

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA

"ANALISIS DE INFORMACION DE RADIACION GLOBAL EN LA CIUDAD

UNIVERSIDAD (1978-1984)".

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A :

MAURO GERMAN VALDES BARRON

MEXICO, D.F., 1988.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Capítulo	Pag.
Introducción	2
I.- Breve descripción de los flujos radiacionales en la atmósfera.	
I.1.- El flujo primario (Extra-atmosférico)	7
I.2.- Los flujos radiacionales en la atmósfera	13
II.- Aparatos de medición y registro.	
II.1.- Características generales	26
III.-Validación de la información de radiación solar.	
III.1.- Instrumentos utilizados en el Observatorio de Radiación Solar de Instituto de Geofísica	36
III.2.- Procesamiento primario de la información.	
III.2.1.- Control de los factores de transformación de los registradores	38
III.2.2.- El procesamiento	43
III.3.- El programa de validación y procesamiento final	45
IV.- Análisis de la serie de radiación global.	
IV.1.- Las curvas anuales promedio y la distribución de frecuencias	65
IV.2.- La fórmula de regresión de Ångström	66
IV.3.- Análisis de los resultados de la fórmula de regresión de Ångström	68
V.- Conclusiones	82
Bibliografía	88

INTRODUCCION

Planteamiento del problema.

El conocimiento del clima ha adquirido gran importancia en la medida que las actividades agrícolas e industriales han crecido. La influencia del desarrollo de algunas ciudades (entre las que se encuentra la Ciudad de México) en la modificación del medio ambiente, es un problema que ha requerido la atención de múltiples especialistas en diferentes ramas del conocimiento [28].

Para ello es importante el estudio de aquellos parámetros Físico-Meteorológicos que definen las condiciones climáticas de las distintas regiones del planeta, por ejemplo la temperatura de la superficie terrestre, el nivel de insolación, la frecuencia e intensidad de las precipitaciones pluviales y otros. Así por ejemplo, de acuerdo con algunos autores, la temperatura media anual de la superficie terrestre muestra una tendencia al enfriamiento que, de continuar, podría conducir a una glaciación dentro de 200 a 300 años. Sin embargo, en otros trabajos, considerando el incremento de los contaminantes antropogénicos en la atmósfera, se predice un calentamiento anormal en la superficie [5 y 8].

Los datos con que se cuenta para estos estudios son, en su mayoría, del presente siglo. Sólo algunos países cuentan con series de datos climatológicos del siglo pasado, aunque la diversidad de instrumentos y métodos de observación hace difícil la validación y aumenta la incertidumbre en las conclusiones obtenidas del análisis de ellas.

Es evidente que la radiación solar, fuente fundamental de energía para todos los procesos que se llevan a cabo en la atmósfera y superficie terrestre, es un parámetro que define en gran medida el clima y sus variaciones. Desgraciadamente, las series con que se cuenta son también restringidas: dentro de los parámetros meteorológicos es el último que se ha incorporado a las redes climatológicas y sólo a partir de 1956 logró establecerse una Escala Radiométrica Internacional (International Pyrheliometric Scale 1956), que permitió homogeneizar las medidas de radiación solar llevadas a cabo en diferentes países. Sin embargo, la validación de esta información comprende además el control de otros factores que pueden afectar de forma significativa los datos, como son: nivelación de los sensores, obstáculos en el horizonte, constante de respuesta (estabilidad en el tiempo y dependencia angular), acoplamiento con los registradores, errores de procesamiento, etc.. Una vez validado el dato de radiación solar puede convertirse en una información de gran importancia para el estudio del clima terrestre, así como para el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del

recurso solar como fuente alternativa de energía y otros estudios de importancia económica a corto y largo plazo.

Objetivo de la tesis.

El objetivo principal del presente trabajo es el de revisar la información de radiación global obtenida en el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM, sometiéndola a un proceso de validación integral que abarque: tipos de instrumento utilizados, constante de respuesta, condiciones de instalación, detección de errores de observación y de procesamiento, y el análisis estadístico básico. La revisión abarca también el análisis estadístico básico de los datos, con el fin de definir las características generales de este parámetro durante el periodo que abarca la serie

Importancia de la tesis

En el presente trabajo nos limitamos al análisis de los valores totales diarios (en $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{día}$) de radiación global. Las variaciones diurnas, por tanto, están alisadas y no influyen como tales en los resultados; las variaciones interanuales constituyen el foco de atención del análisis y pueden servir para caracterizar el régimen anual de radiación global en la Ciudad de México.

Habría que tomar en consideración que el punto de observación (estación Ciudad Universitaria), se encuentra en la parte sur de la Ciudad de México, y que las zonas centro y norte metropolitanas podrían tener diferencias significativas con aquella.

La importancia del trabajo radica en que se establece una metodología de validación de la radiación global que, con las modificaciones consecuentes, puede ser aplicada a la validación de otros parámetros radiacionales, y, además, en que se presenta una serie de datos de utilidad en el estudio de la climatología de la Ciudad de México.

Breve descripción de la tesis

En el capítulo I se describe el flujo primario (extra-atmosférico) de radiación solar y las modificaciones que sufre por su interacción con la atmósfera. Se describe también la distribución cuantitativa de la radiación solar en sus diferentes componentes, según los datos de la literatura.

En el capítulo II se citan las características generales de los instrumentos de medición y registro de radiación solar.

El capítulo III se dedica a describir los instrumentos utilizados en la estación de "Ciudad Universitaria", para la

medición y registro del flujo de radiación global; también a explicar las etapas en que se divide el proceso de validación de la información de radiación global y se presenta la serie validada.

En el capítulo IV se muestran los resultados de un análisis preliminar de la serie validada, que incluye la distribución de frecuencias, la función de autocorrelación y los parámetros de regresión de Ångström; para la determinación de estos últimos se hace uso de la información de duración de la insolación del mismo punto de observación.

Se agrega al final un capítulo para conclusiones y la bibliografía consultada.

I. - BREVE DESCRIPCION DE LOS FLUJOS RADIACIONALES EN LA ATMOSFERA.

I.1.- El flujo primario (Extra-atmosférico).

Se le llama radiación solar a la energía emitida por el sol en forma de radiación electromagnética en un intervalo de longitudes de onda que pueden fijarse, para propósitos prácticos, de 0.29 a 3.5 μm .

La emisión del sol es comparable con la de un cuerpo negro a una temperatura de 5777 °K. (gráfica No. 1); sin embargo en el espectro que se ha podido medir aparecen bandas de absorción que se advierten en las longitudes de onda de 0.3 a 0.6 μm las cuales se deben a la presencia de gases que absorben parcialmente la radiación en la atmósfera del sol.

El espectro solar puede dividirse en tres grandes intervalos: el ultravioleta (0.29 a 0.39 μm), el visible (0.39 a 0.77 μm) y el cercano infrarojo (0.77 a 3.5 μm), los cuales contienen el 9, 40 y 51% de la energía total, respectivamente. La integral de la energía solar que pasa a través de una

superficie de área unitaria, perpendicular a la dirección de la propagación de los rayos solares, en la unidad de tiempo, para todas las longitudes de onda, a la distancia media entre la tierra y el sol, se le llama constante solar y es igual a 1373 W/m^2 [17].

Si no existiera atmósfera, la cuantificación de la energía solar que llega a la superficie terrestre y por consiguiente de la climatología solar sería, hasta cierto punto sencilla. En efecto, si por I_0^* representamos la constante solar, entonces en ausencia de atmósfera, a la superficie terrestre llegaría por unidad de área perpendicular a los rayos solares y en la unidad de tiempo

$$I = \frac{1}{R} I_0^* \quad (1)$$

donde:

$$R = \left(\frac{t_0}{t} \right)^2$$

aquí t_0 y t representan la distancia media sol-tierra y la distancia sol-tierra en el momento de la observación respectivamente, el factor de corrección (R) puede calcularse de acuerdo con las leyes de translación de la tierra alrededor del sol. Diferentes autores han encontrado distintas fórmulas

empíricas que describen su comportamiento con mayor o menor precisión. Considerando que el parámetro "R" varía aproximadamente $\pm 3.5\%$ durante el año, puede decirse que, para propósitos prácticos, cualquiera de dichas fórmulas puede considerarse aceptable. Aquí se hace uso de la expresión astronómica:

$$\frac{r}{r_0} = \frac{1 - e^2}{1 - e \cos \theta}$$

donde $e = 0.017$ es la excentricidad actual de la órbita terrestre y el ángulo θ , para el día juliano J, puede calcularse como [23] :

$$\theta = \frac{2 \pi}{365.25} \left[J - 4 \right] \quad [\text{radianes}]$$

Para calcular el flujo de radiación solar que pasa por la unidad de superficie horizontal, hay que tomar en cuenta, además, la localización geográfica del punto de observación. En efecto, debido a que el plano ecuatorial guarda una inclinación de $23^{\circ} 27'$ con respecto al plano eclíptico, el sol alumbra

perpendicularmente en latitudes norte durante una parte de año (primavera y verano del hemisferio norte), y en latitudes sur en la otra (otoño e invierno del mismo hemisferio); (ver figura No. 1).

Asimismo, por efecto del movimiento de rotación de la tierra, durante el día la inclinación de los rayos solares con respecto a la superficie varía desde la salida del sol hasta el momento de la culminación (medio día en tiempo solar verdadero).

Como puede demostrarse, entre la energía que pasa en la unidad de tiempo por una unidad de área perpendicular a los rayos solares (I'_0) y la energía que pasa por una unidad de área horizontal (I_0), existe la siguiente relación (figura No. 2):

$$I_0 = I'_0 \text{ sen } h_0 \quad (2)$$

El astrónomo yugoeslavo M. Milankovitch, fundador de la teoría astronómica del clima, dedujo por primera vez la siguiente expresión [14 y 18] para $\text{sen } h_0$:

$$\text{sen } h_0 = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \left[\frac{2 \pi}{T} t \right] \quad (3)$$

donde

φ es la latitud del lugar.

δ es la declinación (valor promedio del día).

T es el periodo de rotación de la tierra (24 horas).

t es el tiempo contado a partir del medio día solar (momento de la culminación).

La duración astronómica del día, es decir, el periodo en que (en ausencia de atmósfera y de obstáculos en el horizonte) el sol alumbrá sobre un punto dado sobre la tierra, recibe el nombre de duración astronómica de la insolación o simplemente insolación astronómica (S_o) :

$$S_o = \frac{24}{\pi} \arccos (\tan \varphi \tan \delta) \quad (4)$$

El total diario de radiación solar sin considerar la atmósfera se obtiene calculando la siguiente integral:

$$Q_o = \int_{-s_o/2}^{s_o/2} I'_o \sin h_o dt$$

sustituyendo (1) y (3) y tomando la integral se obtiene :

$$Q_o = \frac{I_o^*}{R} S_o \zeta \quad (5)$$

donde

$$\zeta = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \left(\frac{\text{sen} \left(\frac{2\pi}{48} S_o \right)}{\frac{2\pi}{48} S_o} \right)$$

Como se ve en la ecuación (5), la energía que llegaría durante todo un día a un metro cuadrado de superficie horizontal, en ausencia de atmósfera, depende de la época del año (a través del parámetro R y de la declinación δ) y de la posición geográfica del lugar (a través de la latitud φ). En la gráfica No. 2 se muestra, para la estación de Ciudad Universitaria, la curva de los promedios mensuales de Q_o ; de acuerdo con el comportamiento de Q_o pueden definirse cuatro épocas, las cuales es posible identificar con las estaciones de la climatología astronómica: la época de ascenso (primavera), la época de los valores máximos (verano), la época de descenso (otoño) y la época de los valores mínimos (invierno).

1.2.- Los Flujos Radiacionales en la Atmósfera.

Aunque ya a la altura de 40-50 Km el ozono absorbe con gran eficiencia la radiación ultravioleta, es la capa de los primeros 30 Km donde se llevan a cabo las transformaciones energéticas más importantes de la radiación solar.

Puede considerarse que en dicha capa se encuentra casi la totalidad de los gases capaces de absorber la radiación solar, fundamentalmente estos gases son: el vapor de agua, el bióxido de carbono (CO_2) y el ozono (O_3); contiene, asimismo, el 99% de la masa atmosférica, en la que se llevan a cabo la dispersión de la radiación por el aire según las leyes de Rayleigh [17], y la extinción de la radiación por las partículas suspendidas (el aerosol atmosférico) capaces de absorber y dispersar la radiación solar. Finalmente, en dicha capa se tiene lugar la formación de los sistemas nubosos, los cuales absorben, dispersan y reflejan la radiación solar y son de hecho los moduladores más importantes de los flujos radiacionales.

La acción de todos estos factores generan tres tipos de flujos radiacionales en la atmósfera (ver figura No. 3): "radiación directa" (D'), es decir, la que llega (atenuada por dispersión y absorción en gases y partículas) al punto en la dirección sol-observador; "radiación difusa" (d'), la que es

dispersada por gases y particular (d'a), y por nubes (d'n) hacia el punto de observación y "radiación reflejada", la que regresa hacia las capas superiores de la atmósfera después de reflejarse en las nubes (Rn) y en la superficie terrestre (Rs).

Deben considerarse también, junto con el flujo de radiación reflejada en las nubes y en la superficie terrestres, el flujo de radiación dispersada hacia las capas atmosféricas superiores por las nubes (d'n↑) y por el sistema de gases y partículas (d'a↑).

Por definición "radiación global" (G) se llama a la suma del flujo de radiación directa (D') y el flujo de radiación difusa (d') que pasa a través de la unidad de superficie horizontal. Si la radiación directa (D') se define como el flujo de radiación que pasa a través de una superficie perpendicular a los rayos del sol, entonces puede escribirse (ver figura No. 2):

$$G' = D' \text{ sen } h_o + d'$$

Las dimensiones de G', D' y d' son: energía·(area)⁻¹·(tiempo)⁻¹. Actualmente se utiliza el sistema internacional de unidades: [G]=W/m²=Joules/seg/m².

Los datos climatológicos se reportan frecuentemente como

valores totales diarios. Así, de la integral

$$\int_{-s_0/2}^{s_0/2} G dt = \int_{-s_0/2}^{s_0/2} D' \sin h_0 dt + \int_{-s_0/2}^{s_0/2} d' dt$$

se tiene que:

$$Q = D + d$$

dond Q, D y d son los totales diarios, es decir, la energía recibida en un día (desde la salida hasta la puesta del sol y por unidad de superficie horizontal) de radiación global, directa y difusa respectivamente. Tomando en cuenta que la radiación difusa es la suma de la radiación dispersada por el sistema de gases y partículas (aerosol atmosférico) y por las nubes, puede escribirse:

$$d = d_a + d_n$$

Aunque por lo general los flujos de radiación global y difusa están referidos al plano horizontal, para algunas aplicaciones importantes son medidos en planos con inclinaciones (entre 0° y 90°) y orientaciones (N, E, S, W, etc.) diferentes [24].

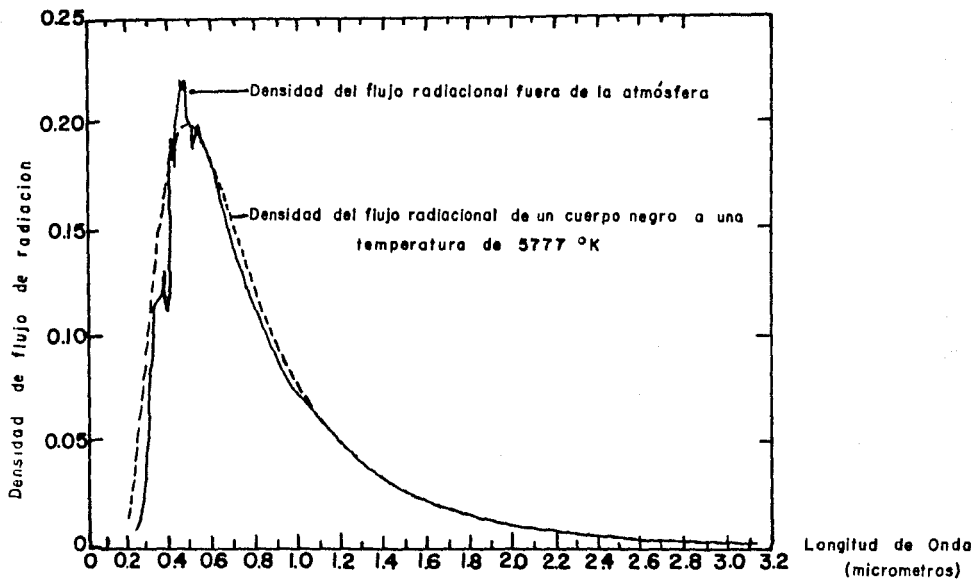
En la variabilidad de los flujos radiacionales influyen, además de los factores astronómicos y geográficos propiamente dichos, la altitud de la estación y el contenido de gases y partículas en la atmósfera. Estos factores modulan tanto la radiación directa como la radiación difusa.

