodo.

Presso l'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS esiste anche un database di **(149)** profili verticali di concentrazione ozono in stratosfera (tipicamente tra **10 e 40 km di quota** sul livello del mare) ottenuti con un sistema DIAL (**Differential Absorption Lidar**) tra il **1991 e il 1999**. La qualità e l'estensione spazio temporale di questi dati permette di estendere la significatività delle analisi sui trends dell'ozono stratosferico (si veda il paragrafo: Analisi dati: profili verticali di ozono, ozono colonnare e trends), allo stato attuale i profili DIAL di ozono sono utilizzati solo per estrarre il valore di ozono colonnare tra 15 e 30 km di altezza, e, quindi per effettuare delle comparazioni di controllo con i dati da ozonosondaggio.

Misura della radiazione UVA e UVB al suolo

Queste osservazioni sono state condotte con i piranometri UVB-1 e UVA-1 della Yankee Environmental System; le osservazioni sono automatizzate, e i dati vengono messi a disposizione in un apposito database dopo una verifica della qualità delle stesse osservazioni.

In **figura 2** è riportata una serie giornaliera delle medie orarie della radiazione solare **UV-A** (tra 320 nm e 420 nm) e **UV-B** (tra 280 nm e 320 nm).

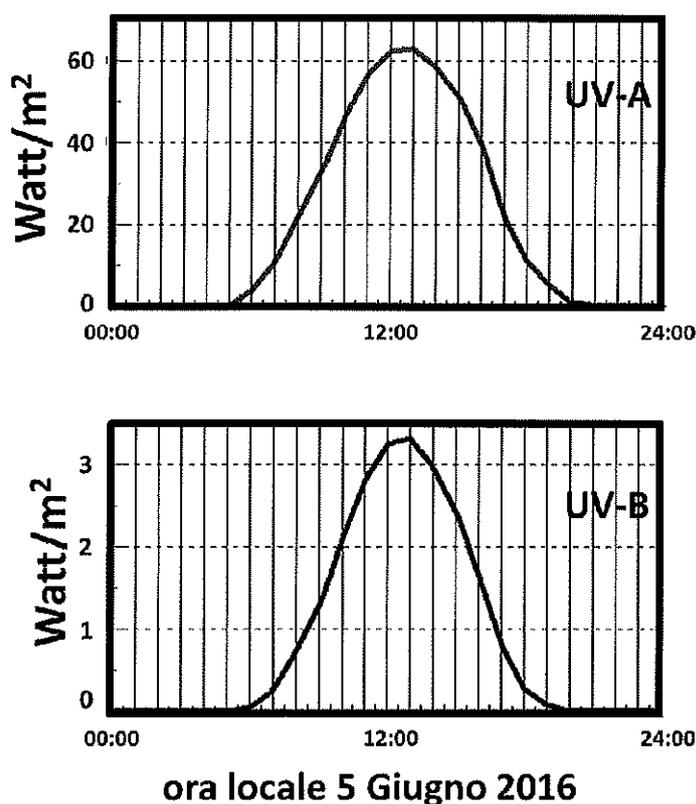


Figura 2. Misura di UV-A e UV-B del 5 Giugno 2016. L'ora locale coincide con quella solare.

L'osservazione al suolo di UV-A e UV-B permette di ottenere una serie di informazioni sugli effetti locali (nuvolosità, contenuto di particolato, etc.) dell'atmosfera nel trasporto della radiazione solare (UV-A), mentre la misura della radiazione solare nella banda **UV-B** è strettamente correlata alla quantità di **ozono stratosferico**.

Dal Giugno 2016 i piranometri non sono più operativi, ma sono state avviate le procedure per l'acquisizione di nuovi sistemi che funzioneranno in maniera automatica e forniranno su una apposita **piattaforma web** anche un **“bollettino UV”** giornaliero, pubblico e in tempo reale.

Occorre ricordare che tutte le osservazioni mediante ozono-sondaggi del profilo verticale del contenuto di ozono e della radiazione UV-A e UV-B al suolo con piranometri calibrati, sono effettuate dalla e nella **locazione geografica dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS: latitudine 42°22'58.92"N, longitudine 13°18'53.09"E, 683 m s.l.m.**, a rappresentare la situazione dell'atmosfera su tutto il **centro Italia**, ovvero nel volume di un cilindro con diametro di circa 500 km, alto 30 km e centrato sull'Aquila.

Misura dello spessore ottico degli aerosol

Le informazioni relative alle quantità dello spessore ottico degli aerosol sono riportate nel seguente sito:

[http://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/type_one_station_aod_v3?site=LAQUILA_Coppito&nachal=2&level=1&place_code=10)

[bin/type_one_station_aod_v3?site=LAQUILA_Coppito&nachal=2&level=1&place_code=10](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/type_one_station_aod_v3?site=LAQUILA_Coppito&nachal=2&level=1&place_code=10)

dove sono disponibili tutte le osservazioni del fotometro solare dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS. Questo database, che si sovrappone agli ozono-sondaggi a partire dal Maggio 2014, risulta importante per tener conto degli effetti radiativi degli aerosol sul contenuto di ozono, in particolare nell'alta troposfera. Le risultanze di questa indagine saranno disponibili a breve.

