

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA  
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



MONITOREO DEL OZONO ESTRATOSFÉRICO  
EN MARCAPOMACOCHA

NOVIEMBRE 2014



OMM-NOAA - Programa de Vigilancia Atmosférica Global

RESPONSABLES:

**Lic. EDSON PLASENCIA SÁNCHEZ**

**Bach. JUAN TACZA ORDÓÑEZ**

**Sra. JULIA ASTUDILLO CAPCHA**

REVISOR:

**Dr. JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**

DIRECCION DE INVESTIGACION CIENTIFICA  
D.I.C.

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y ASUNTOS AMBIENTALES  
D.G.I.A.

LIMA - PERU

MONITOREO DEL  
OZONO ESTRATOSFÉRICO  
EN MARCAPOMACocha  
YAULI – JUNIN - PERÚ



Vol. 3, Año 3, N° 10

DICIEMBRE 2014

**Ing. Amelia Díaz Pablo**  
Presidenta Ejecutiva

**Ing. Constantino Alarcón Velázquez**  
Secretario General

**Ing. Esequiel Villegas Paredes**  
Director Científico

**Ing. José Silva Cotrina**  
Director General de Investigación y  
Asuntos Ambientales

**Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez**  
Director de Investigación Científica

**Sra. Julia Astudillo Capcha**  
**Bach. Juan Tacza Ordoñez**  
**Lic. Edson Plasencia Sánchez**  
Responsable Técnico

**Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez**  
Revisor Técnico



**INDICE**

**RESUMEN 2**

**NIVELES LOCALES  
DE OZONO 2**

**NIVELES MUDIALES Y  
REGIONALES DE OZONO 5**

**NIVELES POLARES  
DE OZONO 7**

**CONCLUSIONES 9**

**BIBLIOGRAFÍA 10**



---

## **PROGRAMA DE VIGILANCIA ATMOSFÉRICA GLOBAL**

### **INFORME DEL ESTADO DE LA CAPA DE OZONO**

#### **ESTACIÓN 0087 MARCAPOMACOCHA**

**NOVIEMBRE 2014**

#### **1.- RESUMEN**

En el marco del programa conjunto NOAA-OMM denominado “Vigilancia Atmosférica Global” (VAG), durante el mes de NOVIEMBRE de 2014 en la estación de monitoreo de Marcapomacocha, ubicada a 4470 m.s.n.m. en las inmediaciones de la laguna del mismo nombre en el departamento de Junín, Perú, fue posible realizar observaciones solo en 22 de los 30 días del mes; obteniéndose un total de 246 observaciones del estado de la capa de ozono utilizando el Espectrofotómetro tipo Dobson N°0087.

El 78% de las observaciones realizadas corresponden a observaciones hechas en presencia de un cielo despejado y con el equipo enfocado directamente hacia el sol (observaciones DS), las demás observaciones se realizaron en presencia de un cielo con nubes y con el equipo enfocado o bien a la base de las nubes (observaciones ZC) o bien hacia una zona despejada del cielo (observaciones ZB).

#### **2.- NIVELES LOCALES DE OZONO**

Siguiendo la metodología del Programa VAG, luego de revisar la consistencia estadística de las observaciones, se estimaron las concentraciones diarias de ozono atmosférico tomando en cuenta solo las observaciones DS, de esta manera, durante el mes de NOVIEMBRE 2014 la concentración promedio del ozono total sobre la Estación Marcapomacocha fue 249 UD (unidades dobson).

La Figura 1 muestra gráficamente la evolución de las concentraciones promedio diarias de ozono obtenidas mediante el espectrofotómetro (D087).