En primera aproximación puede representarse la atmósfera como dos sistemas independientes: el aerosol (gases y partículas en suspensión) y las nubes. Dicha separación es posible gracias a que, si bien la absorción y la dispersión de la radiación solar tiene lugar en ambos sistemas, hay diferencias cuantitativas y cualitativas que permiten diferenciarlos: en las gráficas 3 y 4 se muestran dos registros de radiación global: uno de un día despejado pero con variaciones de contenido de partículas en la atmósfera y otro en un día con nublados parciales, respectivamente; es claro que la influencia de la nubosidad es significativamente mayor que la de las partículas en la modulación del flujo de radiación solar en superficie. Esto no invalida que, sobre todo en determinadas zonas del espectro solar, el aerosol de origen antropogénico (urbano en este caso),

ejerza una acción importante en la extinción de la radiación solar.

Finalmente, para completar el esquema de interacción de la radiación con la atmósfera, señalaremos cómo se lleva a cabo la distribución de los flujos secundarios, (ver figura No. 4). Según S. H. Schneider y R. D. Dennet [23], en promedio anual, de la radiación que llega al tope de la atmósfera sobre los océanos, la superficie recibe 24% en forma de radiación directa y 26% en forma de radiación difusa, 47% es absorbido y 3% reflejado hacia la atmósfera. Un porcentaje alto, 20%, es absorbido por el aerosol atmosférico y otro, relativamente bajo 5%, por la cubierta de nubes.

Como puede verse, en promedio anual para el globo terrestre el flujo de radiación que aquí tratamos, representa el 50% del flujo primario, lo cual lo convierte en el aporte energético básico para el desarrollo de los procesos atmosféricos y biológicos del planeta.



Gráfica No. 1

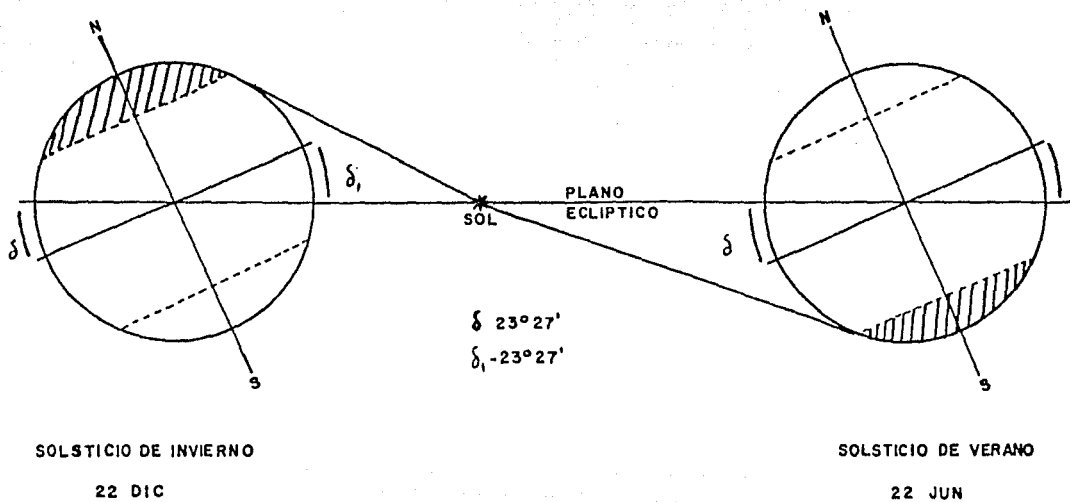


Figura No. 1
 Alternación de las estaciones del año debidas a la traslación de la tierra alrededor del sol y a la inclinación permanente del ecuador con respecto a la ecliptica.

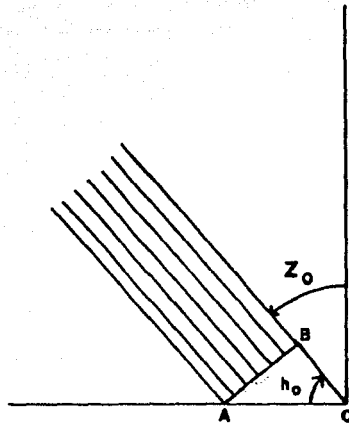
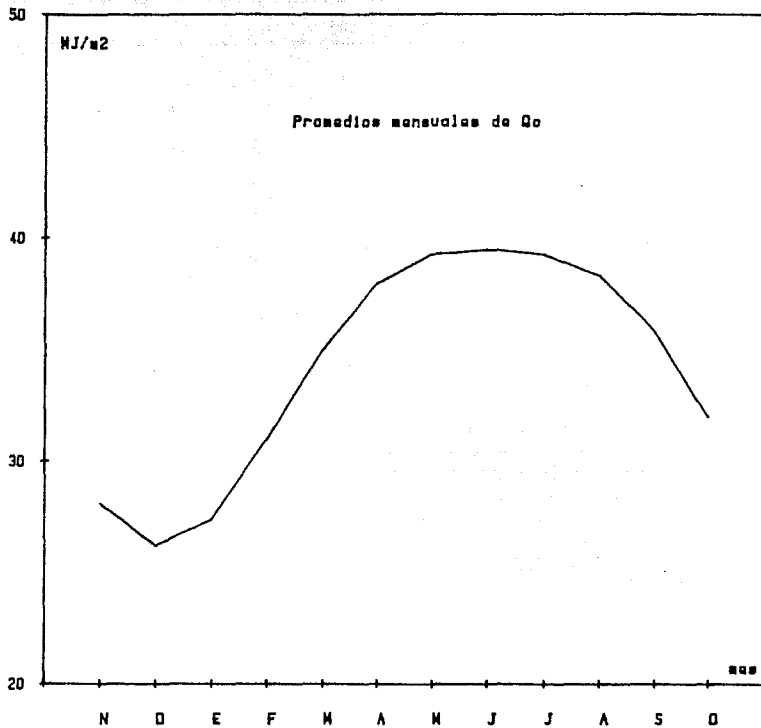


Figura No. 2

Esquema para establecer la relación entre la densidad del flujo que pasa a través de la superficie AB y la del flujo que pasa a través de la superficie AC (horizontal).



Gráfica No. 2
 Comportamiento anual de la Radiación Solar Global en el tope de la Atmósfera (G_0); por efecto de los factores astronómicos solamente.

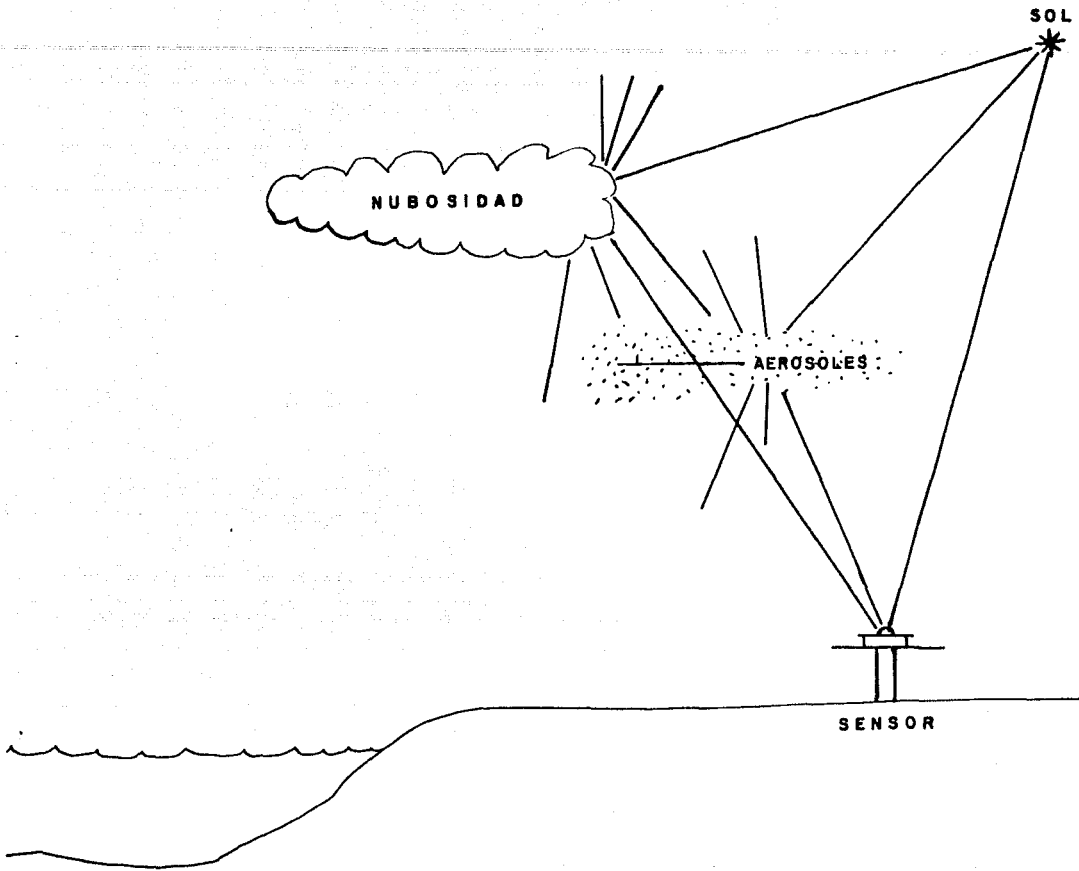
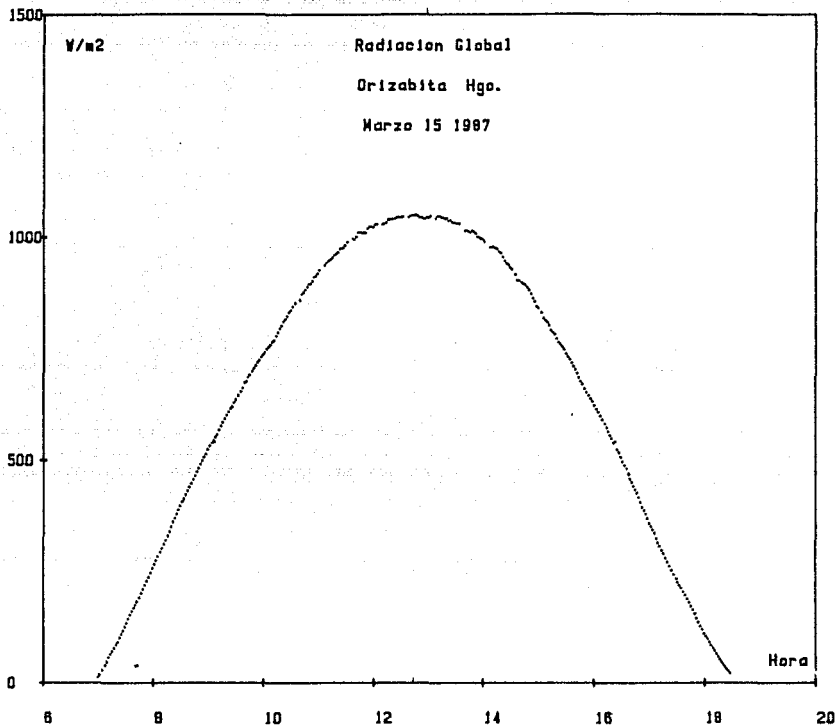
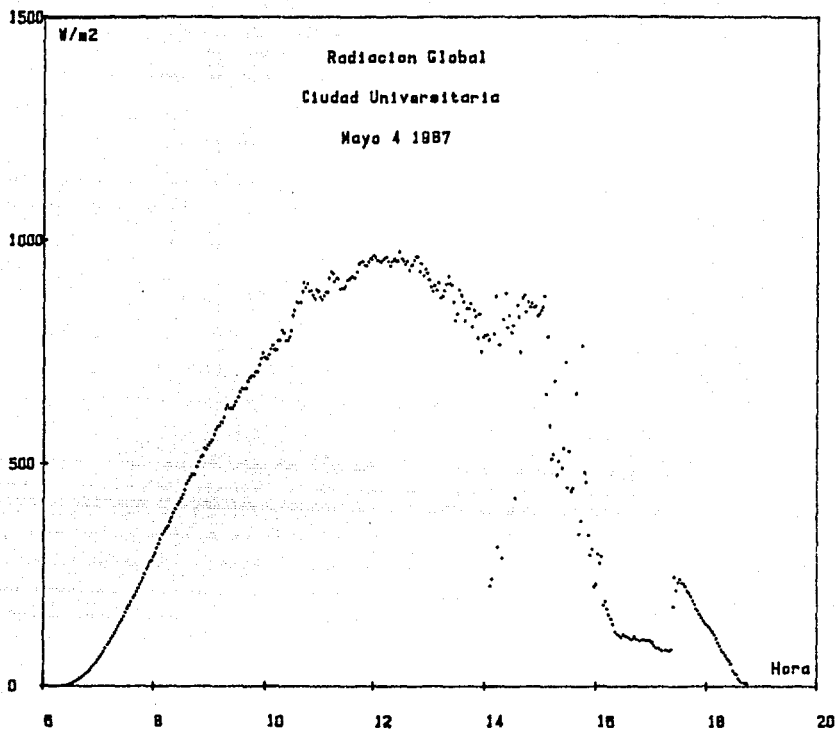


Figura No. 3
Esquema donde se muestra, en forma simplificada la generación del flujo de radiación difusa y la formación del flujo de radiación global en la superficie.



Gráfica No. 3

Radiación Global durante un día despejado.



Gráfica No. 4

Radiación global durante un día con nublados parciales.

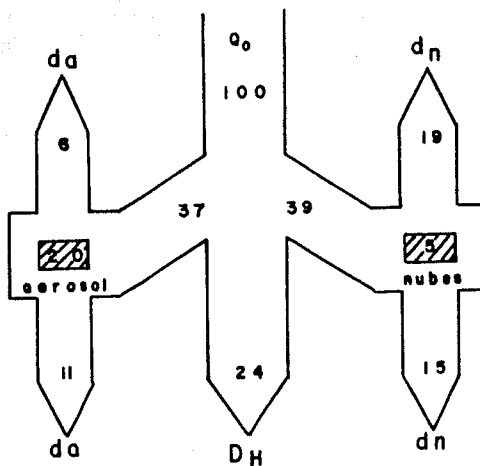


Figura No. 4
 Distribución media anual del flujo de radiación solar en las principales componentes atmosféricas -- (Schenider et al., 1975). En los cuadros sombreados se anota la radiación (en porcentaje de Q_0) absorbida por cada componente.

II.- APARATOS DE MEDICION Y REGISTRO.

II.1.- Características generales.

Para cualquier estudio de radiación solar, o para el aprovechamiento de ésta, es necesario cuantificarla. Para medir radiación solar existen sensores que se clasifican como térmicos, termomecánicos, fotoeléctricos, de acuerdo con el principio físico de medición sobre el cual se basa cada uno de ellos [10].

Una condición importante, para estos sensores es que el proceso de medición no debe de ser ni complejo, ni demasiado sensible a la influencia del medio ambiente, sobre todo cuando se trata de sensores que deben de funcionar continuamente y bajo condiciones climatológicas variable y severas.

A través de la práctica se ha visto que los sensores termoelectrónicos son los que presentan mayores ventajas; su funcionamiento no es complicado y los modelos más recientes presentan una gran estabilidad. El elemento básico de estos sensores es el termopar; el sensor propiamente dicho es la termopila, que esta constituida por termopares conectados en serie, de tal manera que la fuerza electromotriz total es igual a la suma de las fuerzas electromotrices de cada uno de los

elementos. Los termopares se agrupan en la termopila de manera que existan áreas de "juntas frías" y áreas de "juntas calientes". La diferencia de temperatura entre ambas áreas genera una diferencia de potencial, susceptible de ser medida y proporcional a la energía que la ocasiona [11], (ver figura No. 5).

Las "áreas calientes" se obtienen aplicando en ciertas zonas de la termopila un recubrimiento que la acerque lo más posible a un cuerpo negro, es decir que adquiera una alta absorptividad: mientras más absorbente sea (lo más cercano a 100%), la calidad del sensor es mayor. Las zonas frías se consiguen en la misma termopila, pintando áreas de color blanco, para que éstas sean lo más reflejante posible y no absorban energía. Otra forma de conseguir el mismo efecto es conectando las "juntas frías" directamente al cuerpo del sensor y que éste funcione como un disipador de energía; en este caso las "juntas calientes", pintadas de negro, se exponen al flujo de radiación. Esta área de la termopila debe tener además de gran absorptividad, poca selectividad en la absorción de radiación solar y esto depende de la calidad de la pintura con que se recubre la termopila.