- **Analisi dati: profili verticali di ozono, ozono colonnare e trends, ozono colonnare e UV. Integrazione con osservazioni satellitari.**

Climatologia profili di ozono

Nella **figura 3** è mostrata la serie dei **profili medi mensili** della pressione parziale di ozono (in mPa) dal livello della stazione di lancio (683 m) a 30000 m, i profili sono ottenuti mediando per ogni mese gli ozono-sondaggi nel periodo 1994-2016.

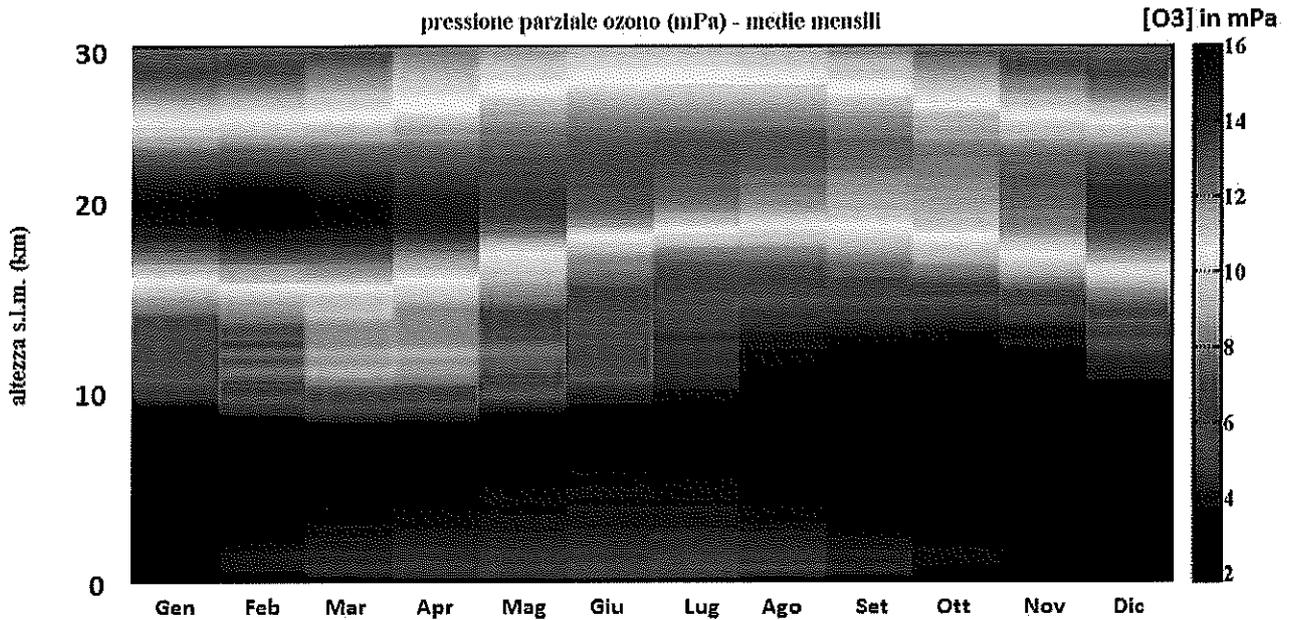


Figura 3. I profili medi mensili della pressione parziale di ozono. La risoluzione in quota è di circa 100 m.

Nella distribuzione spazio-temporale del contenuto di ozono sono evidenti:

- alcune peculiarità riconducibili all'**interazione ozono - radiazione solare ultravioletta** nella regione tra 16 km e 25 km;
- e altre caratteristiche legate a **effetti di trasporto di masse d'aria**, tipici dell'alta troposfera e della bassa stratosfera, tra 10 km e 15 km;
- nella bassa troposfera il contenuto di ozono è correlato direttamente con la **radiazione solare** che raggiunge il **suolo**.

Le prime particolarità sono la posizione del massimo del contenuto di ozono e il suo valore a seconda delle stagioni: posizione massimo a quote basse e valore del massimo più alto a fine inverno, l'inverso in tarda estate; questo è il frutto del **ciclo stagionale** della radiazione solare e dell'inerzia chimica ovvero dell'efficienza ritardata dei meccanismi che producono e distruggono l'ozono stratosferico.

Gli effetti dovuti al trasporto atmosferico si manifestano in Marzo e Aprile e sono delle **intrusioni**, a quote intorno ai **12 km**, di aria più ricca di ozono e proveniente dalla stratosfera e da alte latitudini; lo studio di questi processi è utile anche per la stima e l'analisi dei trends storici del contenuto di ozono stratosferico.

Infine, nella regione al di sotto dei 5 km, il contenuto di ozono risponde direttamente all'intensità del flusso di radiazione solare: massimo nei pressi del solstizio d'estate e minimo vicino al solstizio invernale.

Grazie all'estensione temporale e alla qualità della base dati dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS, i profili del contenuto di ozono mensile medio costituiscono il *riferimento climatico ideale per valutare le variazioni e i discostamenti dei singoli ozono-sondaggi rispetto ai valori climatici medi*, e questo è il primo passo per isolare **eventuali trends temporali** su scala multi-annuale del contenuto di ozono nell'atmosfera media che insiste sul centro Italia.

