



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
-SENAMHI-**



**ACTIVIDAD DEL PLAN OPERATIVO
INSTITUCIONAL**

**VARIACIÓN HORARIA DE LA
RADIACIÓN ULTRAVIOLETA-B EN
LA ANTARTIDA**

RESPONSABLE : ING. ORLANDO CCORA TUYA

COLABORADORES : SO1 FAP WALTER ROJAS MEZA

I TRIMESTRE 1999

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO**



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
-SENAMHI-

**VARIACION HORARIA DE LA
RADIACION ULTRAVIOLETA-B EN
LA ANTARTIDA**

RESPONSABLE : ING. ORLANDO CCORA TUYA

COLABORADORES : TC3 FAP WALTER ROJAS MEZA

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

172010

DIS/DGIA

PRESENTACION

A puertas del siglo XXI una de las principales preocupaciones de la humanidad es la preservación del medio ambiente global y la conservación de los recursos naturales que han venido sufriendo las consecuencias del desarrollo industrial del hombre.

El cambio climático global, efecto invernadero, agotamiento de la capa de ozono estratosférico, incremento de la radiación ultravioleta, desertificación, etc. Son entre otros, problemas actuales que llaman la atención de la comunidad científica internacional y de los gobiernos e instituciones de carácter regional y mundial.

El Senamhi como ente rectora de la Meteorología e Hidrología en el Perú no puede permanecer ajeno a esta preocupación mundial y es por ello que a través del Centro de Investigación y Desarrollo – CID viene monitoreando la radiación ultravioleta – B y en forma muy restringida la capa de ozono.

En estos últimos años el Perú viene participando activamente en las expediciones a la Antártida, motivo por el cual es necesario la realización de estudios de investigación en el área, por ejemplo medio ambiental.

El presente estudio marca el inicio de una sucesión de investigaciones respecto al agotamiento de la capa de ozono estratosférico y el consecuente aumento de la radiación ultravioleta tipo B, que es perjudicial a todas las formas de vida en la tierra. En él se podrá encontrar información científica de interés y datos precisos de niveles de radiación que se reciben en la Estación Antártica peruana Machu Picchu.

ANTECEDENTES

La composición básica de la atmósfera, según se estima, no ha cambiado durante millones de años, aunque compuestos como el CO₂ efectivamente han variado.

Las moléculas de ozono concentradas principalmente en la altura los 15 y 35 km han determinado la estructura térmica de la Estratósfera y al absorber la nociva radiación ultravioleta, han salvaguardado la vida sobre el planeta. Desde mediados del siglo pasado, los seres humanos han venido liberando hacia la atmósfera productos químicos que destruyen el ozono y transtornan el equilibrio natural.

En la década del 70, a partir de las constantes observaciones y monitoreo realizados por científicos, se descubre el "agujero" de ozono antártico.

En los dos últimos decenios la reducción del 10% de los valores promedios de ozono, preocupa a la comunidad científica internacional, ésta reducción es mayor en los polos que en el trópico y latitudes medias.

La OMM como organismo mundial que tiene como una de sus funciones el estudio y vigilancia del clima y el agua, así como la preservación del medio ambiente establece redes de observación (Red de la Vigilancia Atmosférica Global – VAG y Sistema Mundial de Observaciones del Ozono – SMOO3) para tener la base científica y proponer acciones concretas orientadas a mitigar y posteriormente evitar que se siga destruyendo la capa de ozono.

En 1992 el llamado Agujero de Ozono tenía un área de 25 millones de km. cuadrados llegando a los valores más bajos registrados hasta el momento de 110 m atm-cm (DOBSON UNIT), comparados con el valor promedio de 330 m atm-cm.

Durante la expansión del "agujero" de ozono a mediados de octubre de 1994, la intensidad de las longitudes de onda corta de UV-B, alrededor de los 300 nm. Aumentó cinco veces y aquellas cercanas a los 305 nm. Se duplicaron en comparación con las condiciones "normales" de ozono.

En 1985 se firma el Convenio de Viena, sobre protección de la capa de ozono y posteriormente en 1987 se suscribe el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono,

siendo éste, un modelo de acuerdo de protección ambiental internacional por el compromiso de las partes que lo suscriben en su ejecución y estricto cumplimiento.