La termopila debe ser plana y colocada de tal manera que pueda recibir radiación solar de todas direcciones procurando que su campo visual esté limitado al hemisferio celeste; el

efecto de viento o de cualquier tipo de precipitación se evita con la cubierta de los sensores; esta cubierta la constituyen uno o dos domos concéntricos de vidrio, de transparencia espectral uniforme en una región de 0.2 a 3.5 μm (figura No. 6).

La termopila constituye el elemento sensible de los instrumentos para medir tanto radiación directa (pirheliómetros), como global y difusa (piranómetros). La diferencia entre pirheliómetros y piranómetros es geométrica, ya que los primeros se construyen para medir exclusivamente en dirección del sol, en un ángulo sólido de 5 grados, con seguimiento manual o automático y los piranómetros para recibir radiación dentro de un ángulo sólido de 2π radianes (de un hemisferio) [26].

Las características más importantes de los sensores de radiación solar, de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, son [26]:

A).- Constante de calibración o sensibilidad del sensor: La relación que existe entre el flujo radiacional recibido por el sensor y el voltaje de salida del mismo; se da comunmente en $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$.

B).- Estabilidad: Se refiere a la constancia de las características del sensor con respecto a la edad del mismo.

C).- Estabilidad a los cambios de temperatura: Las características del sensor pueden sufrir variaciones con los cambios de la temperatura ambiente; entre los más importantes están la deformación de la superficie receptora y la variación de la sensibilidad.

D).- Respuesta espectral: La sensibilidad del sensor con respecto a diferentes longitudes de onda.

E).- Linealidad: Es la proporcionalidad que existe entre los cambios de señal de salida, y los cambios de flujo radiacional.

F).- Respuesta dinámica o constante de tiempo: El tiempo necesario para que el sensor se estabilice después de un cambio brusco de radiación.

G).- Respuesta angular o geométrica: Es la variación de la sensibilidad con respecto a la variación del ángulo con que llega el flujo de radiación al sensor.

En la tabla No. 1 se indican las clasificaciones de los instrumentos de acuerdo a sus características más comunes; las letras que aparecen en la parte superior de la tabla corresponden a las mencionadas anteriormente.

Un paso importante en la normalización de las observaciones solarimétricas ha sido el establecimiento de escalas de referencia para la medición de la radiación solar.

La definición de escalas radiométricas se hace con base en instrumentos o grupos de instrumentos estandar; de ellos se elige el que presente mayor absorptividad así como gran estabilidad, es decir, el que se acerque más por sus propiedades a un cuerpo negro y a partir de éste se obtienen las constantes del resto de los sensores.

La escala de referencia fue, hasta 1982 la Escala Pirheliométrica Internacional de 1956 (IPS-1956), basada en el pirheliómetro de compensación eléctrico de Ångström, estandar del Centro Mundial de Radiación Solar de Davos, Suiza. En años recientes ha sido desarrollado un nuevo instrumento, que se acerca más a las características de un cuerpo negro: el pirheliómetro de cavidad; este instrumento, a diferencia del pirheliómetro de compensación de Ångström, que utiliza una superficie plana perpendicular a los rayos solares, el sensor esta constituido de una cavidad la cual simula un cuerpo negro; por su estructura geométrica y su diseño óptico, cuenta con una absorptividad efectiva de 0.999 [17].

Con base en este instrumento se ha establecido una nueva

escala radiométrica, la cual está vigente desde el 1° de enero de 1982, la llamada Escala de Referencia Radiométrica Mundial (WRR-1982); esta nueva escala es 2.2% más alta que la IPS-1956.

Para el registro de la información existen varias técnicas; aquí clasificaremos a los registradores en dos tipos: los analógicos y los digitales.

Dentro de los analógicos podríamos mencionar los termomecánicos y los electromecánicos; los registradores más difundidos son los electromecánicos; son de hecho galvanómetros o vólmetros que miden la señal de salida de la termopila y a los cuales se adapta una plumilla que marca gráficamente los valores del parámetro medido: el registro se hace sobre papel que es arrastrado por un tambor ya sea por un sistema de relojería o por un motor eléctrico. Los termomecánicos, piranógrafos tipo Robistch, incluyen en un sólo instrumento el elemento sensor y el sistema de registro; el elemento sensor lo componen tres laminillas pintadas, dos de color negro y una de color blanco; el calentamiento de ellas produce una deformación proporcional a la intensidad de la radiación, deformación que transmite a una plumilla la cual registra sobre una gráfica movida por un sistema de relojería. En una primera etapa de la medición de la radiación solar, los registradores electro y termomecánicos fueron los más usados por lo sencillo de su diseño, ya que su construcción no requiere componentes muy sofisticadas y su

manejo es simple. La manera más usual de reportar radiación global registrada así, es en forma de integrales horarias.

Los registradores digitales son los más modernos y son aquellos en los cuales el proceso de medición o funcionamiento se lleva a cabo por medio de microprocesadores; el registro de los datos en estos sistemas es en cintas magnéticas, discos magnéticos, cintas perforadas, etc. los cuales pueden ser fácil y rápidamente procesados en microcomputadoras. El alto costo de estos sistemas puede verse compensado por la calidad de la información y la rapidez del procesamiento.

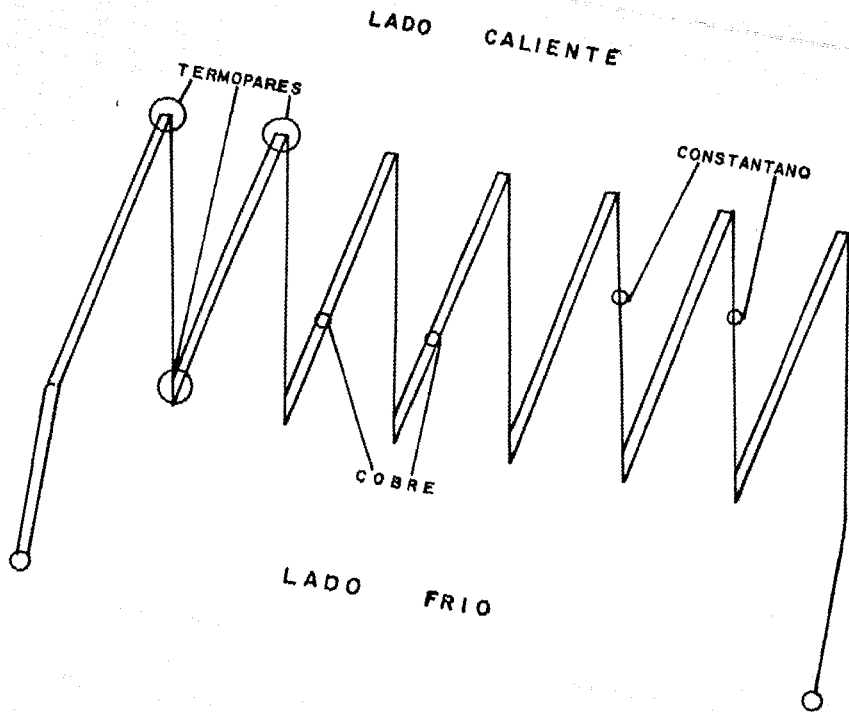


Figura No. 5
Diagrama de una termopila.

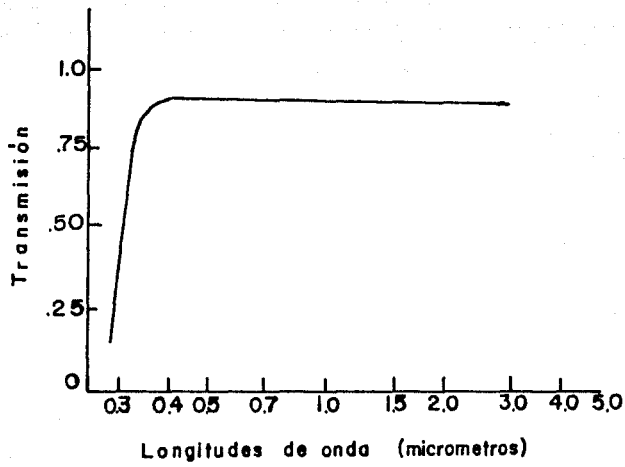


Figura No. 6

Transparencia espectral del cristal
de un domo de un piranómetro.

TABLA No. 1
 Clasificación de Sensores de acuerdo a su precisión.

Instrumento	(A) Sensibilidad (mW m ⁻²)	(B) Estabilidad %	(C) Temperatura %	(D) Selectividad %	(E) Linealidad %	(F) Constante de Tiempo (max)	(G) Respuesta Angular %
Pirheliometro Estandar	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 1	± 0.5	25 seg	---
Instrumentos Secundarios							
Pirheliometro 1ª Clase	± 0.4	± 1	± 1	± 1	± 1	25 seg	---
Pirheliometro 2ª Clase	± 0.5	± 2	± 2	± 2	± 2	1 min	---
Piranometro 1ª Clase	± 0.1	± 1	± 1	± 1	± 1	25 seg	± 3
Piranometro 2ª Clase	± 0.5	± 2	± 2	± 2	± 2	1 min	± 5-7
Piranometro 3ª Clase	± 1.0	± 5	± 5	± 5	± 3	4 min	± 10.

III. - VALIDACION DE LA INFORMACION DE RADIACION SOLAR

III.1.- Instrumentos utilizados en el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica.

El registro de la radiación global en el Observatorio de Radiación Solar en el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. ($19^{\circ} 19' 33''$ de latitud norte y $99^{\circ} 03' 42''$ de longitud oeste), data desde fines de los años 50's; a lo largo de este periodo la recopilación de información ha sufrido varios cambios, tanto en el muestreo de información como en el registro de la misma.

Los sensores de radiación solar del Instituto de Geofísica han sido comparados desde 1969 con los patrones internacionales. A partir de 1982 sus constantes de calibración están referidas a la nueva escala radiométrica mundial (WRR-1982).

De 1957 a 1961 la captación de información de radiación global sufrió varios cambios en lo referente al tipo de sensor y puede considerarse que se encontraba en un periodo de prueba.

En el año de 1962, con base en la experiencia ya acumulada, el registro de radiación global comienza a llevarse a cabo con sólo un sensor: el G19-1018 de la marca KIPP ® ZONEN con una

constante de calibración de $8.4 \text{ mV/cal/cm}^2/\text{min}$; en 1967 se adquiere un nuevo sensor, un piranómetro de la misma marca, modelo CM2, No. 672986 y con una constante de fábrica de $8.5 \text{ mV/cal/cm}^2/\text{min}$; este aparato se ha mantenido operando desde 1968 hasta la fecha.

Por lo que respecta al registro de la información, este se llevó a cabo con un registrador potenciométrico marca Leeds and Northrup, desde 1962 hasta 1974 el cual es substituido por otro del mismo tipo (Leeds and Northrup) más moderno a partir de 1975. A finales del año de 1979 se adquirieron tres integradores solarimétricos digitales, de la marca KIPP & ZONEN; estos integradores funcionan de la siguiente manera: la corriente generada en la termopila se hace llegar al circuito integrador el cual, al saturarse, se descarga y hace avanzar un contador; el número de cuentas acumuladas es directamente proporcional al flujo de radiación e inversamente proporcional al tiempo de registro. Los integradores solarimétricos utilizados cuentan con impresión cada 10, 20 ó 60 minutos; junto con el número de cuentas se imprime la hora y el número del día juliano; cada 24 horas el contador automáticamente se pone en cero. Los integradores se conectan a los sensores en paralelo con los registradores gráficos, de tal manera que, además de la información integrada, se cuenta con las gráficas de los parámetros observados.

Actualmente se tiene en evaluación otro método de adquisición de datos, que utiliza un microcomputador marca Hewlett-Packard (HP-85), una unidad de control (HP-3489A) y un volmetro (HP-3455A). Para el muestreo, grabación y procesamiento de la información se ha elaborado un programa en BASIC; al final del día puede obtenerse la gráfica correspondiente, así como las integrales horarias o en periodos elegidos de acuerdo con la aplicación de los datos. Cabe señalar que el periodo de muestreo puede reducirse, en este sistema, hasta en décimas de segundo, lo que permite estudiar variaciones muy finas de los flujos de radiación. Este sistema ha sido utilizado con buenos resultados en las intercomparaciones (calibraciones) actinométricas en los últimos 3 años [12, 19 y 20].

III.2.- Procesamiento primario de la información.

III.2.1.- Control de los factores de transformación de los registradores.

Como ya se mencionó, la constante de calibración de los sensores de radiación solar es determinada anualmente en las intercomparaciones actinométricas [12, 19 y 20]. De la misma manera, los factores de transformación de los registradores gráficos y de los integradores digitales son determinados en el

laboratorio de registro de procesamiento.

En el control de estos factores se utiliza una fuente de voltaje marca Biddle No. 74095. En el caso de los registradores gráficos, se les proporciona una serie de voltajes de entrada desde cero hasta el valor máximo correspondiente en la escala completa; el factor de transformación se obtiene como :

$$\bar{f}_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{I_i}$$

donde V_i en μV , es el voltaje de entrada y I_i es el desplazamiento correspondiente de la plumilla, en divisiones en la gráfica, la incertidumbre en la determinación de f_v se obtiene a través de la desviación estandar

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_i}{I_i} - \bar{f}_v \right]^2}$$

En el caso de los integradores digitales se procede de una forma similar: a la entrada del integrador se conecta una fuente de voltaje durante un cierto intervalo de tiempo (Δt), anotando los voltajes (V_i) y el número de cuentas

correspondientes (N_i): el número de cuentas, si el integrador se comporta linealmente, debe de ser proporcional al voltaje proporcionado y al tiempo Δt .

$$N_i \sim V_i \Delta t$$

es decir

$$\frac{V_i \Delta t}{N_i} = C_i = \text{constante.}$$

En este caso, sin embargo, el integrador modifica la señal de entrada por un factor que depende de la constante de respuesta del sensor; este factor se hace igual a la unidad cuando el dial correspondiente marca una cifra que coincida con dicho constante (k). Dado que en el instrumento empleado, el dial no tiene una posición que marque exactamente el valor de la constante del sensor de radiación global, en la práctica se ha procesado de la siguiente forma: el dial se mantiene fijo en la posición de " $100 \text{ mV/W} \cdot \text{cm}^{-2}$ " ($=10 \text{ } \mu\text{V/W} \cdot \text{m}^{-2}$); de esa manera, un cierto voltaje V_i a la entrada del integrador es equivalente a una intensidad de radiación I_i registrada por un sensor con constante de respuesta $k=10 \text{ } \mu\text{V/W} \cdot \text{m}^{-2}$:

$$V_i = \frac{I_i}{10};$$

ahora bien, para el sensor real, la misma intensidad de radiación nos da una señal diferente:

$$V_i' = \frac{I_i}{k};$$

para que el número de cuentas generado sea el mismo (ya que la intensidad de radiación es la misma) es necesario multiplicar V_i por un "factor de acoplamiento" f_a tal que

$$V_i' = f_a V_i;$$

sustituyendo en esta última igualdad los voltajes por intensidades se tiene:

$$\frac{I_i}{I_0} = f_a \frac{I_i}{k};$$

donde

$$f_a = \frac{k}{I_0};$$

(este factor lo introduce automáticamente el integrador cuando el dial de selección de constantes de respuesta se mueve hasta la posición correspondiente a la k del sensor utilizado).

De esa manera, dada una k conocida, la determinación de la constante del integrador C_i en condiciones de laboratorio se lleva a cabo con la fórmula

$$C_i = \frac{f_a V_i}{N_i}$$

igual que en el caso anterior, la constante del integrador se estima con ayuda del valor medio:

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i$$

y el error por medio de la desviación estandar:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}$$

Dado que $f_a V \Delta t$ es la energía (Joules) por unidad de área (m^2) que en un tiempo Δt genera N cuentas, entonces la magnitud \bar{C} representa la energía por unidad de área necesaria para generar una cuenta en la unidad de tiempo.

III.2.2- El procesamiento.

Para la información obtenida en forma de gráficas diarias, el procesamiento se realiza de la siguiente manera:

- 1.- La gráfica se divide en intervalos de una hora.
- 2.- En cada intervalo se determina la altura media \bar{h} de la curva, en divisiones.
- 3.- La integral horaria respectiva de θ , en MJ/m^2 se calcula por la fórmula

$$\theta = f_v \bar{h} \cdot 3600 \frac{1}{k} \cdot 10^{-6}$$

donde f_v $\mu\text{V/división}$, es el factor de transformación y la k la constante de respuesta del sensor en $\mu\text{V/W}\cdot\text{m}^2$.