Climatologia ozono colonnare

Le caratteristiche climatologiche del profilo verticale del contenuto di ozono discusse nel precedente paragrafo sono evidenziabili maggiormente se si studiano le serie temporali del contenuto in porzioni specifiche della colonna di atmosfera.

La **figura 4** mostra le serie temporali del contenuto colonnare di ozono in diverse regioni dell'atmosfera.

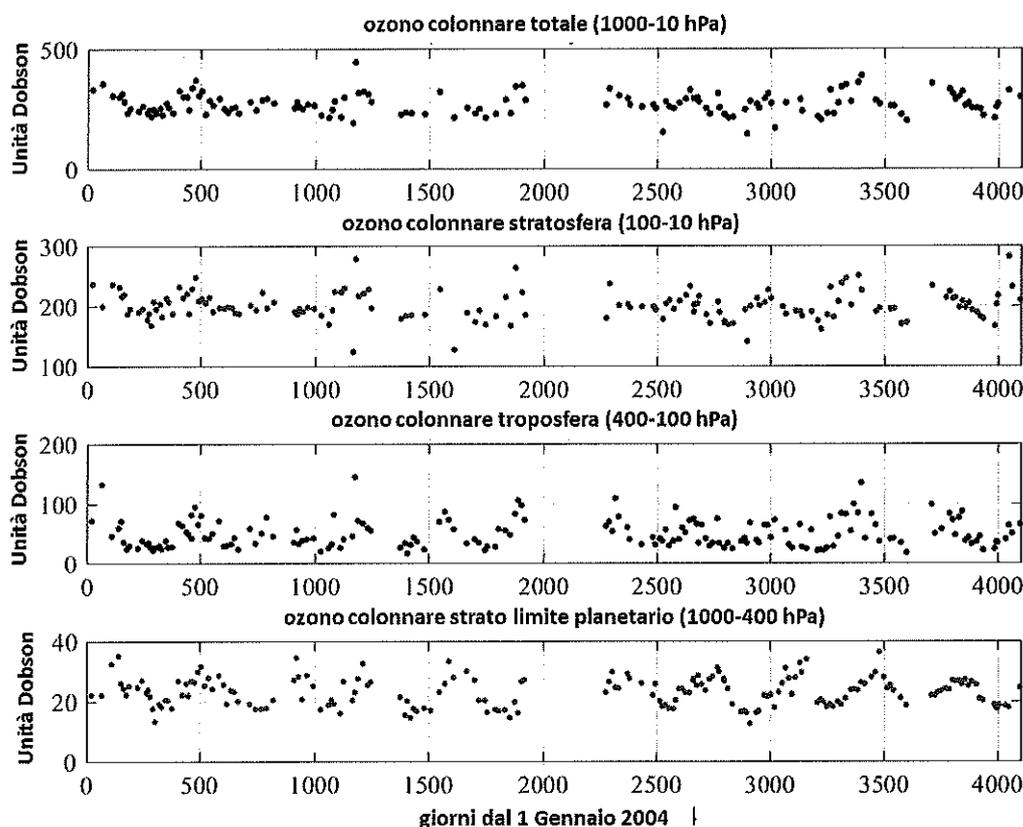


Figura 4. Il contenuto colonnare di ozono in diversi strati dell'atmosfera; dal pannello in basso a quello verso l'alto: nello strato limite planetario (tra i livelli di pressione 1000hPa e 400 hPa), nella troposfera libera (400hPa e 100hPa), nella stratosfera (100hPa e 10hPa), e la colonna totale. Le serie temporali partono dal 1 Gennaio 2004 e includono tutte le osservazioni del 2016.

In tutti gli strati dell'atmosfera, i cicli stagionali del contenuto colonnare di ozono sono ben evidenti; i massimi e i minimi si alternano in sincronia o quasi con la diminuzione e l'aumento della radiazione solare incidente. **L'ampiezza relativa** dei cicli è rimarchevole nello **strato limite planetario** e nella **troposfera libera** ($\pm 30\%$ e $\pm 50\%$), invece è apparentemente **marginale** nella **stratosfera** o nella **colonna totale** ($< \pm 10\%$); invece come **valore assoluto** sulla colonna, le variazioni più importanti si hanno in **stratosfera**. Nel prossimo paragrafo sono riportate le analisi svolte al fine di isolare eventuali trends temporali del contenuto di ozono nella stratosfera.

Trends decennali dell'ozono troposferico e stratosferico

Per valutare la presenza di eventuali variazioni o **trends multi-annuali** del contenuto di ozono, in diversi strati dell'atmosfera, si è valutato il contenuto medio colonnare, la sua deviazione standard in corrispondenza di ogni ozono-sondaggio, e la variazione temporale e la relativa deviazione standard rispetto la media su base decennale: la **tabella 1** riporta il dettaglio.