EL OZONO Y LA RADIACION ULTRAVIOLETA – B (UV-B)

Los rayos X solares, las radiaciones ionizantes y las radiaciones ultravioletas más cortas que 190 nm (nanómetros) son totalmente removidos por las moléculas de aire en la atmósfera alta (mesósfera y termósfera). En la estratósfera, las radiaciones UV bajo 242 nm son completamente absorbidas por el oxígeno y el ozono. Las radiaciones entre 242 nm y aproximadamente 300 nm. son casi totalmente absorbidas por el ozono y este compuesto es el único efectivo para absorber estas radiaciones. El ozono absorbe también, en parte, las radiaciones UV sobre 340 nm. y muy débilmente algunas radiaciones visibles. En la figura N°1 se encuentra el espectro de absorción del ozono y el porcentaje de radiación transmitida en función de la longitud de onda.

Corrientemente se expresa la cantidad de ozono en la atmósfera en términos del espesor de una capa equivalente de ozono puro, en milímetros o centímetros a temperatura y presión normal. En la misma figura 1 se representa la fracción de luz transmitida por una capa de ozono de 0.23 cm. Que corresponde a una cantidad promedio muy aproximada a la observada en la atmósfera, a latitudes bajas (ecuatoriales).

La cantidad y calidad de radiación que recibe la tierra depende de variados factores, siendo los más significativos los siguientes:

1. El espectro de irradiación solar fuera de la atmósfera.
2. El ángulo de zenit solar.
3. La naturaleza y cantidad de la dispersión (scattering molecular y por aerosoles), difusión y absorción de las radiaciones por los constituyentes de la atmósfera).
4. El albedo (potencia reflectiva de un cuerpo) de la superficie en cuestión.

El ozono es continuamente amenazado por las actividades del hombre, especialmente por las explosiones atómicas, los vuelos estratosféricos y el uso de sustancias químicas como los CFC (freones) y los compuestos halogenados de los sistemas contraincendio fijos y portátiles.

OBJETIVOS

- a. Desarrollar series de datos de UV – B y de ozono estratosférico en la estación científica peruana Machu Picchu, disponiendo de un banco de datos propios que abarque períodos de tiempo aceptables para la determinación de tendencias y contribuir al Centro Mundial de Datos del Ozono y Radiación Ultravioleta de la OMM.
- b. Brinda información científica a las instituciones de salud para que desarrollen programas de prevención sobre los peligros de la exposición a la radiación UV – B, especialmente en el área de Neoplásicas.
- c. Mantener una constante vigilancia de los procesos atmosféricos regionales o globales que tengan impacto en las condiciones ambientales de nuestro país, promover el desarrollo de nuevas actividades científicas en el Perú.

EQUIPOS, MATERIALES Y METODOS

Para las mediciones se contó con un sensor UV-BIOMETER 501 de marca SOLAR LIGHT de procedencia USA, el cual estuvo a cargo del Mayor FAP Luis Sotomayor destacado en la Base Científica de Machu Picchu, además este equipo fue facilitado en calidad de préstamo por el SENAMHI.

Dicho equipo ha permitido tomar una serie de datos de radiación UV – B en la estación Machu Picchu, que aunque son de un período muy corto, nos permitirán tener una referencia sobre la cantidad de radiación UV – B que se recibe en la Antártida durante el verano austral.

Los materiales empleados fueron insumos PAD, Útiles de escritorio y posteriormente servicios de impresión y otros complementarios.

La metodología de trabajo empleada fue la siguiente:

- a. Fijar las coordenadas del punto en que se realizan las mediciones.
- b. Toma de datos en forma ininterrumpida durante las 24 horas del día, en intervalos de 30 minutos.
- c. Transferencia de los datos de UV – Biometer 501 a una computadora portátil mediante el Protocolo de Comunicaciones PROCCOM PLUS 2.0
- d. Elaboración de informe sobre el comportamiento de la radiación UV – B, incluyendo gráficos, datos procesados y reportes científicos de investigaciones realizadas en otros países. Esta parte del estudio es la que requiere de mayor dedicación, ya que debe integrar los datos en forma horaria y a cada par de datos aplicarles el factor de conversión establecido para obtener valores en w/m² para cada hora.
- e. Mantenimiento del equipo de acuerdo a especificaciones técnicas.