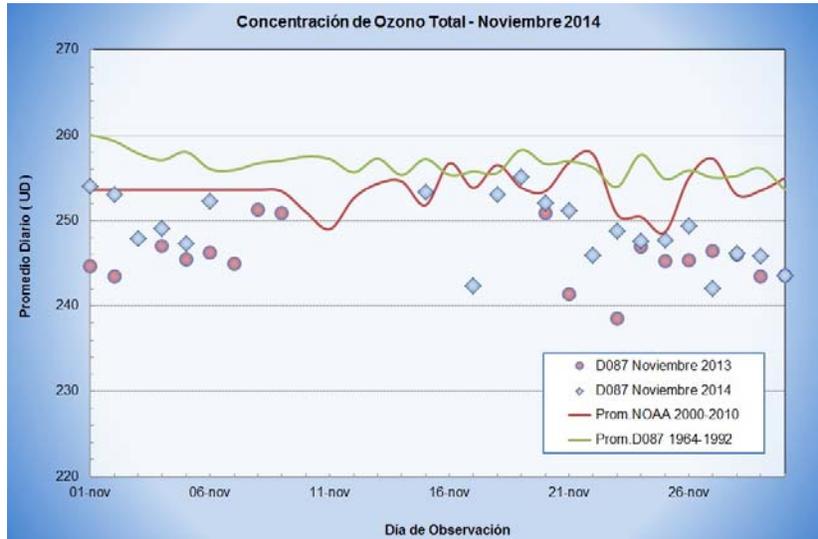


Figura 1 – Concentraciones diarias promedio de ozono, D087, NOVIEMBRE 2014

Elaboración: Edson Plasencia Sánchez

Los datos provenientes del satélite OMI mostraron un valor de ozono atmosférico promedio mensual de 252 UD para el pixel de 0.25° x 0.25° que contienen la ubicación de la Estación Marcapomacocha. La Figura 2 muestra los promedios diarios del mes.

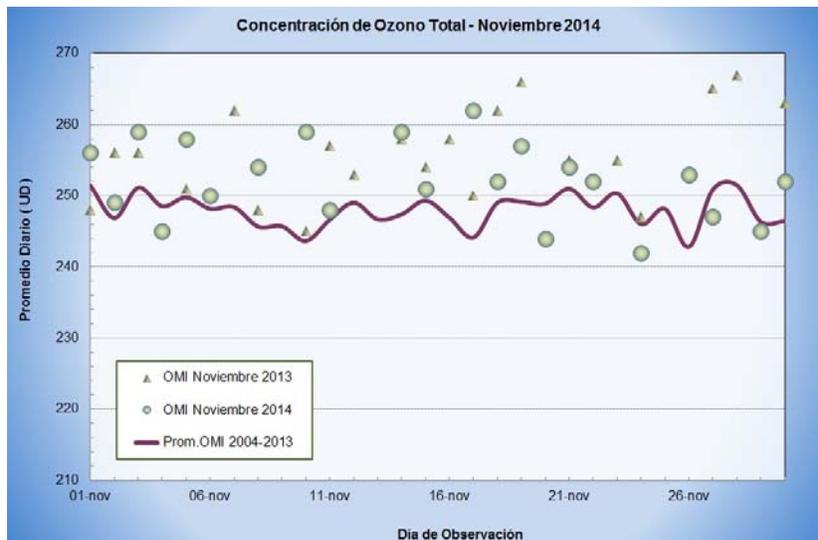


Figura 2 – Concentraciones diarias promedio de ozono, OMI, NOVIEMBRE 2014

Elaboración: Edson Plasencia Sánchez

De las Figuras 1 y 2 se tiene que ambos conjuntos de valores se alejan ligeramente de sus valores promedios históricos diarios, aunque coinciden bastante bien a nivel mensual. La Figura 3 da cuenta de esta situación.