Tabella 1. Il valore medio e la variabilità del contenuto colonnare di ozono in diversi strati dell'atmosfera, nel periodo 2004-2016. Nelle ultime 3 colonne, per ogni strato, sono riportati: una stima del trend decennale, la sua variabilità e la significatività statistica, cioè il coefficiente di correlazione.

strato dell'atmosfera	DU	σ_{DU}	DU/decade	$\sigma_{DU/decade}$	significatività statistica
0.7 – 2.5 km	7.0	1.5	-0.1	0.0	0.99
2.5 – 7.5 km	16.6	3.1	0.5	0.1	0.97
7.5 – 12.5 km	18.1	8.3	1.0	0.2	0.92
12.5 – 17.5 km	37.9	14.3	0.1	0.0	0.98
17.5 – 22.5 km	72.7	13.9	-0.8	0.0	0.98
22.5 – 27.5 km	75.9	6.9	-0.2	0.0	0.93
27.5 – 32.5 km	44.5	9.8	3.8	1.1	0.98

Dal database dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS si evidenziava un trend sulla colonna totale di ozono di circa $+4.3(\pm 1.1)$ Dobson Units per decade; che corrisponde a un recupero di circa $+15\%(\pm 5\%)$ per decade.

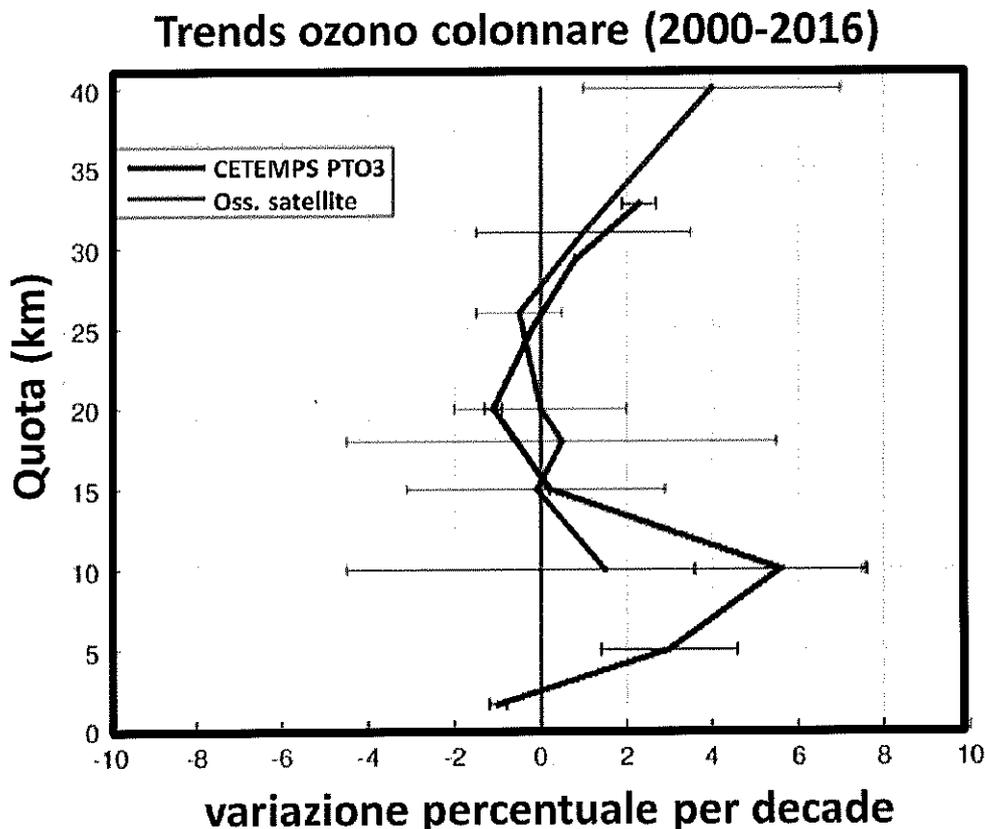


Figura 5. Il trend temporale del contenuto colonnare di ozono in diversi strati dell'atmosfera per gli ozonosondaggi nel periodo 2004-2016 (linea nera). I dati sono quelli della tabella 1 espressi in variazioni percentuale per decade, e sono confrontati con dati satellitari indicati dalla linea blu (si veda il testo per i dettagli). Per entrambe le curve sono indicate, con le barre orizzontali, le ampiezze della doppia deviazione standard.

I risultati della **tabella 1** sono riportati in **figura 5** in variazione percentuale per decade per mostrare il confronto con le osservazioni da satellite relative alle medie latitudini dell'emisfero nord, così come riportate nel WMO, Scientific Assesment of Ozone Depletion: 2014. **Le osservazioni da satellite** dei trends del contenuto di ozono alle diverse altitudini si riferiscono al periodo **2000-2013**, e si estendono tra i 10 km e i 40 km di quota; i singoli valori delle tendenze, e relative deviazioni standard, nei diversi strati dell'atmosfera sono derivati dalla combinazioni delle misure di svariati strumenti operativi da piattaforme satellitari, della NASA, e dell'ESA: Solar Backscatter UltraViolet instrument (SBUV) , Ozone Monitoring Instrument (OMI), Stratospheric Aerosol and

Gas Experiment (SAGE II), Halogen Occultation Experiment (HALOE), Microwave Limb Sounders (Upper Atmosphere Research Satellite MLS and Aura MLS), Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars (GOMOS-ENVISAT), Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding (MIPAS-ENVISAT), Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Chartography (SCIAMACHY-ENVISAT).