En caso del cálculo de integrales en intervalos Δt diferentes a una hora, el factor 3600 se substituye por Δt , en segundos.

El error relativo de los valores integrados θ puede estimarse en este caso como la suma de los errores relativos:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \left| \frac{\Delta \bar{h}}{\bar{h}} \right| + \left| \frac{\Delta f_v}{f_v} \right| + \left| \frac{\Delta k}{k} \right|$$

De acuerdo con los resultados obtenidos en las calibraciones anuales de los sensores de radiación solar, $\left| \Delta k / k \right| \leq 1\%$. Si consideramos que la constante de transformación y la determinación de la altura media tienen el mismo límite de precisión la resolución de la escala gráfica (la mitad de la división más pequeña), entonces podemos afirmar que:

$$\left| \frac{\Delta \bar{h}}{\bar{h}} \right| + \left| \frac{\Delta f_v}{f_v} \right| = 2 \left| \frac{\Delta d}{d} \right| = 2 \frac{0.5}{20} = 0.05 = 5\%$$

(la escala completa son 20 divisiones). De esa manera el error relativo de las integrales horarias de los registros gráficos puede estimarse como no mayor del 6%.

Para procesar la información de los integradores, se procede de la siguiente manera:

- 1).- Se determina el No. de cuentas (ΔN) acumuladas en el periodo Δt (segundos).
- 2).- La integral del flujo de radiación en ese periodo es

$$Q = C \Delta t \cdot \Delta N \cdot 10^{-6}$$

donde C son los Joules que pasan por m^2 en la unidad de tiempo, por cada cuenta del integrador; el valor Q está aquí en MJ/m^2 y Δt en segundos. Para las integrales horarias

$$Q = 0,0036 \cdot C \cdot \Delta N$$

de esta manera el error de los valores integrados digitalmente está dado por la precisión con que se determina la constante C y ΔN ; de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes $\Delta Q/Q \leq 1\%$.

III.3.- El programa de validación y procesamiento final.

Descritos los métodos por los cuales se ha medido y registrado radiación global, se explicarán ahora las siguientes etapas de la validación.

Para comenzar se señalan errores que contempla el proceso de validación:

- 1).- Fallas en el suministro de energía eléctrica.
- 2).- Fallas mecánicas en los registradores.

3).- Falta de tinta en los registradores.

4).- Señales parásitas; en la época de lluvias, aún después de que se oculta el sol, puede ocurrir que se acumule una cierta cantidad de cuentas, provocada por corrientes parásitas en la línea sensor-registrador.

5).- Errores en el procesamiento; estos pueden ser errores de codificación, de perforación en las tarjetas de cómputo o en el proceso de captura de datos.

6).- Constantes de respuesta equivocada; si descartamos la posibilidad de un sensor mal calibrado, este error puede deberse a la asignación de un valor equivocado en el programa de cómputo.

7).- Constante del registrador equivocada; igual que lo anterior.

8).- Obstrucción del campo de visión del sensor; Los obstáculos puede ser cercanos (árboles, edificios, postes, etc.), o lejanos (relieve topográfico) que reducen durante el día y en ciertas épocas del año las horas de exposición.

9).- Nivelación; si el sensor no está nivelado el flujo

registrado no es el que pasa por el plano horizontal.

10).- Errores de cálculo; errores dentro del programa de cálculo.

Los errores no sistemáticos (prácticamente del (1) al (5)), pueden ser reducidos al mínimo. Para ello se requiere de la instalación de un sistema ininterrumpido de corriente, la realización de programas de mantenimiento preventivo, de rutinas de observación y un procesamiento cuidadoso de la información original.

Los errores sistemáticos ((6) a (10)), pueden también ser reducidos a los niveles requeridos para un observatorio de radiación solar. En seguida se describen las medidas que se tomaron para ello.

La calibración del sensor.- Como ya mencionamos anteriormente existen ciertas características específicas en cada instrumento, de las cuales depende la respuesta de éste al observarse cierto fenómeno. De dichas características la sensibilidad del sensor es la más importante, ya que de ella depende la respuesta angular, la estabilidad, la respuesta espectral, etc.

Dado que la termopila tiene ciertas características físicas que pueden variar con el paso del tiempo, es evidente que los

sensores deben someterse regularmente a calibraciones a fin de detectar posibles cambios de sensibilidad.

Se ha observado que lo más conveniente para los sensores de radiación solar, es que una vez al año se sometan a una calibración con un instrumento de referencia o estandar [16].

Abertura del horizonte.- De acuerdo con las normas de la OMM, no deben de haber obstáculos que limiten el horizonte de visión del sensor más allá de los 5° [26], no siempre puede cumplirse con esta norma, pero en cualquier caso debe de conocerse el perfil del horizonte a fin de poder cuantificar su influencia en los datos obtenidos.

Nivelación.- La nivelación no presenta mayores dificultades dado que los piránómetros incluyen siempre un nivel para este propósito. No deben instalarse los sensores sobre superficies que puedan deformarse por calentamiento, o la acción del medio ambiente.

Errores de cálculo.- El programa de cálculo para el procesamiento final de la información debe contener subrutinas de validación. A grandes rasgos, el programa que se ha elaborado en el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica para este propósito es el siguiente:

1).- Por medio de algoritmos, previamente comprobados contra los datos del Almanaque Náutico, se calcula la hora de salida y puesta del sol para el punto de observación, así como el flujo de radiación total diario fuera de la atmósfera (Q_0). Si en los datos hay valores de radiación antes y o después de las horas de salida y puesta del sol, o el total del día es mayor que Q_0 , el programa reporta ERROR y desecha la información correspondiente.

2).- En caso de un registro incompleto durante el día, reporta error e imprime la información existente sin calcular el total del día.

3).- Los errores de codificación, al igual que los registros con interferencia, que producen intensidades iguales o mayores que la constante solar, se reportan como ERROR en los listados.

El proceso de validación se traslapa, en cierto sentido, con el análisis de la información. En efecto, una vez construida la serie de datos, es posible someterla a un análisis estadístico básico, el cual, además de confirmar algunos de los puntos mencionados (como la existencia de valores sin sentido físico) revelará las características básicas de la serie.

El análisis básico contemplado como fase final de la

validación consiste en:

- a) La determinación de la distribución de probabilidades.
- b) El cálculo de los promedios y desviaciones estandar mensuales, estacionales y anuales.
- c) Regresión de Ångström.

La distribución de probabilidades, junto con las estimaciones muestrales de los valores medios y desviaciones estandar permitirán detectar valores que, sin necesidad de carecer de sentido físico, resultan anormalmente altas (ó bajas) con respecto a la media muestral correspondiente. Esto permitirá detectar los posibles errores en la observación, registro o procesamiento de los datos, ó eventos climatológicos importantes que se hayan reflejado en el parámetro en cuestión.

Finalmente, el método de regresión de Ångström se basa en la propiedad que tiene la cubierta de nubes de constituir el modulador fundamental de los flujos radiacionales en la atmósfera, hecho que sirvió a A. Ångström [2] para proponer una técnica de estimación de los totales diarios de radiación global basada en la información de insolación diaria; la expresión:

$$Q = Q_0 \left(a' + b' \frac{S}{S_0} \right)$$

donde Q_0 es el total diario de radiación global en ausencia de atmósfera, S_0 la duración del día (insolación astronómica), S la insolación observada ($S \leq S_0$) y Q el total diario de radiación global observado. Para el presente trabajo hemos modificado la forma de la ecuación utilizando como variable independiente el parámetro

$$n = 1 - \frac{S}{S_0}$$

el cual puede interpretarse como un índice de nubosidad, si consideramos que el registro heliográfico está modulado básicamente por las nubes bajas y media, capaces de atenuar el flujo de radiación por debajo de los $\approx 70 \text{ W/m}^2$ [17].

El análisis regresional de Ångström permite lograr dos objetivos importantes; uno, dentro del proceso de validación, poder completar los datos faltantes en las series de totales diarios utilizando la información de insolación diaria y la regresión correspondiente. El otro objetivo es la estimación de los parámetros medios mensuales de:

$$\frac{Q}{Q_0} (n=0) = a = q_0$$

$$\frac{Q}{Q_0} (n=1) = a + b = q_1$$

los cuales indican en promedio para un mes (o el intervalo de tiempo que abarque la regresión), la cantidad de radiación que recibe la superficie terrestre (por unidad de área y por día) en condiciones de cielo totalmente despejado (q_0) y de cielo totalmente cubierto por nubes (q_1).

El resultado del proceso de validación nos da una serie de valores horarios, totales diarios y promedios mensuales que se imprimen en forma de tablas mensuales o resúmenes anuales (tabla No. 2 y No. 3); en estos reportes además de imprimir los valores horarios diarios, el total diario, el promedio horario mensual, la suma de los promedios y el promedio total mensual, también se encuentran el día Juliano del año, el nombre del día, el día del mes, el tipo de error y el número de errores de cada tipo, además de la desviación estandar de los promedios horarios mensuales y promedio total mensual.

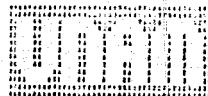
El resumen anual cuenta con los promedios horarios mensuales, el promedio total mensual y el número y tipo de errores mensuales, además de la desviación estandar de los promedios horarios mensuales y del promedio total mensual.

Los dos tipos de listados cuentan con el nombre de la estación, el número de sensor y la constante de este.

El programa puede proporcionar la información de cualquier mes del periodo 1978-1984, o bien un resumen anual de cualquier año.

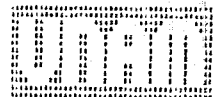
De la tabla No. 4 a la tabla No. 12 se presentan los resultados obtenidos de radiación global, en las primeras dos tablas se presentan los resúmenes mensuales de los meses de noviembre y diciembre de 1977 que son los dos primeros meses de nuestra serie y a partir de la tabla No. 6 a la tabla No. 12 los resúmenes anuales de 1978-1984.

TABLA NO.2



ESTACION C.B.		REGISTRO HORARIO DE RADIACION SOLAR GLOBAL KJ/M2 (3)																	INSTRUMENTO NO. CM2-672986		K=0.590164			
		NOVIEMBRE 1977																						
DIA	FECHA	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	ORTO	GCASO	E	1	2	3	4	
JUL																								
305	MAR 1	0.00	0.06	0.18	0.72	1.15	1.33	2.59	0.90	0.12	0.42	0.24	0.18	0.02	0.00	7.94	6:19	17:40						
306	MIC 2	0.00	0.06	0.72	1.39	2.35	2.53	2.59	1.99	1.93	1.51	0.12	*****	*****	*****	*****	6:19	17:40		1				
307	JUC 3	0.00	0.18	0.84	1.33	1.87	2.77	2.71	2.77	2.41	1.63	1.27	0.48	0.06	0.00	18.34	6:19	17:40						
308	VIC 4	0.00	0.48	1.21	1.99	2.71	2.98	3.02	3.02	2.59	1.99	1.27	0.51	0.00	0.00	21.77	6:20	17:39						
309	SAB 5	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	6:20	17:39		1					
310	D 6	0.00	0.18	0.97	1.75	2.11	2.90	2.96	2.96	2.53	1.81	1.09	0.42	0.06	0.00	20.02	6:20	17:39						
311	LUN 7	0.00	0.12	0.72	1.51	2.29	2.65	2.96	2.83	1.89	1.15	0.78	0.42	0.06	0.00	17.19	6:21	17:39						
312	MAR 8	0.00	0.42	0.84	1.87	2.47	2.29	1.57	1.21	1.15	0.90	0.42	0.12	0.00	0.00	13.57	6:21	17:38						
313	MIC 9	0.00	0.12	0.48	0.66	1.45	0.66	1.03	0.54	0.78	0.54	0.42	0.12	0.00	0.00	6.82	6:22	17:37						
314	JUE 10	0.00	0.00	0.12	0.18	0.48	0.40	1.09	1.33	0.81	0.36	0.30	0.12	0.00	0.00	5.55	6:22	17:37						
315	VIE 11	0.00	0.18	0.84	0.90	1.09	1.51	0.72	1.39	0.97	0.24	0.06	0.00	0.00	0.00	7.90	6:22	17:37						
316	SAB 12	0.00	0.06	0.18	0.69	1.21	2.29	2.90	2.71	2.29	1.81	0.97	0.48	0.06	0.00	15.56	6:23	17:36						
317	D 13	0.00	0.06	0.30	0.48	1.39	2.35	2.83	2.90	2.65	2.29	1.27	0.42	0.06	0.00	17.81	6:23	17:36						
318	LUN 14	0.00	0.06	0.18	0.60	2.11	2.59	2.83	2.77	2.35	1.87	1.39	0.66	0.06	0.00	17.49	6:23	17:36						
319	MAR 15	0.00	0.12	0.78	1.51	2.11	2.59	2.90	2.89	2.29	1.39	2.47	0.72	0.12	0.00	20.08	6:23	17:36						
320	MIC 16	0.00	0.06	0.30	1.51	2.17	2.11	2.90	2.96	1.69	1.57	1.21	0.30	0.06	0.00	17.43	6:24	17:35						
321	JUE 17	0.00	0.06	0.24	1.27	1.39	1.99	1.69	1.69	1.21	1.07	0.66	0.42	0.06	0.00	11.76	6:24	17:35						
322	VIE 18	0.00	0.06	0.18	0.66	1.69	1.45	1.81	2.11	1.09	0.90	0.60	0.18	0.06	0.00	10.80	6:24	17:35						
323	SAB 19	0.00	0.12	0.72	1.39	2.23	2.27	0.90	0.72	0.12	0.12	0.06	0.06	0.06	0.00	8.25	6:25	17:34						
324	D 20	0.00	0.12	0.66	1.39	2.23	2.47	1.75	1.21	0.42	0.60	0.36	0.12	0.00	0.00	11.34	6:25	17:34						
325	LUN 21	0.00	0.06	0.60	1.33	1.99	2.59	2.83	2.59	2.35	*****	*****	*****	*****	*****	6:25	17:34		1					
326	MAR 22	0.00	0.06	0.06	0.18	0.90	1.63	1.75	1.75	1.63	0.36	0.06	0.00	0.00	0.00	7.18	6:25	17:34						
327	MIC 23	0.00	0.06	0.66	1.33	2.11	2.41	2.35	1.39	1.15	1.93	0.72	0.24	0.06	0.00	14.42	6:26	17:33						
328	JUC 24	0.00	0.06	0.39	1.21	1.81	1.69	2.11	2.25	1.89	1.33	0.90	0.12	0.06	0.00	13.33	6:26	17:33						
329	VIE 25	0.00	0.12	0.36	0.78	1.33	2.17	2.41	2.59	2.47	1.81	1.07	0.42	0.06	0.00	15.82	6:26	17:33						
330	SAB 26	0.00	0.18	0.90	1.51	2.29	2.77	2.96	2.90	2.41	1.69	1.15	0.48	0.06	0.00	19.30	6:26	17:33						
331	D 27	0.00	0.06	0.60	1.21	1.81	2.53	2.53	2.65	1.99	1.51	1.21	0.42	0.06	0.00	16.97	6:26	17:33						
332	LUN 28	0.00	0.06	0.54	0.78	1.75	2.53	2.77	1.93	1.97	1.81	1.33	0.18	0.06	0.00	15.04	6:27	17:32						
333	MAR 29	0.00	0.06	0.60	*****	*****	*****	*****	*****	*****	1.21	0.90	0.34	0.42	0.06	0.00	14.07	6:27	17:32		1			
334	MIC 30	0.00	0.30	0.18	0.97	0.90	1.33	1.33	0.97	0.66	0.54	0.36	0.18	0.06	0.00	7.48	6:27	17:32						
PRM.		0.00	0.11	0.55	1.11	1.78	2.13	2.25	2.07	1.58	1.22	0.89	0.32	0.05	0.00	12.89				4	0	0	0	
P.E.		0.00	0.10	0.29	0.47	0.54	0.65	0.72	0.79	0.77	0.62	0.53	0.29	0.03	0.00	4.70								
SUMA DE PROMEDIOS HORARIOS																12.98								

TABLA NO. 3



INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL HJ/M2 1904
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

N= 0.000619

ESTACION C.U.