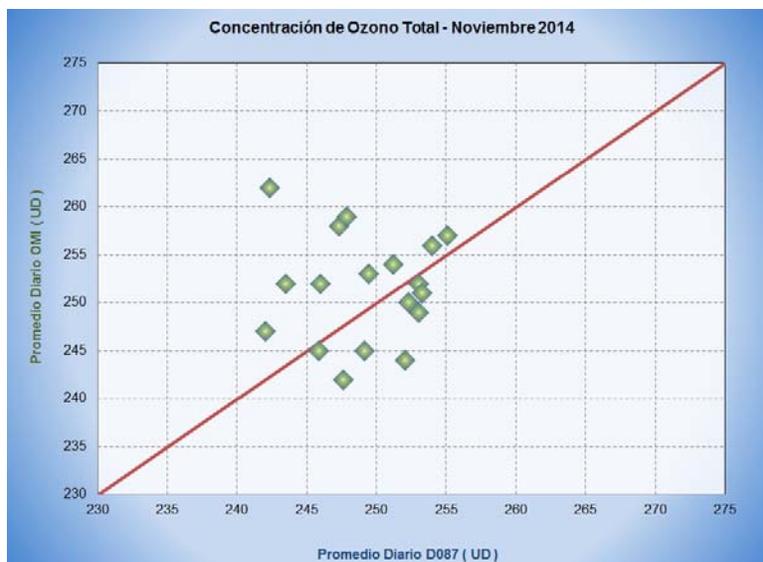


Figura 3 – Ozono Total promedio diario, valores OMI versus D087, NOVIEMBRE 2014

Elaboración: Edson Plasencia Sánchez

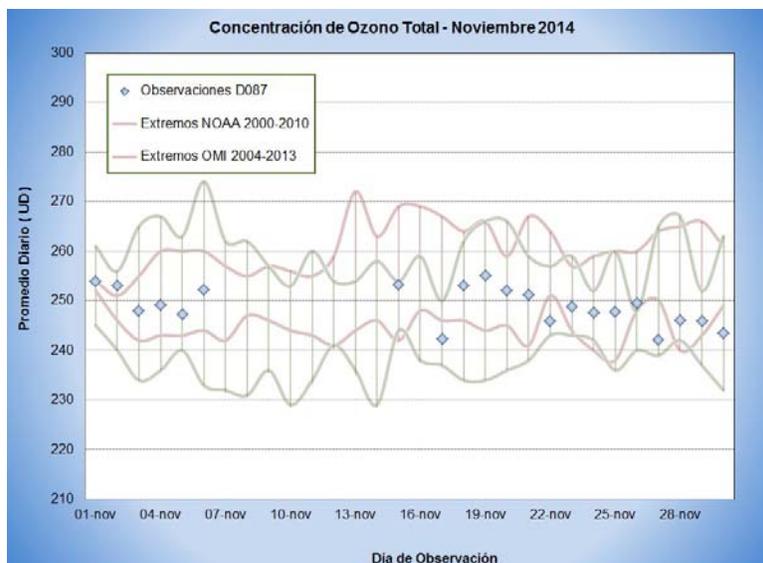


Figura 4 – Ozono Total diario, D087 versus extremos históricos, NOVIEMBRE 2014

Elaboración: Edson Plasencia Sánchez

De la Figura 4 se tiene que, aunque la mayoría de concentraciones observadas en NOVIEMBRE 2014 se encuentran dentro del rango de variabilidad histórica, algunas de ellas constituyen nuevos mínimos absolutos.

La variabilidad promedio mensual de NOVIEMBRE 2014 resulta ser 4 UD, lo cual equivale al 1.5% de la concentración de ozono promedio del mes y se encuentra dentro de los valores típicos, por lo que, todas las observaciones se consideran válidas en NOVIEMBRE 2014.

**Se contactó con la NOAA vía correo electrónico para dar cuenta de las observaciones realizadas con un equipo de su propiedad.**

### 3.- NIVELES MUNDIALES Y REGIONALES DE OZONO

Aunque durante el mes de NOVIEMBRE 2014 las regiones tropicales tuvieron niveles de ozono mucho más bajos que las regiones polares (ver Figura 5), en la Antártida se presentaron las concentraciones más bajas (semejantes a 150 UD), mientras que tanto en pacífico norte como en el atlántico norte se presentaron las mayores anomalías negativas de hasta -10UD (ver Figura 6).