Il **confronto** tra i risultati del database locale (**CETEMPS-PTO3**) e le **osservazioni da satellite** mostra che c'è un buon **accordo sulla tendenza generale**, ed in entrambe le analisi è evidente che i livelli di ozono sono rimasti **costanti nella bassa e media stratosfera**, mentre c'è un evidente **aumento, statisticamente significativo nell'alta stratosfera**, ovvero sopra i 25 km di altezza. Tale **aumento è consistente** con le stime e le proiezioni effettuate con **modelli matematici** (per esempio in ambito Chemistry-Climate Model Initiative, CCMI di international Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution, iCACGP), cioè contribuiscono, con lo stesso peso, all'aumento dell'ozono stratosferico:

- la **diminuzione** delle emissioni delle **ODS**, e
- il **raffreddamento della stratosfera** dovuto all'aumento della concentrazione dei **gas serra**, questo effetto **rallenta l'efficienza** dei cicli chimici che distruggono l'ozono.

Inoltre, la tendenza a crescere del contenuto di ozono negli strati atmosferici tra stratosfera e troposfera, più marcato nel dato locale, è probabilmente imputabile a marginali **cambiamenti dei regimi dinamici** dovuti al **riscaldamento indotto in troposfera** dall'aumento della concentrazione dei **gas serra**.

Per questioni di spazio, in questo report non sono riportate le ulteriori e più dettagliate analisi dei trends per la concentrazione di ozono in troposfera e stratosfera e per i diversi periodi stagionali, le quali mostrano con miglior evidenza i caratteri del recupero dei livelli di ozono nell'alta stratosfera; ma, con altrettanta significatività, segnalano che esiste una certa **interferenza dei cosiddetti cambiamenti climatici** indotti dai gas serra (anidride carbonica, metano, e ossidi di azoto) che riduce gli effetti di recupero prodotti dalla riduzione delle emissioni di ODS (Studio dei trend temporali di ozono mediante misure da radiosondaggi atmosferici effettuati a L'Aquila dal 1994 al 2016 di Francesco Di Sabatino, A.A. 2015/2016, Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università Degli Studi dell'Aquila.).

Climatologia UVA e UVB al suolo, e eventuali trends decennali

La **figura 6** riassume le osservazioni della radiazione UV-A e UV-B al suolo nel periodo da Novembre 2004 a Dicembre 2015 (incluso).

La serie temporale dell'irradianza solare nelle bande UV-A e UV-B non mostra particolari tendenze. L'apparente diminuzione del UV-A tra il 2004 e il 2008 è probabilmente dovuta alla situazione di esposizione dei sensori. La radiazione UV-A ha una componente importante di radiazione solare nel visibile, ed è molto sensibile alla disposizione degli oggetti (costruzioni, ostacoli, etc.) nei pressi dei piranometri; inoltre è relativamente più importante la radiazione diretta proveniente dal sole. Invece, nella serie temporale della radiazione UV-B (componente ultravioletta della radiazione solare) non si notano particolari trends, essendo relativamente più importante (rispetto a UV-A) la componente di radiazione diffusa, cioè non influenzata da piccoli cambiamenti dell'esposizione dei sensori. Con i nuovi sensori in fase di acquisizione, e per cui si è previsto un programma di taratura e calibrazione continua, si otterrà una serie di dati con affidabilità sufficientemente alta per investigare i dettagli di eventuali andamenti su scala multiannuale, e per studiare le correlazioni tra contenuto di ozono colonnare e radiazione UV al suolo.

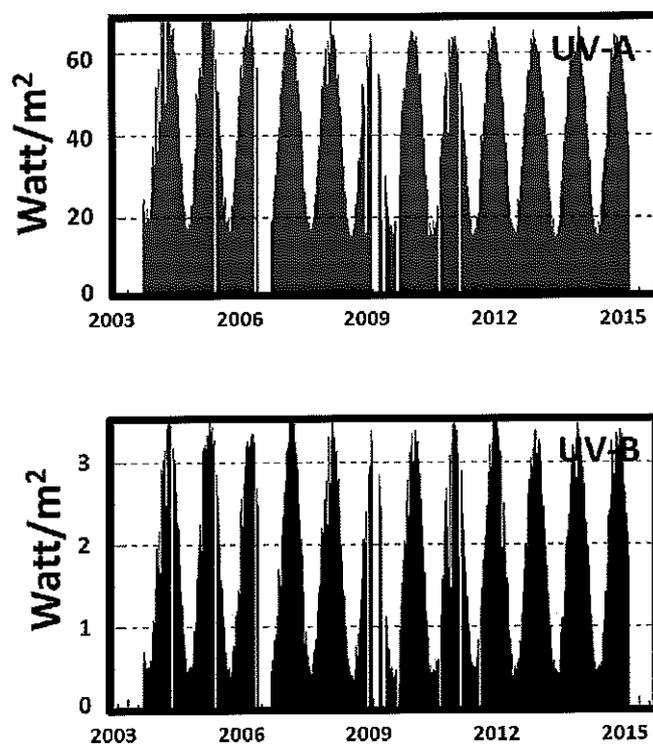


Figura 6. Le osservazioni di UV-A e UV-B in funzione del tempo dal Novembre 2004 a Dicembre 2015. L'interruzione più evidente nella serie temporale delle misure è di circa 7 mesi a partire dal 6 Aprile 2009; per ragioni connesse al sisma che ha colpito L'Aquila.