- E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUDOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

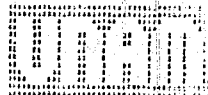
MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.05	0.56	1.28	1.96	2.33	2.16	2.37	1.89	1.52	0.89	0.43	0.04	0.00	15.70		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.17	0.33	0.42	0.40	0.44	0.64	0.69	0.53	0.38	0.20	0.02	0.00	3.39					
FEBRERO	0.00	0.13	0.71	1.12	2.10	2.49	2.76	2.61	2.28	1.88	1.24	0.59	0.08	0.60	18.30		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.07	0.26	0.44	0.53	0.73	0.68	0.68	0.67	0.51	0.45	0.29	0.04	0.00	4.11					
MARZO	0.00	0.27	1.04	1.63	2.17	2.95	3.07	2.71	2.23	1.81	1.43	0.85	0.21	0.00	20.02		3	0	0	0
d.e.	0.00	0.10	0.21	0.46	0.56	0.49	0.49	0.87	0.92	0.82	0.57	0.38	0.10	0.00	4.83					
ABRIL	0.02	0.19	1.35	2.21	2.82	3.27	3.44	3.28	2.88	2.09	1.31	0.75	0.30	0.01	24.07		9	0	0	0
d.e.	0.01	0.04	0.12	0.12	0.17	0.28	0.29	0.50	0.54	0.61	0.62	0.38	0.12	0.01	2.69					
MAYO	0.04	0.44	1.07	1.83	2.39	2.76	2.64	2.35	1.79	1.43	0.99	0.58	0.26	0.03	18.60		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.18	0.40	0.56	0.64	0.73	0.90	0.94	1.00	0.89	0.64	0.39	0.20	0.03	5.66					
JUNIO	0.05	0.45	1.10	1.76	2.27	2.72	2.64	2.42	1.90	1.39	0.93	0.48	0.17	0.02	18.32		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.20	0.37	0.47	0.58	0.55	0.83	0.84	1.01	0.84	0.59	0.35	0.12	0.01	4.05					
JULIO	0.04	0.33	0.90	1.56	2.12	2.37	2.23	2.01	1.71	1.18	0.67	0.34	0.12	0.02	15.60		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.16	0.40	0.57	0.70	0.87	0.98	0.92	0.97	0.73	0.43	0.31	0.11	0.01	4.88					
AGOSTO	0.02	0.29	0.80	1.33	2.03	2.46	2.60	2.13	1.96	1.23	0.73	0.35	0.12	0.01	16.06		1	0	0	0
d.e.	0.01	0.14	0.26	0.57	0.57	0.71	0.68	0.82	0.87	0.82	0.57	0.23	0.10	0.01	3.98					
SEPTIEMBRE	0.00	0.16	0.57	1.07	1.55	2.06	1.86	1.43	1.14	0.81	0.34	0.09	0.00	0.00	12.72		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.11	0.34	0.57	0.74	0.81	0.77	0.83	0.81	0.73	0.65	0.32	0.07	0.00	4.94					
OCTUBRE	0.03	0.16	0.71	1.17	2.21	2.61	2.75	2.52	2.13	1.52	0.80	0.33	0.05	0.00	17.56		1	0	0	0
d.e.	0.18	0.09	0.28	0.44	0.50	0.57	0.66	0.79	0.85	0.64	0.45	0.21	0.05	0.60	3.87					
NOVIEMBRE	0.00	0.07	0.34	1.11	2.06	2.53	2.67	2.41	2.27	1.85	1.19	0.50	0.05	0.00	17.72		0	4	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.13	0.22	0.23	0.24	0.34	0.43	0.53	0.42	0.35	0.16	0.02	0.00	2.19					
DECIEMBRE	0.20	0.05	0.59	1.20	1.86	2.34	2.45	2.37	2.09	1.32	0.73	0.29	0.02	0.00	15.02		3	1	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.43	0.41	0.42	0.40	0.34	0.32	0.56	0.48	0.30	0.14	0.02	0.00	2.06					

TABLA NO. 4



ESTACION C.U.		REGISTRO HORARIO DE RADIACION SOLAR GLOBAL KJ/M ² (3)															INSTRUMENTO NO. CM2-672986		K=0.500164							
		NOVIEMBRE 1977																								
DIA	FECHA	05-06	05-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	CRTO	CCASO	E	1	2	3	4			
JUL																										
305	MAR 1	0.00	0.06	0.18	0.72	1.15	1.33	2.59	0.90	0.12	0.42	0.24	0.18	0.06	0.00	7.96	6:19	17:40								
306	MIC 2	0.00	0.06	0.72	1.39	2.35	2.53	2.59	1.99	1.93	1.51	0.42	****	****	****	****	6:19	17:40					1			
307	JUC 3	0.00	0.18	0.84	1.33	1.87	2.77	2.71	2.77	2.41	1.63	1.27	0.60	0.06	0.00	18.34	6:19	17:40								
308	VIC 4	0.00	0.48	1.21	1.99	2.71	2.96	3.02	2.59	1.99	1.27	0.51	0.00	0.00	0.00	21.77	6:20	17:37								
309	SAB 5	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:20	17:37					1			
310	D 6	0.00	0.18	0.97	1.75	2.11	2.90	2.96	2.96	2.53	1.81	1.09	0.42	0.06	0.00	20.02	6:20	17:39								
311	LUN 7	0.00	0.12	0.72	1.51	2.29	2.65	2.96	2.83	1.69	1.15	0.78	0.42	0.06	0.00	17.19	6:21	17:39								
312	MAR 8	0.00	0.42	0.84	1.87	2.47	2.29	1.57	1.21	1.15	0.90	0.42	0.12	0.00	0.00	13.57	6:21	17:38								
313	MIC 9	0.00	0.12	0.48	0.66	1.45	0.66	1.03	0.54	0.78	0.54	0.42	0.12	0.00	0.00	6.82	6:22	17:37								
314	JUC 10	0.00	0.00	0.12	0.18	0.69	0.60	1.09	1.33	0.81	0.36	0.30	0.12	0.00	0.00	5.55	6:22	17:37								
315	VIC 11	0.00	0.18	0.84	0.90	1.09	1.51	0.72	1.39	0.97	0.24	0.66	0.00	0.00	0.00	7.90	6:22	17:37								
316	SAB 12	0.00	0.06	0.18	0.69	1.21	2.29	2.90	2.71	2.29	1.81	0.97	0.48	0.06	0.00	15.56	6:23	17:36								
317	D 13	0.00	0.06	0.30	0.48	1.39	2.35	2.83	2.90	2.65	2.29	1.27	0.42	0.06	0.00	17.01	6:23	17:36								
318	LUN 14	0.00	0.06	0.18	0.69	2.11	2.59	2.83	2.77	2.35	1.87	1.39	0.66	0.06	0.00	17.49	6:23	17:36								
319	MAR 15	0.00	0.12	0.78	1.51	2.11	2.59	2.90	3.08	2.29	1.39	2.47	0.72	0.12	0.00	20.08	6:23	17:36								
320	MIC 16	0.00	0.06	0.60	1.51	2.17	2.11	2.90	2.96	1.69	1.57	1.21	0.30	0.06	0.00	17.43	6:24	17:35								
321	JUC 17	0.00	0.06	0.36	1.27	1.37	1.99	1.69	1.69	1.21	1.09	0.66	0.42	0.06	0.00	11.76	6:24	17:35								
322	VIC 18	0.00	0.06	0.18	0.66	1.69	1.15	1.81	2.11	1.09	0.90	0.30	0.18	0.06	0.00	10.80	6:24	17:35								
323	SAB 19	0.00	0.12	0.72	1.39	2.23	2.23	0.99	0.72	0.12	0.12	0.06	0.06	0.06	0.00	8.75	6:25	17:34								
324	D 20	0.00	0.12	0.66	1.39	2.23	2.47	1.75	1.21	0.42	0.60	0.36	0.12	0.00	0.00	11.34	6:25	17:34								
325	LUN 21	0.00	0.06	0.60	1.33	1.99	2.59	2.83	2.59	2.35	****	****	****	****	****	****	6:25	17:34					1			
326	MAR 22	0.00	0.06	0.06	0.18	0.90	1.63	1.75	1.75	1.03	0.36	0.06	0.00	0.00	0.00	7.18	6:25	17:34								
327	MIC 23	0.00	0.06	0.66	1.33	2.11	2.41	2.35	1.39	1.15	1.73	0.72	0.24	0.06	0.00	14.42	6:26	17:33								
328	JUC 24	0.00	0.06	0.69	1.21	1.81	1.69	2.11	2.05	1.09	1.33	0.90	0.12	0.06	0.00	13.33	6:26	17:33								
329	VIC 25	0.00	0.12	0.36	0.78	1.33	2.17	2.41	2.39	2.47	1.81	1.09	0.42	0.06	0.00	15.62	6:26	17:33								
330	SAB 26	0.00	0.10	0.90	1.51	2.29	2.77	2.96	2.90	2.41	1.69	1.15	0.48	0.06	0.00	19.30	6:26	17:33								
331	D 27	0.00	0.06	0.60	1.21	1.81	2.53	2.65	1.99	1.51	1.21	0.42	0.06	0.00	0.00	16.57	6:26	17:32								
332	LUN 28	0.00	0.06	0.51	0.78	1.75	2.53	2.77	1.93	1.99	1.81	1.33	0.48	0.06	0.00	14.01	6:27	17:32								
333	MAR 29	0.00	0.06	0.60	****	****	****	****	****	****	1.01	0.90	0.84	0.42	0.06	0.00	****	6:27	17:32					1		
334	MIC 30	0.00	0.00	0.18	0.97	0.90	1.33	1.33	0.97	0.66	0.51	0.36	0.18	0.06	0.00	7.18	6:27	17:32								
FAC.		0.03	0.11	0.55	1.41	1.78	2.13	2.25	2.07	1.58	1.22	0.82	0.32	0.05	0.06	13.82							4	0	0	0
P.E.		0.00	0.10	0.29	0.47	0.54	0.65	0.72	0.79	0.77	0.62	0.53	0.29	0.03	0.00	4.70										
SUMA DE PROMEDIOS HORARIOS																13.70										

TABLA NO. 5



ESTACION C.U.		REGISTRO HORARIO DE RADIACION SOLAR GLOBAL MJ/M2 (3)														INSTRUMENTO NO.		CH2-672986		K=0.590164					
DIA	FECHA	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	ORTO	OCASO	E	1	2	3	4		
JUL																									
335	JUE 1	0.00	0.06	0.18	0.40	0.54	0.54	0.60	0.60	0.66	0.42	0.18	0.12	0.00	0.00	4.40	6:27	17:32							
336	VIE 2	0.00	0.06	0.18	0.42	1.39	1.27	1.21	1.39	1.33	0.66	0.36	0.12	0.06	0.00	8.44	6:27	17:32							
337	SAB 3	0.00	0.12	0.48	1.33	1.93	1.69	2.29	1.93	1.39	1.21	0.54	0.18	0.00	0.00	13.09	6:27	17:32							
338	D 4	0.00	0.12	0.84	1.21	1.51	2.05	2.17	2.05	0.84	0.18	0.06	0.00	0.00	11.01	6:28	17:31								
339	LUN 5	0.00	0.06	0.54	0.12	1.93	2.35	1.99	1.69	1.63	1.09	0.60	0.36	0.06	0.00	12.42	6:26	17:31							
340	MAR 6	0.00	0.06	0.72	1.27	1.87	2.29	2.53	2.11	1.81	1.27	1.15	0.66	0.06	0.00	15.80	6:28	17:31							
341	MIE 7	0.00	0.12	0.48	1.33	1.93	1.33	2.53	****	2.29	1.63	0.60	0.18	0.00	0.00	****	6:28	17:31						1	
342	JUE 8	0.00	0.06	0.54	1.21	1.87	1.93	2.53	****	0.60	0.18	0.36	****	****	****	****	6:28	17:31						1	
343	VIE 9	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:28	17:31						1	
344	SAB 10	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:28	17:31						1	
345	D 11	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:28	17:31						1	
346	LUN 12	0.00	0.10	0.66	1.45	2.35	1.63	0.48	0.66	0.72	0.60	0.18	0.09	0.09	0.00	8.93	6:29	17:30							
347	MAR 13	0.00	0.12	0.36	0.97	1.39	1.27	0.54	0.48	0.36	0.18	0.12	0.06	0.00	0.00	5.79	6:29	17:30							
348	MIE 14	0.00	0.06	0.18	1.89	1.81	1.99	1.69	1.69	0.97	0.42	0.18	0.12	0.06	0.00	10.56	6:29	17:30							
349	JUE 15	0.00	0.06	0.54	1.09	1.39	1.39	1.51	1.63	0.84	0.42	0.24	0.06	0.00	0.00	8.56	6:29	17:30							
350	VIE 16	0.00	0.00	0.24	0.60	1.15	1.63	1.39	1.15	1.39	0.72	0.24	0.18	0.06	0.00	9.17	6:29	17:30							
351	SAB 17	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:29	17:30						1	
352	D 18	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:29	17:30						1	
353	LUN 19	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:29	17:30						1	
354	MAR 20	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:29	17:30						1	
355	MIE 21	0.00	0.00	0.12	0.36	0.42	0.84	1.23	1.69	1.92	1.39	0.97	0.70	0.00	0.00	9.35	6:29	17:30							
356	JUE 22	0.00	0.00	0.18	0.36	1.03	2.17	2.11	2.29	2.23	1.63	0.84	0.18	0.06	0.00	13.39	6:29	17:30							
357	VIE 23	0.00	0.12	0.72	1.33	1.92	2.47	2.65	2.11	2.29	1.81	1.21	0.48	0.06	0.06	17.19	6:29	17:30							
358	SAB 24	0.00	0.12	0.60	1.33	1.93	2.41	2.71	2.59	2.41	1.63	1.03	0.06	0.06	0.00	16.09	6:29	17:30							
359	D 25	0.00	0.06	0.36	1.03	1.63	1.99	2.11	1.81	1.63	0.90	0.72	0.36	0.06	0.00	12.61	6:29	17:30							
360	LUN 26	0.00	0.06	0.30	1.33	1.99	2.35	2.53	2.15	2.05	1.51	0.97	0.12	0.06	0.00	16.22	6:29	17:30							
361	MAR 27	0.00	0.12	0.66	1.39	1.99	2.47	2.59	2.23	1.87	1.27	0.72	0.18	0.06	0.00	15.50	6:29	17:30							
362	MIE 28	0.00	0.12	0.54	1.21	1.87	1.75	2.71	2.65	2.41	1.07	1.15	0.54	0.06	0.00	16.09	6:29	17:30							
363	JUE 29	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	6:29	17:30						1	
364	VIE 30	****	****	****	****	****	1.15	1.81	2.29	2.41	****	****	0.90	0.12	0.06	0.00	****	6:29	17:30						1
365	SAB 31	****	****	****	****	1.87	2.41	2.41	2.23	1.92	1.39	0.78	0.36	0.06	0.00	****	6:29	17:30						1	
FROM.		0.00	0.06	0.18	0.99	1.62	1.83	1.97	1.77	1.56	1.67	0.66	0.27	0.01	0.00	11.92									12
D.E.		0.00	0.05	0.20	0.41	0.46	0.52	0.71	0.64	0.64	0.55	0.36	0.20	0.04	0.00	3.77									0
SUMA DE PROMEDIOS HORARIOS																12.34									

TABLA NO. 6

INSTITUTO DE GEOFISICA URUGUAY

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL HJ/M2 1970
 INSTRUMENTO NO. CH2-372986

ESTACION C.U.