En Sudamérica, la zona central experimentó en general los niveles más bajos de ozono, sin embargo, la Patagonia experimentó hasta 3 episodios (días) con niveles excepcionalmente bajos de hasta 225UD (ver Figura 7).

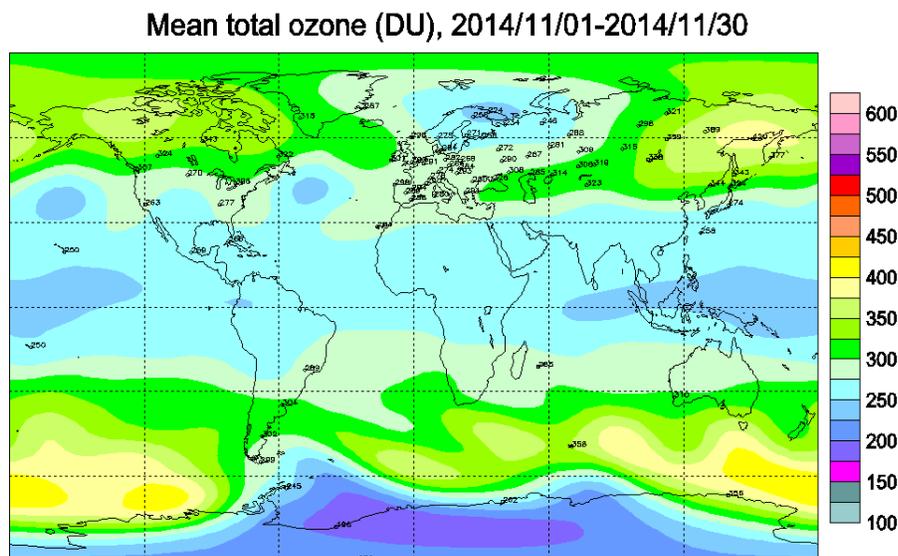


Figura 5 – Ozono Total promedio en el mundo, NOVIEMBRE 2014  
Tomado de: <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>

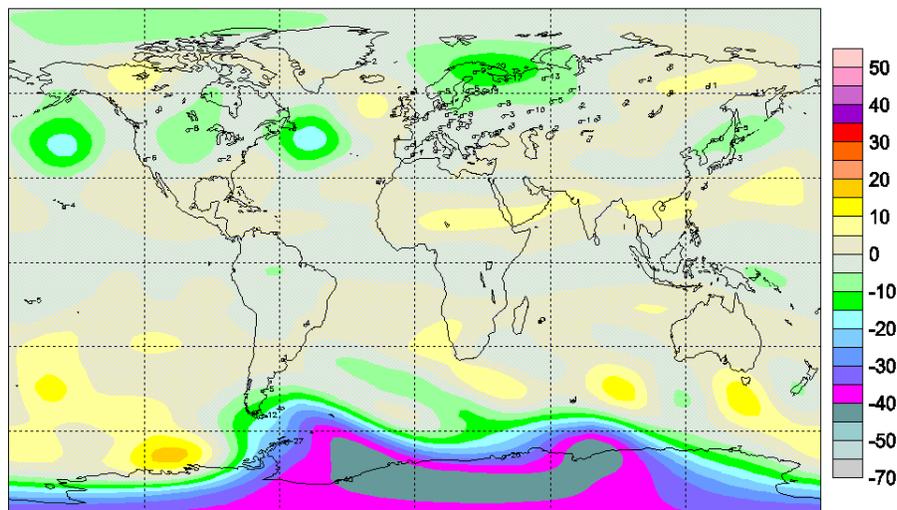


Figura 6 – Anomalías de Ozono Total en el mundo, NOVIEMBRE 2014  
Tomado de: <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>

Utilizando los datos que envía diariamente el sensor OMI a bordo del satélite Aura (NASA-USA), la comunidad científica internacional puede elaborar mapas como los que se muestran en la Figura 7.