Applicazioni multidisciplinari: studio dell'impatto della radiazione UV-A e UV-B sull'uomo, il caso della produzione di vitamina D

Con la collaborazione di un gruppo di ricerca del Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente e di un gruppo di ricerca del Dipartimento Scienze Cliniche Applicate e Biotecnologiche dell'Università degli Studi dell'Aquila, è stata portata avanti una **ricerca clinica sperimentale** sulla possibile correlazione tra **esposizione alla radiazione solare UV-B** (quantificata con le osservazioni di CETEMPS) e **produzione di vitamina D** (stimata clinicamente in gruppi di pazienti controllati). Lo scopo è quello di quantificare e qualificare le opportune raccomandazioni per un corretto stile di vita che eviti le insufficienze di vitamina D. Il lavoro è stato pubblicato in una rivista scientifica di settore:

Calgani A., Iarlori M., Rizi V., Pace G., Bologna M., Vicentini C., Angelucci A., 2016. Serum 25(OH)D seasonality in urologic patients from central Italy. JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY B-BIOLOGY, vol. 162, p. 361-366, ISSN: 1011-1344, doi: 10.1016/j.jphotobiol.2016.06.053;

e gli aspetti più divulgativi e le raccomandazioni per un corretto stile di vita (incluso il tempo di esposizione alla radiazione solare) sono disponibili in:

Angelucci A., Calgani A., Pietrosanti A., Felicioni P., Valerii L., Cavaliere G., Iarlori M., Rizi V., Bologna M., Facciamo luce sulla vitamina D, in Scienze e Ricerche n. 42, 1° dicembre 2016, pp. 55-69.

Contribution to the National Report

(ITALY)

for the 10th WMO/UNEP Ozone Research Managers Meeting of the Parties to the Vienna Convention, 28-31 May 2017, Geneva, Switzerland

(PARTIAL) UPDATE 2013-2016

The contributing institutions are:

INSTITUTION	Contact persona	Short name
CETEMPS/Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università degli Studi dell'Aquila, L'Aquila, Italy.	Vincenzo Rizi	CETEMPS/UNIAQ
ENEA, Italian Energy, New Technology and Sustainable Development Agency. Department of Sustainability, Climate Modelling Laboratory (SSPT -MET CLIM), Roma, Italy.	Irene Cionni	ENEA-MET CLIM
Institute of Atmospheric Sciences and Climate of the Italian National Research Council (ISAC-CNR), Bologna, Italy.	Vito Vitale, Boyan Petkov and Fabrizio Ravegnani	CNR-ISAC

1. Ozone and ozone-related observation systems (column, profiles, UV, etc.):

CETEMPS/UNIAQ: The ozone total columns observed on routine basis at L'Aquila (683 m a.s.l., 43.38°N, 13.31°E) are derived from the balloon ozone-sonde profiles. The ozone profiles (balloon-sonde) have been collected since 1994. From 2004 this activity has achieved a routine pace: about 2 ozone profiles (from ground up to 10hPa altitude) per month (This activity is also part of the commitments included in a Convention between University of L'Aquila/CETEMPS -*Centre of Excellence for the integration of remote sensing techniques and modelling for the forecast of severe weather-* and Italian Government/Ministry of Environment. The Italian Ministry of Environment (*Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare*) provides the needed resources for the acquisition of the ozone-sondes, and the maintenance of the radio-sonde system, as well as, of several other instruments (i.e., sunphotometer and UV sensors). The ozone profiles database has been available for several calibration/validation campaigns. UV-A and UV-B (Yankee Environmental Systems) instruments have been operating since 2004. Continuous monitoring of the

aerosol radiative properties is performed with an AERONET sunphotometer (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>), and water vapor mixing ratio and aerosol backscatter and extinction vertical profiles are measured with a EARLINET Raman lidar (<https://www.earlinet.org/>)

ENEA-MET CLIM: It uses data from: NASA TOMS, NOAA (SBUV), EOS Aura (OMI, MLS), Odin (Osiris, SMR), Envisage (SCIAMACHY, GOMOS, MIPAS), GOME, and ozone-sonde profiles from WOUDC, as well as, data by aircraft measurement campaigns like those ones included in <http://clasp.engin.umich.edu/SASSarchive/>.

CNR-ISAC: The CNR performs measurements of the ozone column and surface solar UV irradiance at Ny-Ålesund (Svalbard, Arctic), Bologna (Italy) and Concordia station (Antarctic) making use of a very-narrow-band filters radiometer UV-RAD designed and built at ISAC in the frame of the Italian Antarctic polar programme to perform accurate monitoring of the solar UV irradiance in remote regions with harsh environment. UV-RAD radiometer performs measurements in 7 very narrow bands from 290 and 400 nm. The reliability of the system has been proved in a couple of intercomparison campaign, the last made in Ny Alesund (79°N) with the reference spectroradiometer QUASUME realised at PMOD (Davos). ECC ballon sounding of vertical ozone profiles were carried at S. Pietro Capofiume, WODC #297 station.