RESULTADOS OBTENIDOS

- a. Se ha obtenido una serie de datos de radiación UV – B en la Estación Científica Machu Picchu, que puede ser el principio de la formación del Banco Nacional de datos de Ozono y UV – B en la Antártida; lo que permitirá ampliar las investigaciones en la determinación de la tendencia del estado de la capa de ozono. Luego del período de observaciones realizadas se han obtenido los siguientes valores de radiación UV – B :

1. Promedio de valores máximos diarios	0,34443 w/m ²
2. Valor máximo registrado el día 30/01/99 a las 13:30 hrs.	0,43681 w/m ²
3. Intensidad acumulada diario promedio	3,12 w/m ²
4. Rango promedio de valores acumulados diarios entre:	0,185 y 0,436 w/m ²
5. Total acumulado en 18 días	56,31 w/m ²

6. Se ha podido observar que la mayor cantidad de radiación UV se recibe entre las 12:00 y 14:00 horas en la Estación Peruana Machu Picchu, apareciendo los primeros registros a las 06:00 horas y los últimos valores del día a las 18:00 horas.

- b. Estos valores se han obtenido procesando los datos registrados de un promedio de 13 horas netas al día de observaciones realizadas con el UV – Biometer 501 y han sido validados por el Departamento Científico de la Solar Light de Philadelphia – USA, luego de una consulta sobre las condiciones de los parámetros de calibración del equipo durante el muestreo. De acuerdo a los gráficos en los que se presenta el comportamiento de la UV – B en la Estación Científica Machu Picchu se puede decir que:

1. En la Isla Rey Jorge (Antártida), el cielo está entre nublado parcial y nuboso, se puede asumir que la dosis de radiación UV – B a las que se expone el personal que permanece en la Estación científica podrían ser mayores en épocas con cielo más despejado, especialmente en la primavera Austral cuando se profundiza el llamado "agujero de ozono antártico".
2. La radiación UV – B es un parámetro que se caracteriza por ser acumulativo, es decir que las dosis recibidas con exposiciones frecuentes se suman permanentemente hasta originar daños irreversibles. Los valores acumulados diarios que oscilan entre 0,18 w/m² y 0,44 w/m²; así como el acumulado de los 18 días netos de registros que dan un total de 56,31 w/m², son valores que se deben tomar en cuenta para calcular el nivel de daño que se puede originar en las poblaciones del Perú.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. Luego de analizar los datos de ozono recibidos para el mismo período, se ha observado que a pesar de la insuficiente cantidad de datos de radiación UV – B en un largo plazo y de que la intensidad de la radiación media depende de la cobertura de nubes, el albedo, aerosoles en suspensión y presencia de SO₂, es posible establecer una buena correlación inversa entre la intensidad de radiación UV – B y la cantidad total de ozono.
- b. El ozono viene siendo afectado por las actividades del hombre, sobre todo por la emansión de sustancias químicas dañinas a la atmósfera como los CFC (clorofluorocarbonos) y los componentes halogenados que contienen bromo. Esto origina un aumento en la cantidad de radiación UV – B que llega a la superficie terrestre; lo que este trabajo nos permite es tener una base de datos propia para ponerla a disposición de los investigadores nacionales y estimar como este fenómeno afectará a la vida en el Perú. La disminución promedio del ozono se estima en un 9,5 a 10% cada año en la Antártida, calculado durante la formación del denominado "agujero de ozono". De acuerdo a esto se espera un aumento de aproximadamente 20% en las dosis de radiación UV- B que llega a la superficie terrestre, por ello al conocer los valores de radiación UV en territorio antártico y en el propio continente se pueden diseñar estrategias a mitigar los efectos que ello produzca en el país.
- c. No se tiene aún una fidedigna de los casos de cáncer de piel en el Perú y sobre todo a que causa se atribuye su ocurrencia, se conoce que en las partes como Arequipa y Puno se viene registrando un número importante de casos de cáncer de la piel atribuidas a la exposición de las personas a la radiación UV debido a su actividad (ganaderos, agricultores, etc.) al aire libre.
- d. El presente estudio se ha realizado tomando como base las observaciones realizadas en la Estación Científica Peruana Machu Picchu, con un sensor UV-Biometer 501 Solar Light; instrumento que es reconocido por la fidelidad de sus datos y ha participado en la última Intercomparación Mundial de radiómetros UV en Helsinki, Finlandia en Enero de 1995.
- e. Se hace necesario ampliar este tipo de investigación y estudios en el Perú, si fuera posible implementar una red de mediciones de radiación UV-B a nivel nacional, donde ya se cuenta con dos sensores uno en Lima y el otro en Arequipa, lo que permitiría tener un mapa nacional de UV-B, simultáneamente, en la Estación Científica Peruana Machu Picchu, hasta tener una serie de datos que permita la determinación de tendencias.
- f. Sería muy provechoso, implementar una política de concientización pública respecto al problema del agotamiento de la capa de ozono y su relación con el incremento de la radiación ultravioleta tipo B, que de los tres tipos de radiación UV que hay (A, B, C) es el mas peligroso para el hombre y todos los seres vivos del planeta.
- g. Es necesario que para la óptima realización de los proyectos científicos que participan en las expediciones peruanas a la antártida, se cuente con los fondos asignados con la suficiente anticipación para realizar las adquisiciones de materiales, equipos e insumos de acuerdo a lo programado.