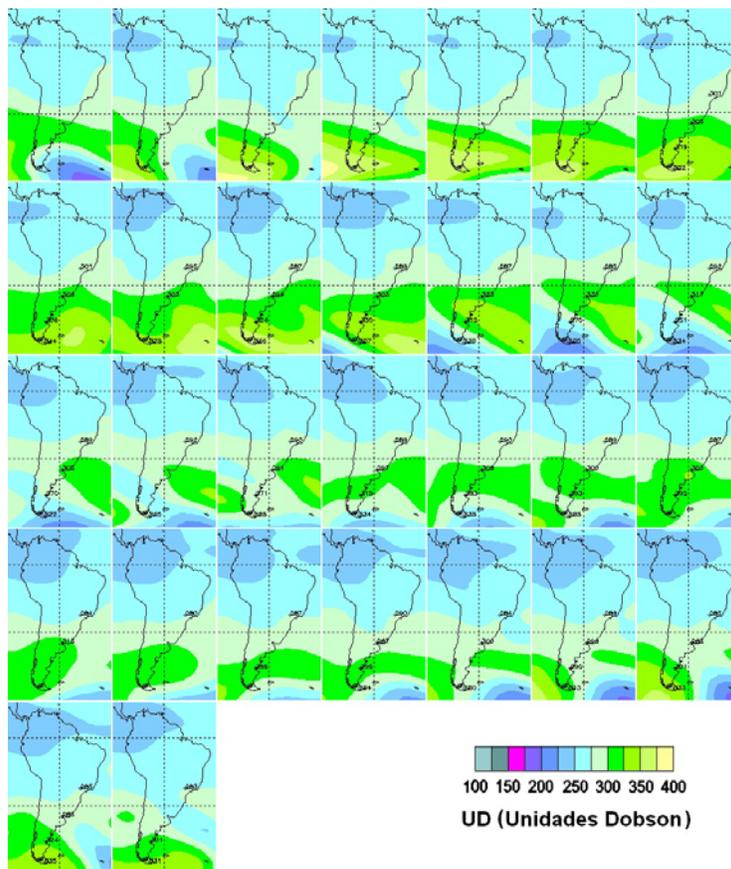


Figura 7 – Evolución diaria del ozono en Sudamérica, NOVIEMBRE 2014  
Adaptado de: <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>

En la Figura 7 se observa que el Perú experimentó niveles de ozono más bajos que sus países vecinos y que Tumbes experimentó excepcionalmente durante el mes de NOVIEMBRE 2014, 20 días con los niveles de ozono más bajos del país (el 67% del mes).

#### 4.- NIVELES POLARES DE OZONO

Durante el mes de NOVIEMBRE de 2014 se proyectó el “agujero de ozono” sobre el extremo sur de la Patagonia, hasta en 3 oportunidades (ver Figura 7).

Por otro lado, se conoce que en el ciclo dinámico de generación y destrucción del ozono estratosférico (Chapman,1930), las temperaturas frías en la región polar favorecen la generación de nubes estratosféricas y la destrucción del ozono, en ese sentido, la tendencia estacional de la temperatura del aire en la estratósfera baja (al nivel de 70 hPa) podría señalar la tendencia de las concentraciones medias de ozono atmosférico.

En la Figura 8 se presenta la marcha de la temperatura atmosférica media entre los 65 y 90°S desde NOVIEMBRE 2013 hasta NOVIEMBRE 2014.