K= 0.590164

C= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUBIOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.09	0.58	1.26	1.92	2.39	2.63	2.41	2.04	1.65	1.09	0.48	0.10	0.00	16.70		8	0	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.21	0.35	0.44	0.42	0.35	0.44	0.55	0.53	0.39	0.24	0.04	0.00	3.03					
FEBRERO	0.00	0.14	0.70	1.32	1.81	2.23	2.21	2.40	2.10	1.65	1.15	0.61	0.13	0.00	16.69		11	0	0	0
d.e.	0.00	0.09	0.33	0.54	0.67	0.85	0.88	0.77	0.77	0.58	0.54	0.33	0.09	0.00	4.91					
MARZO	0.00	0.27	1.10	1.94	2.58	2.93	3.09	2.74	2.50	1.89	1.32	0.79	0.22	0.00	21.42		6	0	0	0
d.e.	0.00	0.13	0.33	0.46	0.68	0.68	0.83	0.86	0.75	0.76	0.65	0.42	0.14	0.02	5.50					
ABRIL	0.03	0.47	1.35	2.20	2.90	3.24	3.35	2.91	2.21	1.49	0.97	0.66	0.31	0.04	22.57		8	0	0	0
d.e.	0.03	0.12	0.14	0.22	0.19	0.35	0.50	0.87	1.03	0.97	0.66	0.43	0.19	0.04	3.73					
MAYO	0.04	0.52	1.21	1.99	2.63	3.00	3.06	2.91	2.53	1.94	1.54	0.92	0.28	0.05	22.51		11	0	0	0
d.e.	0.02	0.18	0.32	0.39	0.40	0.50	0.65	0.82	0.86	0.82	0.73	0.45	0.23	0.06	4.84					
JUNIO	0.08	0.44	0.92	1.56	2.03	2.26	2.44	2.22	1.73	1.41	0.93	0.40	0.14	0.03	16.34		6	0	0	0
d.e.	0.05	0.20	0.43	0.65	0.77	0.85	0.73	0.88	1.04	0.85	0.57	0.27	0.09	0.03	4.83					
JULIO	0.06	0.43	1.17	1.83	2.44	2.82	2.41	2.20	1.96	1.51	0.94	0.53	0.19	0.04	18.24		10	0	0	0
d.e.	0.05	0.18	0.37	0.48	0.46	0.50	0.80	0.96	0.98	0.62	0.34	0.14	0.03	0.03	4.17					
AGOSTO	0.02	0.39	0.99	1.67	2.38	2.69	2.82	2.66	2.06	1.56	1.01	0.60	0.24	0.03	19.21		3	0	0	0
d.e.	0.03	0.15	0.39	0.56	0.56	0.66	0.74	0.85	0.80	0.75	0.64	0.43	0.21	0.04	4.98					
SEPTIEMBRE	0.00	0.23	0.78	1.41	1.77	2.13	2.29	1.97	1.61	0.98	0.70	0.42	0.14	0.01	14.44		1	0	0	0
d.e.	0.01	0.15	0.43	0.66	0.77	0.82	0.89	0.86	0.68	0.51	0.58	0.32	0.10	0.02	5.06					
OCTUBRE	0.00	0.11	0.54	1.08	1.73	2.19	2.33	2.33	1.97	1.63	0.97	0.47	0.10	0.00	15.63		1	0	0	0
d.e.	0.00	0.08	0.33	0.67	0.79	0.81	0.84	0.79	0.77	0.64	0.45	0.29	0.06	0.01	4.80					
NOVIEMBRE	0.00	0.07	0.55	1.21	1.88	2.32	2.46	2.25	1.87	1.40	0.91	0.42	0.07	0.00	15.47		1	0	0	0
d.e.	0.00	0.05	0.20	0.33	0.38	0.45	0.44	0.49	0.45	0.39	0.31	0.22	0.05	0.00	2.38					
DICIEMBRE	0.00	0.01	0.19	1.18	1.82	2.25	2.41	2.29	1.89	1.33	0.90	0.40	0.06	0.00	14.97		5	0	0	0
d.e.	0.00	0.03	0.18	0.32	0.34	0.39	0.45	0.51	0.53	0.52	0.46	0.20	0.04	0.00	2.26					

TABLA NO. 7



INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

ESTACION C.U.

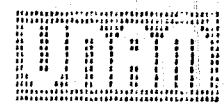
RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL HJ/M2 1977
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

K= 0.590164

E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION BURROSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CALIBRACION.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.05	0.53	1.31	1.91	2.30	2.59	2.52	2.21	1.73	1.15	0.48	0.07	0.00	16.91		0	0	0	0
d.e.	0.09	0.06	0.12	0.24	0.32	0.36	0.36	0.52	0.57	0.49	0.41	0.23	0.04	0.00	2.56					
FEBRERO	0.00	0.03	0.29	0.96	1.68	2.35	2.76	2.58	2.06	1.63	1.11	0.78	0.33	0.04	16.83		1	0	0	0
d.e.	0.00	0.05	0.21	0.32	0.44	0.46	0.59	0.75	0.94	0.83	0.71	0.55	0.26	0.06	4.27					
MARZO	0.00	0.00	0.33	1.12	1.98	2.74	3.12	3.25	3.18	2.65	2.00	1.25	0.65	0.19	22.47		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.00	0.07	0.20	0.24	0.28	0.26	0.37	0.63	0.63	0.63	0.68	0.41	0.15	3.05					
ABRIL	0.00	0.08	0.65	1.59	2.29	2.88	3.12	2.85	2.54	2.12	1.32	0.77	0.49	0.16	20.70		2	0	0	0
d.e.	0.00	0.09	0.21	0.30	0.29	0.32	0.43	0.62	0.93	0.97	0.78	0.52	0.28	0.12	3.80					
MAYO	0.00	0.02	0.47	1.21	1.94	2.52	2.95	2.89	2.61	2.15	1.45	0.90	0.49	0.20	20.05		4	0	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.15	0.29	0.33	0.40	0.50	0.90	0.84	0.96	0.93	0.59	0.21	0.12	4.07					
JUNIO	0.00	0.04	0.39	1.11	1.69	2.35	2.67	2.91	2.69	2.35	1.90	1.42	0.81	0.27	21.16		6	0	0	0
d.e.	0.00	0.06	0.22	0.41	0.55	0.59	0.66	0.65	0.91	0.98	0.89	0.63	0.57	0.24	4.62					
JULIO	0.01	0.20	0.80	1.37	2.00	2.52	2.68	2.54	2.92	1.86	1.58	0.99	0.52	0.20	19.08		3	0	0	0
d.e.	0.03	0.24	0.47	0.60	0.60	0.72	0.76	0.91	1.11	1.05	1.06	0.81	0.50	0.24	5.13					
AGOSTO	0.06	0.61	1.54	2.60	3.36	3.88	3.83	3.64	2.96	1.91	1.20	0.69	0.30	0.02	27.33		10	0	0	0
d.e.	0.06	0.28	0.59	0.92	1.22	1.25	1.57	1.41	1.43	1.20	0.94	0.60	0.36	0.05	8.24					
SEPTIEMBRE	0.09	0.17	0.55	1.12	1.54	1.74	1.66	1.70	1.52	1.12	0.72	0.42	0.13	0.00	11.67		5	0	0	0
d.e.	0.02	0.11	0.33	0.57	0.69	0.79	0.80	0.83	0.72	0.72	0.57	0.32	0.13	0.02	5.28					
OCTUBRE	0.00	0.16	0.75	1.34	1.86	2.23	2.44	2.31	2.07	1.63	1.13	0.65	0.18	0.00	16.54		4	0	0	0
d.e.	0.00	0.06	0.21	0.34	0.43	0.44	0.39	0.54	0.56	0.56	0.46	0.27	0.10	0.02	3.56					
NOVIEMBRE	0.00	0.08	0.44	0.99	1.57	1.96	2.11	1.99	1.67	1.22	0.79	0.38	0.08	0.00	13.23		2	0	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.21	0.36	0.50	0.51	0.38	0.28	0.44	0.43	0.23	0.17	0.03	0.00	2.51					
DICIEMBRE	0.00	0.04	0.34	0.85	1.33	1.66	1.81	1.75	1.47	1.09	0.74	0.33	0.06	0.00	11.41		2	0	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.15	0.31	0.44	0.46	0.44	0.41	0.45	0.42	0.26	0.16	0.03	0.00	2.56					

TABLA NO.8



INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL MJ/M2 1980
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

ESTACION C.U.

K= 0.000019

E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUDOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO d.e.	0.00	0.05	0.40	1.10	1.69	1.98	2.14	1.89	1.61	1.33	0.89	0.37	0.03	0.00	13.75		2	0	0	0
FEBRERO d.e.	0.00	0.03	0.16	0.27	0.38	0.44	0.49	0.55	0.56	0.52	0.28	0.15	0.02	0.00	2.70		0	0	0	0
MARZO d.e.	0.00	0.05	0.20	0.31	0.42	0.36	0.36	0.43	0.51	0.52	0.41	0.24	0.04	0.00	2.78		1	0	0	0
ABRIL d.e.	0.01	0.35	0.76	1.50	2.20	2.52	2.30	2.08	1.50	1.37	0.94	0.54	0.18	0.01	16.71		2	0	0	0
MAYO d.e.	0.01	0.13	0.32	0.50	0.50	0.46	0.72	0.78	0.87	0.70	0.60	0.41	0.15	0.01	4.56		1	0	0	1
JUNIO d.e.	0.05	0.43	0.91	1.48	2.06	2.48	2.58	2.33	1.74	1.43	1.04	0.62	0.23	0.02	17.75		1	0	0	0
JULIO d.e.	0.02	0.15	0.35	0.50	0.55	0.49	0.64	0.77	0.96	0.88	0.61	0.41	0.17	0.02	4.87		2	0	0	0
AGOSTO d.e.	0.01	0.27	0.70	1.33	1.89	2.17	2.01	1.79	1.54	1.21	0.59	0.30	0.10	0.00	14.03		0	0	0	0
SEPTIEMBRE d.e.	0.00	0.11	0.46	0.86	1.40	1.91	1.95	1.87	1.51	1.21	0.66	0.34	0.09	0.00	12.36		1	0	0	0
OCTUBRE d.e.	0.00	0.07	0.30	0.50	0.49	0.71	0.73	0.72	0.67	0.61	0.46	0.20	0.08	0.00	3.51		0	0	0	0
NOVIEMBRE d.e.	0.00	0.10	0.53	1.13	1.68	2.07	2.16	1.99	1.63	1.22	0.75	0.32	0.05	0.00	13.63		0	0	0	0
DICIEMBRE d.e.	0.00	0.06	0.24	0.44	0.52	0.56	0.57	0.60	0.71	0.64	0.39	0.24	0.04	0.00	4.04		0	0	0	0
TOTAL	0.00	0.05	0.46	1.08	1.50	2.03	2.07	1.74	1.57	1.03	0.67	0.29	0.03	0.00	12.85		0	0	0	0
TOTAL	0.00	0.02	0.16	0.29	0.38	0.40	0.41	0.43	0.51	0.48	0.35	0.17	0.02	0.00	2.78		0	0	0	0
TOTAL	0.00	0.03	0.37	0.91	1.46	1.85	2.05	1.89	1.57	1.14	0.72	0.27	0.01	0.00	12.22		1	0	0	0
TOTAL	0.00	0.01	0.14	0.30	0.32	0.37	0.36	0.33	0.34	0.33	0.25	0.12	0.01	0.00	1.85		0	0	0	0

TABLA NO.9

INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL MJ/M2 1981
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

ESTACION C.U.

K= 0.00819

E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUBIOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.05	0.45	1.02	1.54	1.84	1.94	1.91	1.74	1.31	0.91	0.37	0.03	0.00	13.30	4	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.14	0.32	0.46	0.61	0.52	0.49	0.45	0.40	0.30	0.19	0.02	0.00	3.10					
FEBRERO	0.00	0.10	0.58	1.25	1.30	2.18	2.24	2.00	1.54	1.21	0.90	0.40	0.05	0.00	14.26	0	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.18	0.24	0.30	0.29	0.53	0.57	0.60	0.52	0.38	0.19	0.03	0.00	2.69					
MARZO	0.00	0.18	0.77	1.43	1.95	2.23	2.16	2.14	1.84	1.53	1.07	0.68	0.19	0.00	16.12	8	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.07	0.28	0.43	0.49	0.56	0.89	0.81	0.71	0.61	0.45	0.32	0.11	0.00	4.38					
ABRIL	0.01	0.32	0.95	1.60	2.18	2.44	2.33	1.95	1.58	1.29	0.82	0.53	0.14	0.00	15.98	7	0	0	0	0
d.e.	0.01	0.12	0.24	0.33	0.32	0.60	0.63	0.83	0.85	0.94	0.54	0.33	0.10	0.00	3.78					
MAYO	0.03	0.38	0.97	1.56	2.12	2.44	2.20	2.00	1.78	1.25	0.80	0.58	0.22	0.01	16.34	0	0	0	0	0
d.e.	0.01	0.13	0.31	0.44	0.40	0.46	0.85	1.00	0.97	0.72	0.60	0.33	0.12	0.01	4.81					
JUNIO	0.03	0.31	0.45	1.16	1.70	2.02	2.05	1.98	1.48	1.15	0.80	0.27	0.11	0.01	13.74	0	0	0	0	0
d.e.	0.02	0.19	0.36	0.55	0.69	0.64	0.71	0.67	0.77	0.66	0.57	0.22	0.09	0.01	4.14					
JULIO	0.03	0.37	0.92	1.44	1.77	2.07	1.99	2.07	1.72	1.34	0.87	0.32	0.11	0.01	15.05	0	0	0	0	0
d.e.	0.02	0.16	0.35	0.47	0.61	0.69	0.71	0.74	0.65	0.60	0.47	0.23	0.08	0.01	3.64					
AGOSTO	0.01	0.23	0.73	1.22	1.73	2.03	1.98	1.84	1.56	1.23	0.78	0.40	0.09	0.00	13.87	1	0	0	0	0
d.e.	0.01	0.12	0.33	0.45	0.59	0.67	0.62	0.73	0.67	0.56	0.44	0.30	0.06	0.01	3.99					
SEPTIEMBRE	0.00	0.17	0.57	1.09	1.63	1.70	2.03	1.98	1.84	1.33	0.70	0.33	0.10	0.00	13.72	2	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.10	0.25	0.45	0.62	0.61	0.82	0.71	0.69	0.58	0.41	0.21	0.09	0.00	4.25					
OCTUBRE	0.00	0.09	0.40	0.99	1.57	1.99	1.94	1.83	1.54	1.07	0.68	0.26	0.07	0.00	12.61	0	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.05	0.23	0.42	0.56	0.58	0.67	0.71	0.65	0.64	0.41	0.24	0.04	0.00	3.84					
NOVIEMBRE	0.00	0.06	0.49	1.07	1.65	2.06	2.16	2.05	1.83	1.39	0.89	0.37	0.03	0.00	14.01	2	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.16	0.30	0.34	0.22	0.29	0.50	0.40	0.40	0.30	0.15	0.01	0.00	1.98					
DICIEMBRE	0.00	0.03	0.41	0.91	1.45	1.79	2.02	1.93	1.50	1.04	0.60	0.29	0.02	0.00	11.98	2	0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.15	0.31	0.42	0.47	0.36	0.41	0.51	0.45	0.31	0.15	0.01	0.00	2.78					

TABLA NO. 10

INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL MJ/M2 1982
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

ESTACION C.U.

K= 0.006819

E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUBIOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICACION.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06	07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.05	0.51	1.12	1.70	2.07	2.13	2.38	1.85	1.41	0.94	0.35	0.03	0.00	14.24			1	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.07	0.12	0.13	0.19	0.23	0.36	0.23	0.20	0.21	0.12	0.01	0.00	1.34						
FEBRERO	0.00	0.08	0.57	1.21	1.87	2.20	2.29	2.20	1.84	1.49	0.98	0.39	0.05	0.00	15.13			14	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.15	0.25	0.14	0.18	0.35	0.41	0.44	0.44	0.34	0.21	0.02	0.00	1.98						
MARZO	0.00	0.28	1.01	1.87	2.58	2.98	3.04	2.97	2.36	1.47	0.92	0.55	0.13	0.00	20.00			12	1	0	0
d.e.	0.00	0.06	0.14	0.12	0.17	0.28	0.70	0.68	0.68	0.78	0.51	0.24	0.07	0.00	3.06						
ABRIL	0.01	0.39	1.12	1.92	2.60	3.00	3.22	3.12	2.53	1.84	1.09	0.56	0.17	0.01	21.56			1	0	0	0
d.e.	0.01	0.07	0.20	0.26	0.32	0.41	0.40	0.55	0.76	0.73	0.60	0.36	0.15	0.01	3.40						
MAYO	0.04	0.43	1.07	1.70	2.21	2.66	2.62	2.31	1.70	1.17	0.87	0.43	0.16	0.01	17.38			1	0	0	0
d.e.	0.01	0.10	0.22	0.40	0.56	0.48	0.81	0.86	0.90	0.80	0.58	0.33	0.14	0.01	1.00						
JUNIO	0.06	0.51	1.14	1.80	2.29	2.68	2.86	2.85	2.73	2.32	1.51	0.84	0.29	0.03	22.11			1	1	0	0
d.e.	0.02	0.20	0.36	0.43	0.45	0.53	0.51	0.80	0.66	0.66	0.63	0.48	0.21	0.02	4.21						
JULIO	0.06	0.48	1.13	1.76	2.50	2.73	2.87	2.70	2.06	1.36	0.72	0.38	0.12	0.02	19.06			1	0	0	0
d.e.	0.02	0.13	0.31	0.48	0.50	0.52	0.44	0.75	0.90	0.77	0.57	0.28	0.11	0.01	3.13						
AGOSTO	0.02	0.39	1.14	1.87	2.49	2.91	3.07	2.83	2.08	1.53	1.07	0.50	0.13	0.01	20.67			1	0	0	0
d.e.	0.01	0.12	0.22	0.31	0.35	0.39	0.49	0.43	0.86	0.79	0.43	0.37	0.10	0.00	3.20						
SEPTIEMBRE	0.04	0.33	0.86	1.48	2.13	2.56	2.57	2.52	1.90	1.39	0.88	0.46	0.10	0.00	17.22			0	0	0	0
d.e.	0.09	0.27	0.39	0.60	0.65	0.70	0.80	0.72	0.78	0.80	0.54	0.29	0.08	0.00	4.50						
OCTUBRE	0.03	0.11	0.57	1.22	1.84	2.35	2.53	2.36	2.10	1.54	0.95	0.44	0.07	0.00	16.08			0	0	0	0
d.e.	0.00	0.06	0.23	0.47	0.62	0.65	0.71	0.82	0.74	0.63	0.48	0.24	0.03	0.00	4.39						
NOVIEMBRE	0.00	0.06	0.49	1.14	1.80	2.25	2.32	2.26	1.99	1.44	0.87	0.35	0.04	0.00	15.02			0	0	0	0
d.e.	0.09	0.03	0.20	0.28	0.53	0.59	0.59	0.61	0.59	0.51	0.27	0.16	0.02	0.00	3.55						
DICIEMBRE	0.00	0.01	0.17	1.12	1.74	2.16	2.38	2.31	1.92	1.47	0.92	0.36	0.03	0.00	14.93			0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.16	0.33	0.46	0.55	0.49	0.46	0.49	0.44	0.31	0.13	0.01	0.00	3.00						

TABLA NO. 11

INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL HJ/M2 1983
 INSTRUMENTO NO. CM2-672986

ESTACION C.U.