RADIACION UV - B, ACUMULADO TOTAL (W/m²)
ESTACION CIENTIFICA PERUANA MACHU PICCHU

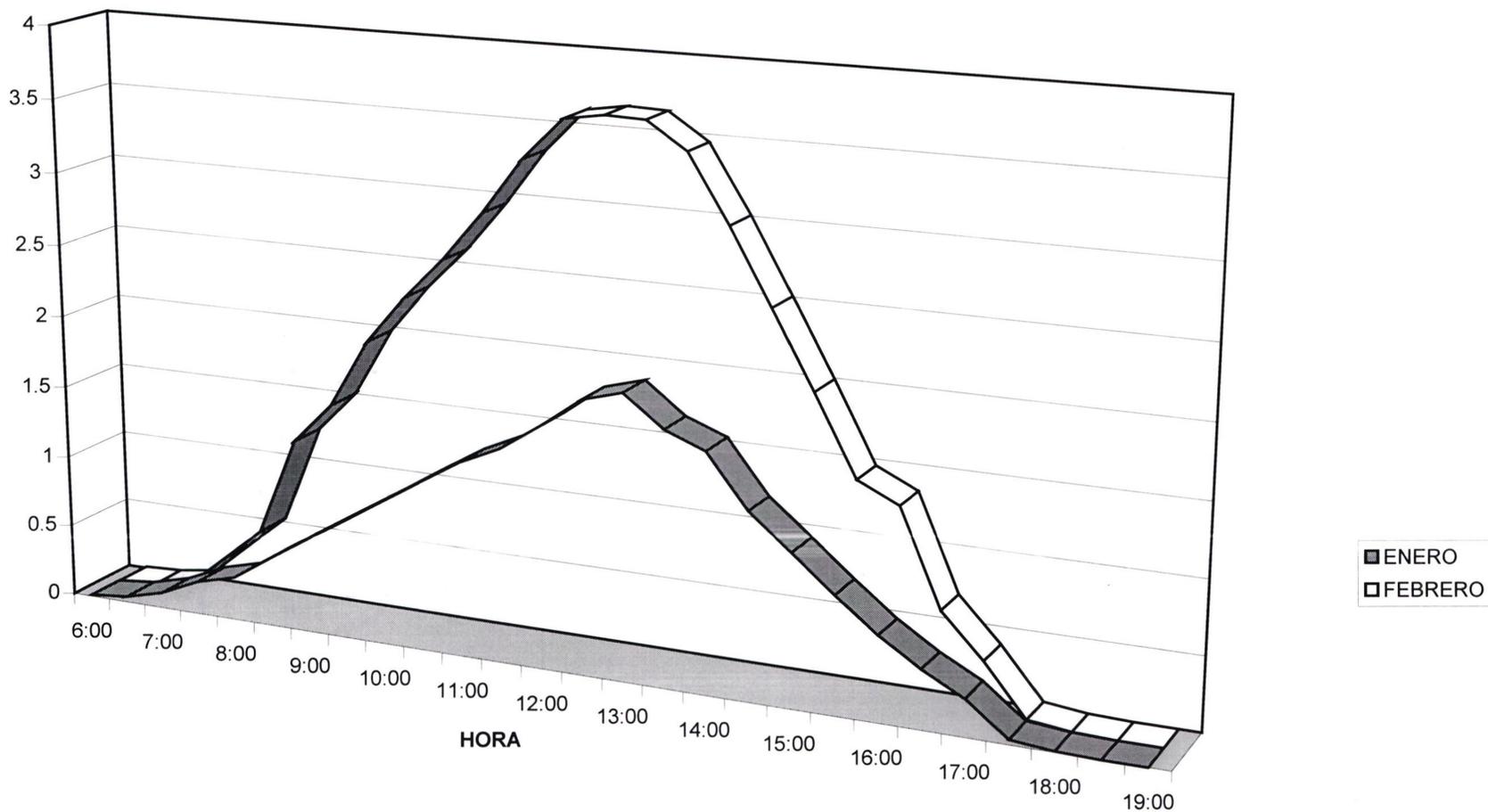
MES		Enero-99						TOTALES
HORA \ DIA	26	27	28	29	30	31		
6:00	0.00017	0.00854	0.00076	0.00054	0.00021	0.00043	0.01065	
6:30	0.00033	0.02975	0.00569	0.00125	0.00124	0.00126	0.03952	
7:00	0.00052	0.06045	0.03123	0.00652	0.00542	0.00568	0.10982	
7:30	0.00063	0.09248	0.03984	0.05322	0.01542	0.02861	0.2302	
8:00	0.00092	0.12974	0.05841	0.01258	0.04357	0.05624	0.30146	
8:30	0.00167	0.15003	0.07246	0.08521	0.07451	0.09854	0.48242	
9:00	0.00258	0.18905	0.08887	0.13564	0.10258	0.13658	0.6553	
9:30	0.00356	0.22413	0.10453	0.14443	0.16843	0.17895	0.82403	
10:00	0.00641	0.25692	0.12862	0.16951	0.23568	0.20006	0.9972	
10:30	0.00978	0.28864	0.16789	0.18457	0.26543	0.25486	1.17117	
11:00	0.01874	0.30349	0.21347	0.20123	0.28234	0.32136	1.34063	
11:30	0.02415	0.31895	0.22456	0.22638	0.31268	0.36215	1.46887	
12:00	0.03976	0.32456	0.26542	0.27852	0.35421	0.39456	1.65703	