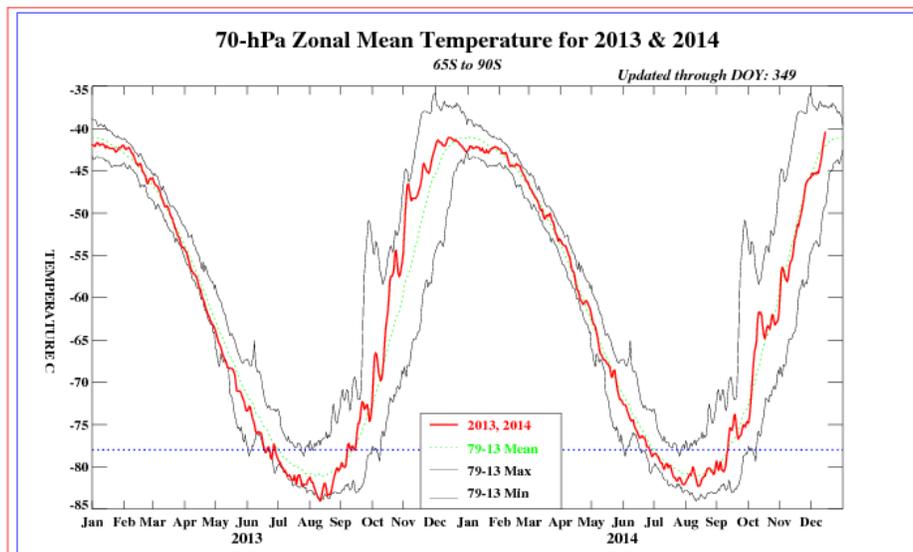


Figura 8 – Evolución de la temperatura atmosférica media entre los 65 y 90° S  
Tomado de: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/temperature/>

De la Figura 8 se tiene que, durante NOVIEMBRE de 2014 la temperatura de la alta atmosfera se mantuvo dentro de sus niveles típicos.

Las nubes estratosféricas polares ejercieron su máxima influencia anual, haciendo que la temperatura atmosférica promedio regional se mantenga por debajo del umbral térmico necesario para la formación de nubes estratosféricas polares (-78°C) (ver Figura 8).

Tanto en NOVIEMBRE 2013 como en NOVIEMBRE 2014, la temperatura atmosférica promedio regional estuvo dentro de sus niveles promedio histórico, por lo que en los próximos meses debería continuar incrementandose dentro del amplio rango de variación que posee a nivel histórico (periodo 1978-2008)(ver Figura 8).

La extensión del llamado “Agujero de la Capa de Ozono” (zonas donde las concentraciones totales de ozono son menores a 220 UD) en NOVIEMBRE 2014 superó ligeramente su promedio histórico, alcanzado una extensión promedio de 9 millones de kilómetros cuadrados (ver Figura 9).

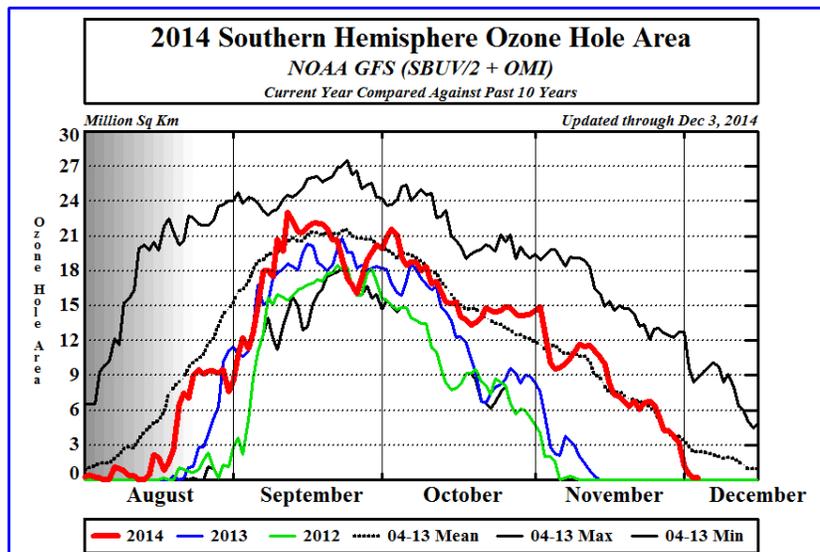


Figura 9 – Ausencia del “Agujero de la Capa de Ozono” sobre la Antártida  
Tomado de: [http:// www.cpc.ncep.noaa.gov](http://www.cpc.ncep.noaa.gov)