K= 0.000819

- E= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION BURROSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.06	0.53	1.11	1.71	2.00	2.97	1.99	1.66	1.31	0.92	0.39	0.04	0.00	13.76					
d.e.	0.00	0.03	0.24	0.46	0.57	0.71	0.86	0.81	0.82	0.68	0.47	0.21	0.02	0.00	5.32					
FEBRERO	0.00	0.14	0.76	1.49	2.21	2.57	2.92	2.72	2.54	2.06	1.45	0.72	0.12	0.00	19.76					
d.e.	0.00	0.05	0.28	0.54	0.68	0.83	0.84	1.04	0.98	0.71	0.45	0.25	0.05	0.00	6.14					
MARZO	0.00	0.31	1.12	2.01	2.72	3.17	3.35	3.25	2.86	2.34	1.66	0.91	0.23	0.00	23.91					
d.e.	0.00	0.09	0.23	0.33	0.48	0.53	0.64	0.59	0.65	0.65	0.50	0.32	0.08	0.00	4.55					
ABRIL	0.02	0.45	1.26	2.08	2.74	3.16	3.36	3.27	2.98	2.35	1.69	0.95	0.29	0.01	24.62					
d.e.	0.01	0.08	0.18	0.24	0.29	0.44	0.41	0.36	0.25	0.34	0.32	0.23	0.08	0.01	1.96					
MAYO	0.04	0.43	1.07	1.82	2.46	2.80	2.95	2.90	2.53	1.91	1.21	0.77	0.28	0.02	21.36					
d.e.	0.02	0.15	0.25	0.34	0.42	0.54	0.57	0.63	0.73	0.69	0.62	0.41	0.18	0.02	4.18					
JUNIO	0.05	0.46	1.10	1.74	2.35	2.84	3.01	2.79	2.40	1.89	1.11	0.79	0.33	0.05	21.19					
d.e.	0.02	0.19	0.36	0.49	0.60	0.59	0.78	0.98	0.96	0.87	0.59	0.40	0.18	0.03	5.12					
JULIO	0.03	0.36	0.93	1.55	2.10	2.69	2.86	2.38	1.69	1.44	0.81	0.38	0.14	0.02	17.56					
d.e.	0.02	0.17	0.40	0.51	0.70	0.60	0.52	0.98	1.06	0.98	0.58	0.29	0.10	0.01	4.40					
AGOSTO	0.02	0.35	0.98	1.69	2.36	2.77	2.68	2.48	2.01	1.51	0.87	0.40	0.13	0.01	18.21					
d.e.	0.01	0.14	0.37	0.62	0.54	0.50	0.72	0.77	0.91	0.73	0.55	0.31	0.10	0.01	4.43					
SEPTIEMBRE	0.00	0.17	0.72	1.40	1.95	2.13	2.33	2.22	1.72	1.42	0.96	0.36	0.09	0.00	15.48					
d.e.	0.00	0.11	0.23	0.53	0.69	0.75	0.77	0.85	0.93	0.78	0.60	0.23	0.07	0.00	4.41					
OCTUBRE	0.00	0.11	0.64	1.31	2.01	2.11	2.61	2.57	2.23	1.57	0.97	0.46	0.09	0.03	16.98					
d.e.	0.00	0.04	0.26	0.49	0.63	0.76	0.72	0.76	0.74	0.69	0.54	0.21	0.06	0.00	4.67					
NOVIEMBRE	0.00	0.06	0.52	1.18	1.85	2.20	2.30	2.22	1.87	1.36	0.87	0.43	0.04	0.00	14.92					
d.e.	0.00	0.02	0.19	0.37	0.43	0.57	0.70	0.55	0.70	0.58	0.40	0.19	0.02	0.00	3.67					
DICIEMBRE	0.00	0.05	0.52	1.14	1.75	2.19	2.40	2.37	2.06	1.50	0.92	0.35	0.02	0.00	15.27					
d.e.	0.00	0.02	0.14	0.28	0.44	0.37	0.34	0.46	0.48	0.42	0.34	0.17	0.01	0.00	2.55					

TABLA NO. 12

INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

RESUMEN ANUAL DE RADIACION SOLAR GLOBAL MJ/M2 1904
 INSTRUMENTO NO. CM2-672906

ESTACION C.U.



K= 0.000619

C= NUMERO Y TIPO DE ERRORES EN UN AÑO O MES.
 1= AUSENCIA TOTAL DE DATOS.
 2= IMPRESION DUBIOSA PERO EXISTE DATO.
 3= ERROR EN PROCESO DE CODIFICADO.
 4= ERROR EN PROCESO DE VALIDACION.

MES	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	TOTAL	E	1	2	3	4
ENERO	0.00	0.05	0.56	1.28	1.96	2.33	2.16	2.37	1.89	1.52	0.89	0.43	0.04	0.00	15.70		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.17	0.33	0.42	0.40	0.44	0.64	0.69	0.53	0.38	0.20	0.02	0.00	3.39					
FEBRERO	0.00	0.13	0.71	1.12	2.10	2.49	2.76	2.61	2.20	1.80	1.24	0.59	0.08	0.00	18.30		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.07	0.26	0.44	0.53	0.73	0.68	0.68	0.67	0.51	0.45	0.29	0.04	0.00	4.11					
MARZO	0.00	0.27	1.04	1.83	2.17	2.95	3.07	2.71	2.23	1.81	1.43	0.85	0.21	0.00	20.82		3	0	0	0
d.e.	0.00	0.10	0.31	0.45	0.58	0.49	0.49	0.87	0.92	0.82	0.57	0.38	0.10	0.00	4.03					
ABRIL	0.02	0.19	1.35	2.21	2.82	3.27	3.44	3.28	2.88	2.09	1.31	0.75	0.30	0.01	24.07		9	0	0	0
d.e.	0.01	0.04	0.12	0.17	0.17	0.28	0.29	0.50	0.54	0.61	0.62	0.38	0.12	0.01	2.69					
MAYO	0.04	0.14	1.07	1.83	2.39	2.76	2.64	2.35	1.79	1.43	0.99	0.58	0.26	0.03	18.60		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.18	0.40	0.56	0.64	0.73	0.90	0.94	1.00	0.89	0.66	0.39	0.20	0.03	5.06					
JUNIO	0.05	0.15	1.19	1.76	2.27	2.72	2.84	2.42	1.90	1.39	0.93	0.48	0.17	0.02	18.32		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.20	0.37	0.47	0.58	0.55	0.83	0.84	1.01	0.84	0.59	0.35	0.12	0.01	4.05					
JULIO	0.04	0.33	0.99	1.56	2.12	2.37	2.23	2.01	1.71	1.18	0.67	0.34	0.12	0.02	15.60		0	0	0	0
d.e.	0.02	0.16	0.40	0.57	0.70	0.87	0.98	0.92	0.97	0.73	0.43	0.31	0.11	0.01	4.88					
AGOSTO	0.02	0.29	0.80	1.33	2.03	2.16	2.60	2.13	1.96	1.23	0.73	0.35	0.12	0.01	16.06		1	0	0	0
d.e.	0.01	0.14	0.36	0.57	0.57	0.71	0.68	0.82	0.87	0.83	0.57	0.23	0.10	0.01	3.98					
SEPTIEMBRE	0.00	0.16	0.57	1.07	1.55	2.86	1.86	1.83	1.43	1.14	0.81	0.34	0.09	0.00	12.72		0	0	0	0
d.e.	0.00	0.11	0.26	0.57	0.74	0.81	0.77	0.83	0.81	0.73	0.65	0.32	0.07	0.00	4.74					
OCTUBRE	0.03	0.16	0.71	1.17	2.21	2.61	2.75	2.52	2.13	1.52	0.80	0.33	0.05	0.00	17.56		1	0	0	0
d.e.	0.03	0.09	0.28	0.44	0.58	0.57	0.66	0.79	0.85	0.64	0.45	0.21	0.05	0.00	3.07					
NOVIEMBRE	0.00	0.07	0.41	1.11	2.06	2.53	2.67	2.61	2.27	1.85	1.19	0.50	0.05	0.00	17.72		0	4	0	0
d.e.	0.00	0.02	0.12	0.22	0.23	0.24	0.34	0.43	0.53	0.42	0.35	0.16	0.02	0.00	2.19					
DICIEMBRE	0.00	0.05	0.59	1.20	1.86	2.31	2.45	2.37	2.00	1.32	0.73	0.29	0.02	0.00	15.02		3	1	0	0
d.e.	0.00	0.04	0.43	0.41	0.42	0.40	0.34	0.32	0.56	0.40	0.30	0.14	0.02	0.00	2.06					

IV. - ANALISIS DE LA SERIE DE RADIACION GLOBAL.

IV.1.- Las curvas anuales promedio y la distribución de frecuencias.

La curva anual promedio del parámetro Q/Q_0 (gráfica No. 5), muestra una época (invierno-primavera) de valores superiores a la media, con un ligero aumento a la mitad de la primavera para iniciar una caída que se prolonga hasta el mes de septiembre, en el cual se localiza el mínimo del flujo de radiación global relativa; inmediatamente después la curva vuelve a elevarse alcanzando en noviembre valores superiores a la media. Cabe señalar que el parámetro Q/Q_0 (así como S/S_0) no están afectados por la variación estacional de los parámetros astronómicos y reflejan, por lo tanto, variaciones debidas a factores eminentemente terrestres.

Si se compara la gráfica No. 5 con la curva anual promedio del parámetro n ($1-S/S_0$) en la gráfica No. 6, se advierte una correlación negativa entre ambos parámetros. La curva de los valores medios anuales de Q/Q_0 (gráfica No. 7) no revela tendencia alguna, pero sí una oscilación muy clara, con un periodo aproximado de 4 años. Aparentemente el parámetro n presenta la misma oscilación (gráfica No. 8), sin embargo, la

variabilidad anual de este parámetro le resta significancia.

Puede afirmarse que los valores medios mensuales de Q/Q_0 presentan una distribución aproximadamente normal (gráfica No. 9), con un valor medio de 0.489 y una desviación estandar de 0.085, por consiguiente el corredor para este parámetro puede interpretarse como una zona dentro de la cual, con el 60% de probabilidad, se encuentran los valores medios mensuales de Q/Q_0 . Por otra parte el histograma de los valores de $n(1-S/S_0)$ presenta también una distribución normal, aunque el intervalo en este histograma sea de 0.1 y no de 0.05 ya que la distribución en valores de 0.05 era bastante dispersa (ver gráfica No. 10).

IV.2.- La fórmula de regresión de Ångström.

Como ya se menciono anteriormente, la nubosidad constituye el modulador principal del flujo radiacional en la atmósfera. Por esa razón recientemente ha resurgido el interés en el desarrollo y uso de modelos de regresión del tipo

$$y = a + bx$$

donde y es, generalmente, la fracción del flujo de radiación en superficie con respecto al flujo en el tope de la atmósfera (Q/Q_0) y x (el predictor) la fracción de duración de la

insolación con respecto a la astronómica (S/S_0). En la literatura se refieren al cociente Q/Q_0 como el "índice de transparencia" para la radiación global [21]; aquí se refiere a Q/Q_0 como el flujo de radiación global relativa (RGR) y lo representaremos como q .

En lugar del parámetro $x = S/S_0$ usaremos $n = 1 - S/S_0$ para cuantificar el grado de nubosidad capaz de atenuar el flujo de radiación por debajo del umbral de quemado de los registros heligráficos ($\approx 70 \text{ W/m}^2$) [17]. Es evidente que las nubes bajas y medias son las que tienen mayor peso en el parámetro n . Como se ve, n puede interpretarse como un estimador probabilístico del grado de nubosidad. En efecto, para un día totalmente cubierto ($n=1$) la probabilidad de $S/S_0=0$ es igual a 1, y para un día totalmente despejado (o sea $n=0$) la probabilidad de S/S_0 es igual a 1 también; para cielo parcialmente cubierto $P(0(S/S_0) \approx (1 - S/S_0))$.

A partir de la ecuación de regresión

$$q = a + bn$$

puedan hacerse ciertas inferencias acerca de la distribución del flujo de radiación solar en la atmósfera. En efecto una extrapolación de la función $q(n)$ para $n=0$ nos da $q(0)=a$, es decir, el primer coeficiente de la regresión coincide con el

valor de la RGR en condiciones de cielo despejado (en promedio para el periodo analizado). Por otra parte, la suma de los coeficientes: $q(1) = a + b$ es el valor de la RGR en condiciones de cielo totalmente cubierto por nubes ($n=1$), también en promedio para el periodo considerado.

El flujo de radiación global que llega a la superficie depende, además del tipo y cantidad de nubes, del contenido de humedad y de partículas suspendidas en el aire, es decir, de la capacidad de absorción y dispersión del aerosol atmosférico. Debido a ello y dado que estos factores no están contemplados explícitamente en la regresión, los coeficientes de la regresión deben observar variaciones de un periodo a otro.

Existen modelos más elaborados, en los cuales se toman en cuenta otros parámetros atmosféricos, además del dato de duración de la insolación [22]. Sin embargo, como se ve en dichos trabajos, y por los resultados obtenidos en el presente, la regresión, con respecto a la insolación como único predictor es suficiente en una primera aproximación del análisis de la información del flujo de radiación global.

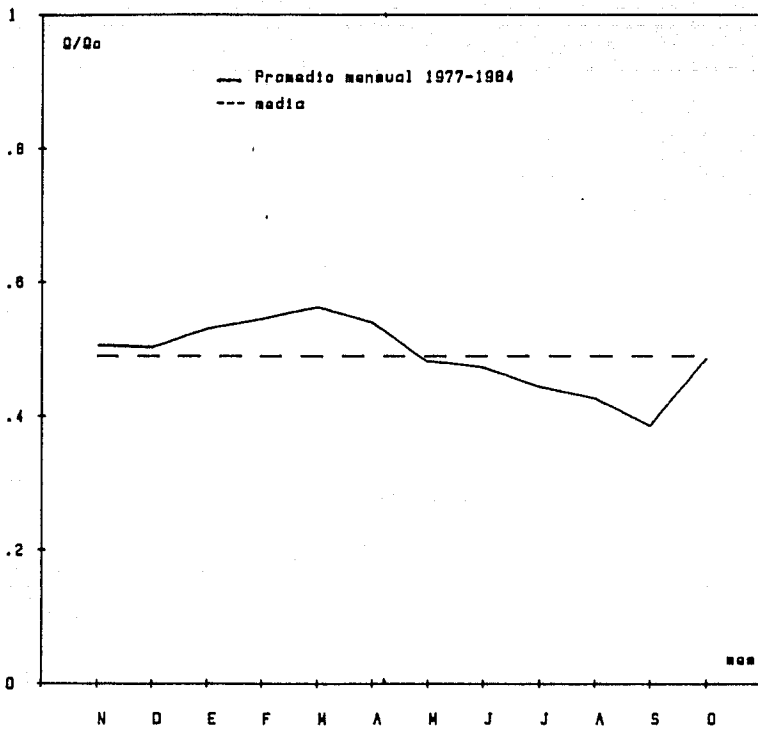
IV.3.- Análisis de los resultados de la fórmula de regresión de Ångström.

En las gráficas No.5 y No. 6 se muestra la serie de los promedios mensuales de q y n ; en ambas figuras puede observarse que dichos parámetros tienen una variación anual definida: RGR presenta sus valores máximos en la época de invierno-primavera, mientras que n tiene en estos meses sus valores mínimos. Es de esperarse que entre q y n exista una correlación negativa ($a < 0$).