12:30	0.04321	0.33445	0.34912	0.32561	0.38521	0.42846	1.86606	
13:00	0.05532	0.35321	0.37292	0.39854	0.40127	0.36215	1.94341	
13:30	0.07422	0.38436	0.32586	0.41226	0.43681	0.10101	1.73452	
14:00	0.18523	0.34975	0.25623	0.37415	0.40125	0.06277	1.62938	
14:30	0.06634	0.32123	0.17007	0.33658	0.35482	0.02451	1.27355	
15:00	0.05123	0.28986	0.11456	0.28567	0.29322	0.00199	1.03653	
15:30	0.03228	0.23973	0.08002	0.21569	0.22638	0.00524	0.79934	
16:00	0.01475	0.20298	0.04231	0.15408	0.15369	0.00952	0.57733	
16:30	0.00874	0.15756	0.02457	0.10594	0.09624	0.00528	0.39833	
17:00	0.00659	0.10549	0.01715	0.06524	0.05741	0.00145	0.25333	
17:30	0.00546	0.00666	0.00467	0.01259	0.00523	0.00043	0.03504	
18:00	0.00129	0.00246	0.00123	0.00241	0.00054	0.00025	0.00818	
18:30	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
19:00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
TOTALES	0.65388	5.12447	3.16046	4.18836	4.67379	3.04234		