2. Data storage and availability

CETEMPS/UNIVAQ: The extended ozone profile database (1994-2016 Electrochemical Concentration Cell balloon soundings, and 1991-1999 Differential Absorption Lidar measurements) has got the quality-standards for being used in analysis concerning the possible trends of the ozone content in the different atmospheric levels. Free access to the ozone data plots in:

http://cetemps.aquila.infn.it/osservatorio/Ozone_soundings_plots/.

UV-A and UV-B data as measured with full sky calibrated pyrometer, are also available (2004-2016). The Raman lidar data are in <https://www.earlinet.org/>.

CNR-ISAC: Corresponding data sets for periods from 2008 (Ny-Ålesund), 2005 (Bologna) and 2007 (Concordia) until now are collected by ISAC-CNR and are available on request. The balloon-borne ozone profiles taken in San Pietro Capofiume (1991-1997 period) are also available.

3. Key-words of related science (it can include theory and modelling):

CETEMPS/UNIVAQ: Stratospheric and tropospheric ozone monitoring, UV monitoring, aerosol and water vapour monitoring, research and assessment studies on stratospheric ozone using a global chemistry-transport model and a chemistry-climate coupled model.

ENEA-MET CLIM: Validation of Ozone in inter-comparison projects as Chemistry Climate Model Initiative (CCMI). Model study of interactions between climate and ozone.

CNR-ISAC: Atmospheric optics, ozone and UV climatology and modelling at high and low latitudes, surface UV fluxes, erythema and DNA damage doses, ozone in Antarctica and Arctic and influence at middle latitudes, effects of solar UV irradiance on human health and biological systems, radiative transfer in the atmosphere. ozone vertical profiles, troposphere, stratosphere, ECC, balloon borne.

4. Future plans:

CETEMPS/UNIVAQ: Keep going the observational activities: ozone balloon soundings, UV, photometric and lidar experiments.

ENEA-MET CLIM: Improving the database extension for the assessment studies (i.e., including ESA-CCI).

CNR-ISAC: Maintaining of the radiometers working at the three sites and integration of the available measurement stations and instruments at Svalbard in a local network. In Antarctica, to extend the measurements on the coast at Mario Zucchelli station (MZS) comparing them with those performed at Mendel station (MS, Antarctic Peninsula) by Czech colleagues (Kamil Láška, Masaryk University, Brno). Operate to create a regional network integrating the stations placed in the East Antarctica, Concordia, MZS, MS and the instruments used by other Italian groups in cooperation with Argentina.

5. Needs and recommendations:

CETEMPS/UNIVAQ: The interaction between climate change and ozone recovery is quite evident, and its understanding needs to continue the high quality observations of ozone column and vertical profiles. In general, a more efficient coordination among the different Italian Research Institutions and Universities involved in “ozone research” is advisable. The ORM could trigger a renewed interest of the parties, if suggesting that, on national basis, research infrastructures, including the different research entities, should be founded to keep going the ozone research activities, among others.

ENEA-MET CLIM: Expecting longer high-quality data time series for trends detection.

CNR-ISAC: More frequent quality control of the instruments that are placed at the polar areas is an important task that need to be regularly performed. In this regard, the development of the instruments and formation of structures at international (European) level that could perform regular quality control will give a great contribution to the ozone and UV irradiance monitoring at these remote sites.

This report has been compiled in March 2017.

Document compiled by Vincenzo Rizi and Marco Iarlori CETEMPS/Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università degli Studi dell’Aquila, L’Aquila.



Ministero della Salute

DIREZIONE GENERALE DELLA PREVENZIONE SANITARIA
Ufficio 2 - Prevenzione e igiene ambientale e sicurezza nei luoghi di
vita e di lavoro
Viale Giorgio Ribotta, 5 - 00144 Roma
PEC: dgprev@postacert.sanita.it

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del
Territorio e del Mare
Ufficio Legislativo
Pec: ufficiolegislativo@pec.minambiente.it

e p.c.:
Ufficio Legislativo - SEDE
Pec: leg@postacert.sanita.it

Allegati: 1

Oggetto: Relazione ex art. 13, comma 1, della legge 28 dicembre 1993, n.549, recante "Norme a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente. Relazione Anno 2016.

Con riferimento alla relazione in oggetto, si trasmette il parere tecnico scientifico dell'Istituto Superiore di Sanità.

IL DIRETTORE GENERALE
dott. Raniero Guerra

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
f.to(*) Dott.ssa Carmela Limblici

IL DIRETTORE DELL'UFFICIO 2
f.to(*) Ing. Francesco De Blasio

(*) Firma autografa sostituita a mezzo stampa ai sensi e per gli effetti dell'art. 3 e 2 D. Lgs. n. 39/93

Ministero della Salute
DGPRE
0032090-P-23/10/2017



252381829



Ministero della Salute

Ufficio Legislativo
Lungotevere Ripa. 1 - 00153 Roma

Ministero della Salute

LEG

0003220-P-10/10/2017

C.I.B./2011/191



250454045

Direzione generale della Prevenzione
sanitaria

E.p.c. Ufficio di Gabinetto

SEDE

OGGETTO: Relazione ex art.13, comma 1, della legge 28 dicembre 1993, n.549, recante "Norme a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente. Trasmissione Relazione anno 2016

Si riferimento alla Relazione di cui in oggetto, trasmessa con nota del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, prot. n.12042.19-05-2017, già pervenuta a codesta Direzione.