---

## 5.- CONCLUSIONES

1. Durante el mes de NOVIEMBRE de 2014 en la Estación de Vigilancia Atmosférica Global Marcapomacocha solo fue posible realizar observaciones directas durante 21 de los 30 días del mes, principalmente debido a los descansos semanales de los 2 operadores de la estación y a las condiciones ambientales.
2. Los resultados de Nivel 3 de las observaciones satelitales realizadas por la NASA sobre el pixel de  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$  que contiene a la ubicación de la Estación VAG Marcapomacocha, corresponden solo a 22 de los 30 días del mes de NOVIEMBRE de 2014.
3. Las concentraciones promedio diarias de Ozono Total en cada serie de datos, se encuentran ligeramente alejadas de sus valores promedio históricos (2000-2010 para las observaciones en tierra y 2004-2013 para las observaciones satelitales), pero aún dentro de sus valores máximos y mínimos históricos.
4. Existe una ligera variabilidad entre algunos pares de valores diarios, pero, una buena coincidencia hacia los valores promedio mensuales de ambas series de datos.
5. Los valores extremos (máximo y mínimo) de Ozono Total observados en Marcapomacocha mediante un espectrofotómetro tipo Dobson, fueron 255 y 242 UD, mientras que, de acuerdo al sensor OMI utilizando por la NASA, los valores extremos fueron: 263 y 249 UD.
6. La extensión del área con valores significativamente pequeños de Ozono Total en el hemisferio sur, es decir, aquella donde la concentración del ozono total es menor a 220 UD (área conocida como

“Agujero de la Capa de Ozono”) fue ligeramente mayor a su promedio histórico solo unos días a mediados del mes.

7. La temperatura del aire en la estratosférica baja (70 hPa) se mantuvo dentro de sus niveles promedio históricos, con temperaturas más allá del umbral para formación de nubes estratosféricas polares (precursoras del “Agujero de la Capa de Ozono”) alcanzando sus valores mínimos anuales.

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

1. Global Atmosphere Watch Programme Website  
World Meteorological Organization  
Disponible en: [http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw\\_home\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html)  
Consultada en: 15/12/2014
2. Informe Técnico de Observaciones Dobson – NOVIEMBRE 2014  
Juan Tacza Ordoñez  
Oficio N°11/SENAMHI-DGIA-JTO/2014, presentado el 02/12/2014  
DGIA – SENAMHI
3. OMI Ozone data  
National Aeronautics and Space Administration – USA  
Disponible en: <http://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/OMIOzone.md>  
Consultada en: 15/12/2014
4. Southern Ozone Hole Size  
National Weather Service – NOAA – USA  
Disponible en: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/sbuv2to/ozone\\_hole.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/sbuv2to/ozone_hole.shtml)  
Consultada en: 15/12/2014
5. Global Temperature Time Series  
National Weather Service – NOAA – USA  
Disponible en: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/temperature/>  
Consultada en: 15/12/2014
6. Ozone Maps  
Environment Canada  
Disponible en: <http://es-ee.tor.ec.gc.ca/e/ozone/ozonecanada.htm>  
Consultada en: 15/12/2014
7. A Theory of Upper-Atmospheric Ozone, 1930  
Sydney Chapman  
Memoirs of the Royal Meteorological Society 3 (26) 103-25
8. On Ozone and Atomic Oxygen in the Upper Atmosphere, 1930  
Sydney Chapman  
Philosophical Magazine 10: 369-383