RADIACION UV - B, ACUMULADO TOTAL (W/m2)
ESTACION CIENTIFICA PERUANA MACHU PICCHU

Febrero-99												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
0.00059	0.00085	0.00069	0.00087	0.00032	0.00046	0.00032	0.00081	0.00101	0.00082	0.00044	0.00073	0.00791
0.00245	0.00125	0.00157	0.00222	0.00389	0.00065	0.00075	0.00116	0.00354	0.00264	0.00061	0.0012	0.02193
0.00356	0.00741	0.00366	0.00939	0.00521	0.00091	0.00086	0.00628	0.00985	0.00787	0.00129	0.00567	0.06196
0.00766	0.01596	0.00624	0.12546	0.06421	0.00129	0.00149	0.0245	0.02547	0.01024	0.00561	0.00953	0.29766
0.01022	0.06245	0.0167	0.17524	0.0965	0.00361	0.00574	0.05487	0.06857	0.0128	0.00847	0.01298	0.52815
0.14553	0.2648	0.0785	0.21321	0.13213	0.00554	0.00956	0.09357	0.09799	0.07512	0.02975	0.06985	1.21555
0.17253	0.13782	0.13549	0.26999	0.18523	0.00887	0.10977	0.13597	0.11567	0.09039	0.05248	0.08677	1.50098
0.18234	0.19275	0.25639	0.30154	0.22531	0.10115	0.12385	0.17843	0.13684	0.10937	0.06325	0.10589	1.97711
0.19236	0.20012	0.30181	0.33677	0.26457	0.12503	0.19909	0.17969	0.15864	0.13594	0.09624	0.11969	2.30995
0.19965	0.22369	0.33695	0.35134	0.32568	0.15207	0.20147	0.19627	0.16369	0.16987	0.13642	0.13624	2.59334
0.22689	0.26255	0.35622	0.36553	0.38542	0.20127	0.23698	0.21563	0.17548	0.19653	0.15698	0.15147	2.93095
0.25636	0.30564	0.38799	0.39691	0.40123	0.2583	0.27854	0.24826	0.19741	0.22157	0.18634	0.16969	3.30824
0.26997	0.33916	0.40839	0.40034	0.43175	0.28967	0.31296	0.26845	0.20251	0.25869	0.22358	0.18637	3.59184
0.28133	0.32366	0.38953	0.35625	0.39658	0.30125	0.33263	0.27524	0.22568	0.30235	0.24555	0.20694	3.63699
0.22145	0.30153	0.3695	0.31244	0.37555	0.32419	0.35301	0.29362	0.25366	0.33464	0.27233	0.21584	3.62776
0.20777	0.2852	0.33365	0.28542	0.33251	0.29854	0.29542	0.29795	0.27123	0.31697	0.29657	0.22963	3.45086
0.18301	0.24598	0.31254	0.21547	0.25631	0.25465	0.22897	0.25642	0.25462	0.28777	0.30813	0.20158	3.00545
0.15004	0.20225	0.29652	0.15253	0.20159	0.22369	0.15846	0.20695	0.20154	0.25951	0.26941	0.18369	2.50618
0.10264	0.17542	0.28624	0.08521	0.17531	0.16587	0.10248	0.16315	0.16538	0.22654	0.20159	0.14367	1.9935
0.00856	0.12563	0.22583	0.01523	0.11235	0.12599	0.08547	0.12546	0.12693	0.20321	0.17364	0.12961	1.45791
0.00388	0.4678	0.20103	0.01035	0.00854	0.09588	0.0158	0.06824	0.09686	0.16456	0.12421	0.06548	1.32263
0.00258	0.10258	0.1597	0.00647	0.00452	0.05231	0.00789	0.0134	0.04231	0.12987	0.09635	0.05435	0.67233
0.00111	0.00658	0.13528	0.01252	0.00199	0.00164	0.00246	0.00687	0.00698	0.09789	0.0982	0.00961	0.38113
0.00065	0.0012	0.00965	0.00562	0.00098	0.00095	0.00099	0.00267	0.0012	0.00753	0.00851	0.00256	0.04251
0.00032	0.00096	0.00253	0.00112	0.00051	0.0003	0.00024	0.00068	0.00095	0.00124	0.00017	0.00051	0.00953
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2.83345	4.25324	5.0126	4.40744	4.38819	2.99408	3.0652	3.31454	3.00401	3.62393	3.05612	2.49955	

RADIACION ULTRAVIOLETA VARIACION HORARIA
ESTACION CIENTIFICA MACHU PICCHU (ANTARTIDA)