Al riguardo, preso atto che risultano pervenute le valutazioni espresse dell'Istituto Superiore di Sanità, si chiede di voler provvedere direttamente, come di consueto, agli adempimenti di cui alla normativa emarginata in oggetto, presso il succitato Dicastero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, tenendo contestualmente informato lo Scrivente.

IL CAPO DELL'UFFICIO LEGISLATIVO

(Avv. Maurizio Borgo)



Istituto Superiore di Sanità

Istituto Superiore di Sanità
 Prot. 11/09/2017-0026545

 Class: DAS 01.00

Prot. N. 17136/DAS 01

Proposta ad N

Allegato

**Ministero della Salute
 Direzione Generale della
 Prevenzione Sanitaria- Ufficio IV
 Dott. Ranieri Guerra
 Viale Giorgio Ribotta, 5
 00144 Roma**

OGGETTO: Richiesta contributi tecnici Relazione ex art. 13, comma 1, della legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante "Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente".
 Trasmissione relazione anno 2016.

Vista la richiesta avanzata da codesta amministrazione finalizzata ad ottenere il parere dell'Istituto Superiore di Sanità, tenuto conto che l'Istituto esprime il proprio parere, di natura squisitamente tecnico-scientifica, avuto riguardo esclusivamente alle notizie ed agli elementi forniti dallo stesso richiedente,

si rappresenta quanto di seguito.

La relazione trasmessa dalla DGPRE del Ministero della Salute presenta le risultanze dell'attività di monitoraggio dei livelli di ozono stratosferico e della radiazione ultravioletta al suolo svolta dal CETEMPS/Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche dell'Università degli Studi dell'Aquila su incarico del MATTM, per ottemperare agli obblighi previsti dall'art. 13 della Legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante "Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente", così come modificata dalla legge 16 giugno 1997 n. 179.

La relazione descrive l'attività di monitoraggio, effettuata nel periodo Gennaio-Dicembre 2016, relativa sia alle misure dei profili di ozono stratosferico che alle misure continue della radiazione UV-A e UV-B al suolo, ottenute, rispettivamente, mediante lanci di palloni-sonda con sensori e piranometri posti al suolo, questi ultimi, tuttavia, non più operativi a partire dal giugno 2016.

Essa illustra altresì le principali risultanze ottenute dall'analisi dei dati misurati; tale analisi è stata finalizzata all'individuazione di eventuali peculiarità climatologiche del profilo verticale della densità di ozono ed alla verifica di eventuali trends nel contenuto di ozono in differenti regioni dell'atmosfera.

L'analisi dei dati è stata svolta su base pluriennale, utilizzando i dati di ozono -sondaggi e radio-sondaggi presenti nel database dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS, relativi al periodo 1994-2016.

Si segnala, al riguardo, quanto segue, tenendo conto che il documento è stato trasmesso con una scarsa qualità che purtroppo non consente di apprezzare alcune informazioni espresse in forma grafica (es. fig. 3 a pag. 8).

Lo studio dei trend decennali dell'ozono nei vari strati dell'atmosfera evidenzia un aumento, statisticamente significativo, dei livelli di ozono nell'alta stratosfera, sopra i 25 km di altezza. Tenuto conto della capacità di assorbimento da parte dell'ozono stratosferico della radiazione solare UV, notoriamente pericolosa per gli esseri viventi, tale aumento assume una valenza particolarmente positiva ai fini della salvaguardia della salute.

Si registra, per contro, nel dato locale, una tendenza all'aumento del contenuto di ozono tra stratosfera e troposfera, intorno ai 10 km di altezza. Tale aumento andrebbe maggiormente indagato al fine di individuarne le cause con maggiore precisione, considerato sia il ruolo decisivo svolto dall'ozono nella chimica dei bassi strati dell'atmosfera sia gli effetti dell'ozono stesso sulla salute umana e sull'ambiente.

L'interruzione delle attività di osservazione della radiazione UVA e UVB dal giugno 2016, dovuta alla mancata operatività dei piranometri, non consente di effettuare le consuete correlazioni con l'ozono stratosferico su base annuale; è stata, per contro, analizzata l'intera serie temporale dell'irradianza solare UV-A ed UV-B presente nel database dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS, relativa al periodo 2004-2015, che non ha tuttavia evidenziato particolarità nell'andamento dei dati.

Complessivamente, le attività descritte dalla relazione in oggetto, rispondono alle esigenze di monitoraggio dei livelli di ozono stratosferico e della radiazione ultravioletta al suolo prevista dalla normativa vigente a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente.

Tali attività risultano peraltro di estremo interesse anche per le valutazioni inerenti le interazioni tra cambiamenti climatici ed i gas serra, soprattutto quelli a vita breve come l'ozono, che contribuiscono a determinare la qualità dell'aria nei bassi strati dell'atmosfera con effetto diretto sulla salute della popolazione.

Il Direttore del Dipartimento
Ambiente e connessa prevenzione primaria
Dott.ssa Eugenia Dogliotti