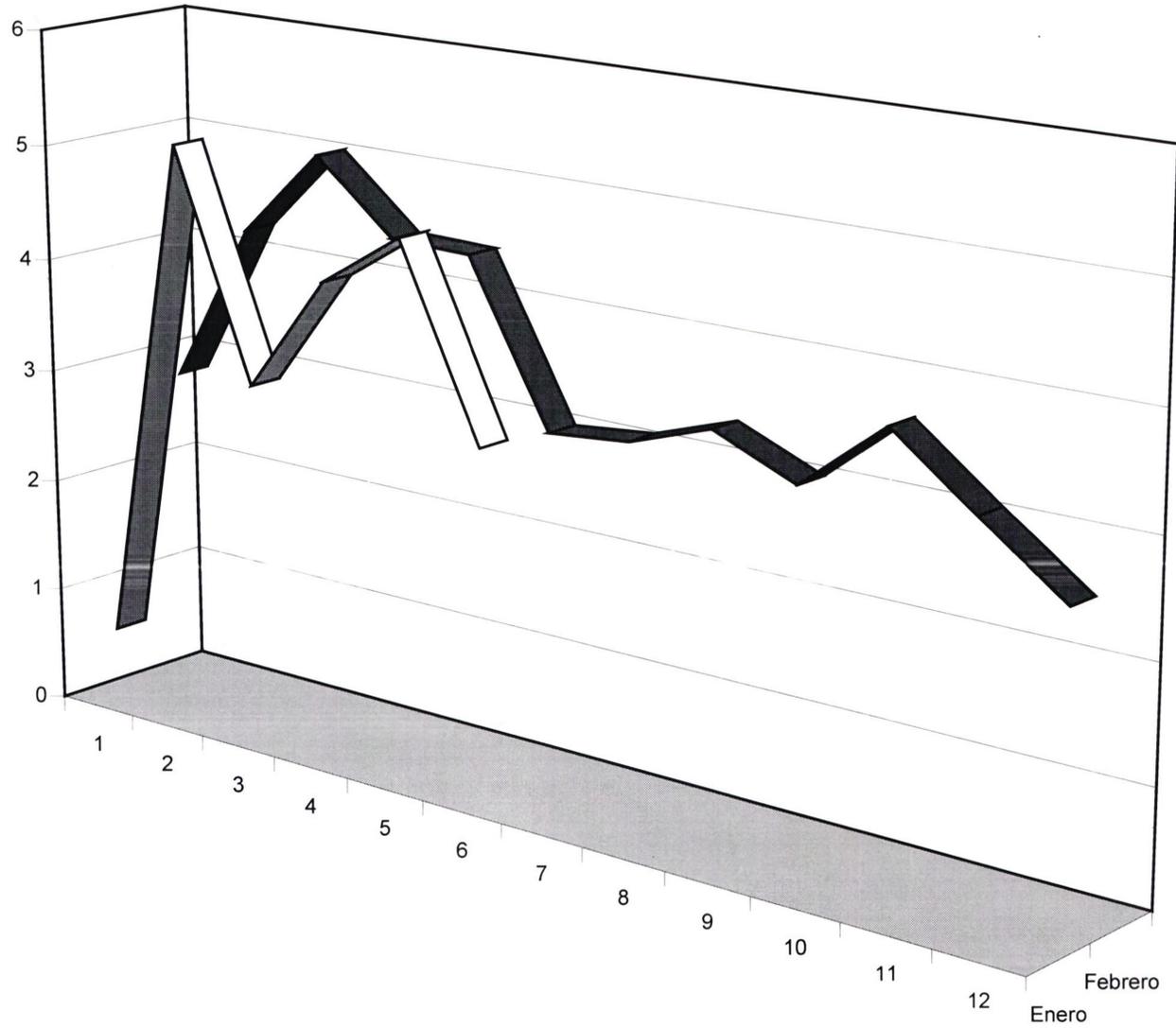
Watts/m²



VARIACION DIARIA DE LA RADIACION ULTRAVIOLETA

ESTACION CIENTIFICA MACHU PICCHU (ANTARTIDA)

Watts/m²



□ Enero
■ Febrero