En las funciones de autocorrelación de q (Q/Q_0) y de n en las gráficas No. 11 y No. 12, pueden verse la marcada oscilación anual de ambos parámetros, pero en el caso de q podemos observar una oscilación aun mayor, aproximadamente de 4 años al igual que se observa en la gráfica de los valores anuales promedio de q (ver gráfica No. 7), los últimos 25 o 30 valores de esta gráfica de autocorrelación no se pueden considerar representativos ya que el número de elementos de la correlación es muy bajo.

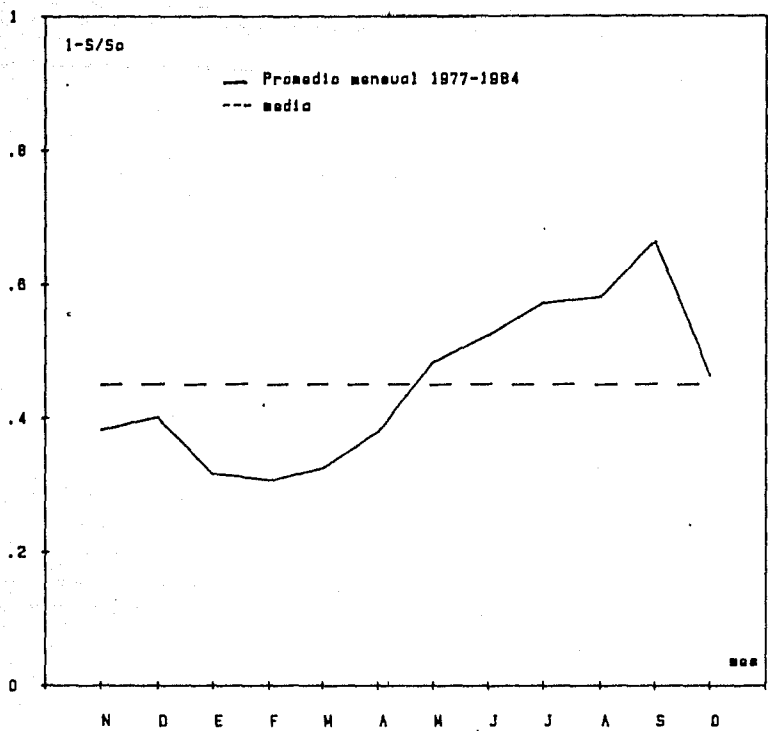
Ahora bien en la Tabla No. 13 se presentan los resultados de la ecuación de regresión de Ångström para cada año, en la primera columna encontramos los valores de los coeficientes de regresión, en la segunda el valor de a ($q(0)$) y en la tercera columna el valor de b que multiplicado por la x (grado de nubosidad), resulta el valor de la RGR para un cielo nublado. Como se mencionó en el capítulo No. 3, los parámetros de regresión de Ångström permiten estimar los totales diarios de radiación global que por una causa u otra no existan, en la

Tabla No. 14 de este trabajo se presentan los valores mensuales de cada año de $q(0)$ y $q(1)$ de la serie, así, como el factor de correlación obtenido para poder completar los faltantes de la misma.



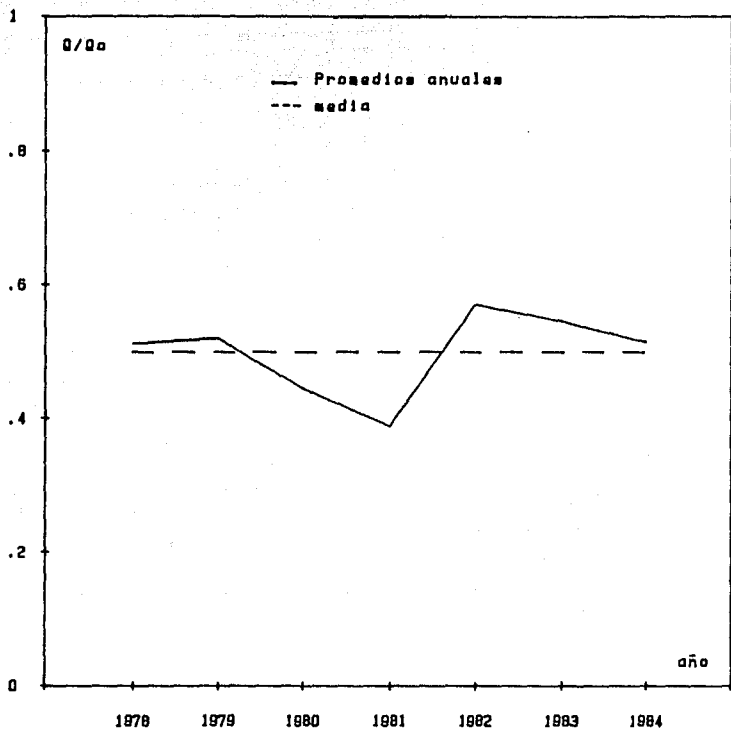
Gráfica No. 5

Promedios mensuales 1977-1984 O/00.



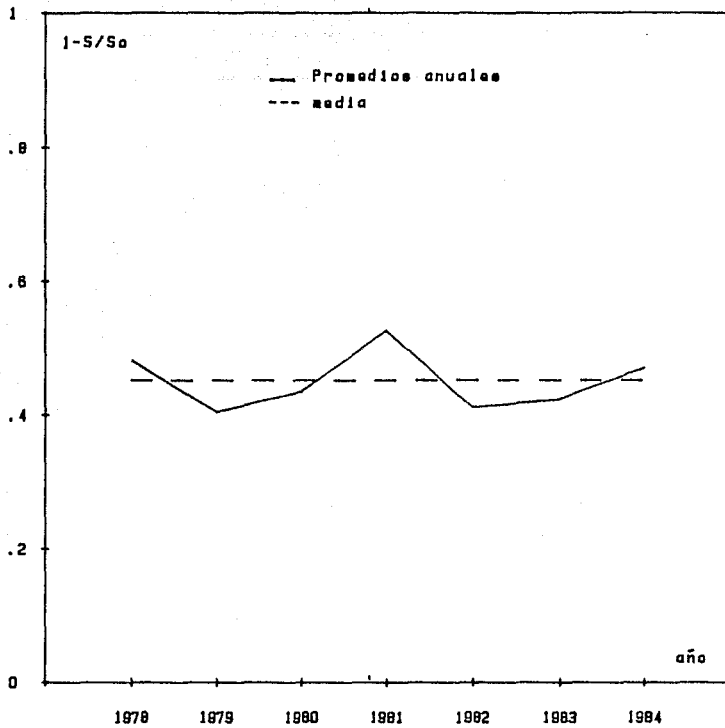
Gráfica No. 6

Promedios mensuales 1977-1984 1-S/5a.



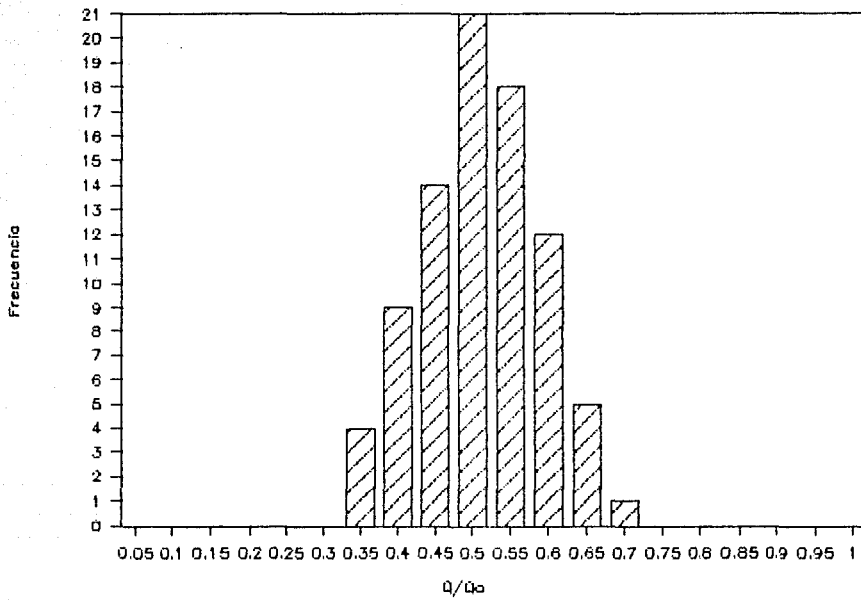
Gráfica No. 7

Promedios anuales Q/Qo.



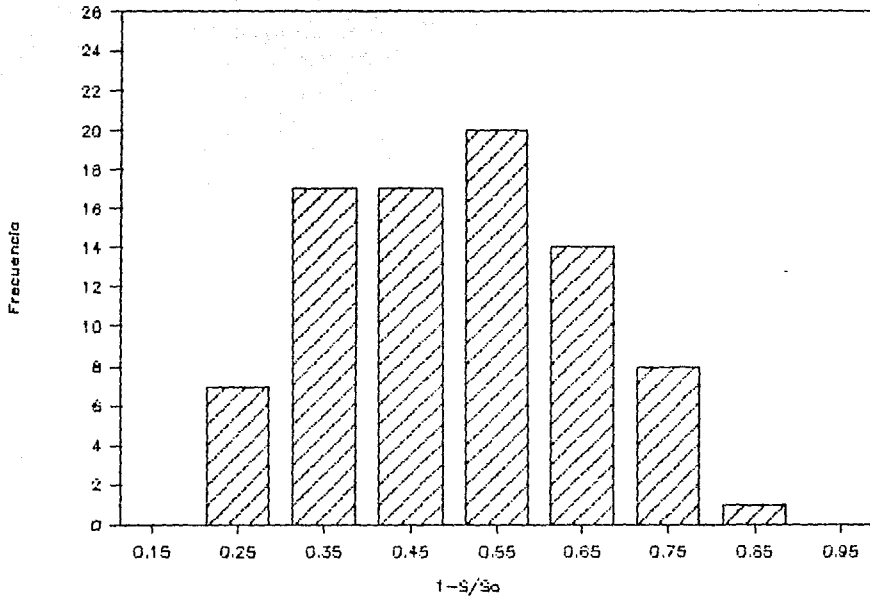
Gráfica No. 2

Promedios anuales 1-5/So.



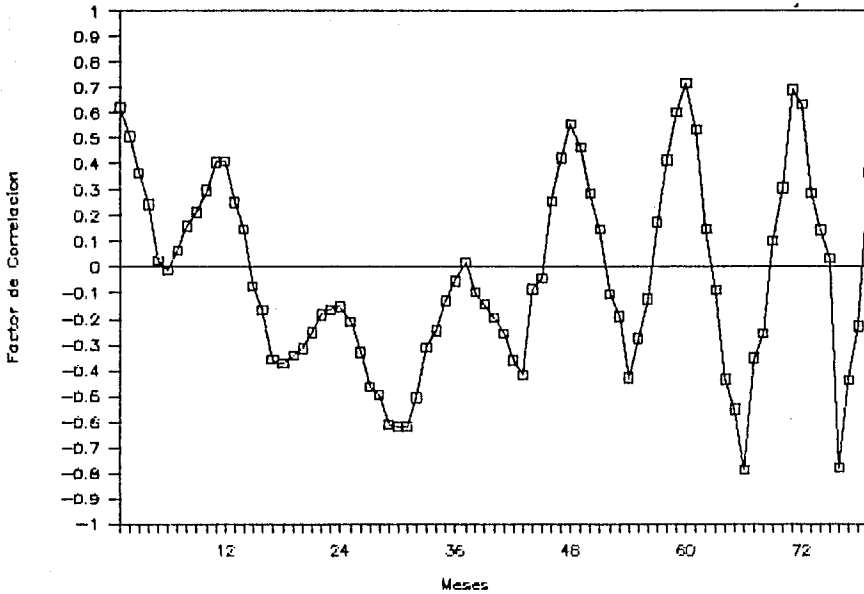
Gráfica No. 9

Histograma de frecuencia de Q/Q_0 .



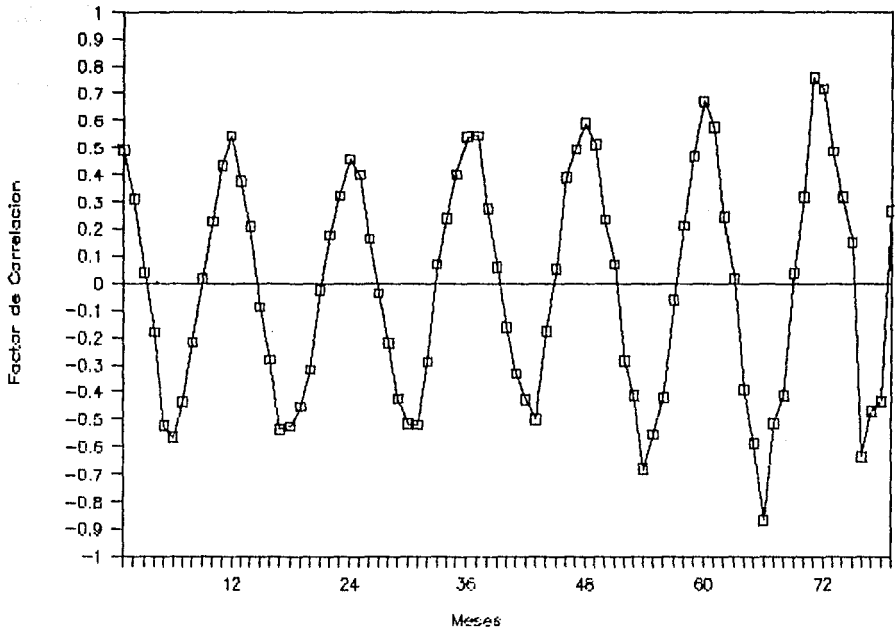
Gráfica No. 10

Histograma de frecuencia de $1-S/S_0$.



Gráfica No. 11

Función de autocorrelacion de Q/Qo.



Gráfica No. 12

Función de autocorrelación de 1-S/So.

TABLA No. 13

Año	F.C.	A	B	q(0)	q(1)
1978	-0.9495	0.7589	-0.5159	0.7579	0.2430
1979	-0.9064	0.7197	-0.5023	0.7197	0.2174
1980	-0.9461	0.6298	-0.4273	0.6298	0.2025
1981	-0.9270	0.6913	-0.5753	0.6913	0.1160
1982	-0.8229	0.6642	-0.3723	0.6642	0.2919
1983	-0.9456	0.7726	-0.5334	0.7726	0.2342
1984	-0.9442	0.7532	-0.5150	0.7532	0.2382

TABLA No. 14

Ano	Mes	q(0)	q(1)
1977	11	0.7611	0.2179
	12	0.6961	0.2440
1978	01	0.7275	0.2278
	02	0.7413	0.2103
	03	0.7894	0.1657
	04	0.7993	0.2236
	05	0.7615	0.2777
	06	0.8067	0.2435
	07	0.7532	0.2699
	08	0.7720	0.2071
	09	0.7820	0.2281
	10	0.7818	0.2618
	11	0.7063	0.2687
	12	0.7495	0.2594
1979	01	0.7287	0.1911
	02	0.7376	0.2055
	03	0.7534	0.2835
	04	0.7520	0.2266
	05	0.7031	0.2884
	06	0.7278	0.2580
	07	0.7101	0.2263
	08	0.6631	0.1773
	09	0.6333	0.1955
	10	0.6200	0.2464
	11	0.6120	0.2279
	12	0.6477	0.1970
1980	01	0.6084	0.2037
	02	0.6288	0.1793
	03	0.6460	0.2003
	04	0.6408	0.1837
	05	0.6237	0.1686
	06	0.6512	0.2139
	07	0.6337	0.2130
	08	0.5968	0.2349
	09	0.6605	0.1996
	10	0.6467	0.1541
	11	0.7032	0.0692
	12	0.6165	0.2157
1981	01	0.6496	0.0930
	02	0.7357	0.0565
	03	0.6952	0.0679
	04	0.7786	0.0587
	05	0.6462	0.1501
	06	0.8021	0.1255

Ano	Mes	q(0)	q(1)
1981	07	0.6024	0.2100
	08	0.6584	0.1412
	09	0.7679	0.0851
	10	0.6507	0.1613
	11	0.6036	0.1859
	12	0.6142	0.2175
1982	01	0.5880	0.3159
	02	0.6147	0.2058
	03	0.7942	0.1377
	04	0.7443	0.2720
	05	0.7021	0.2855
	06	0.7293	0.3035
	07	0.7597	0.2304
	08	0.7307	0.2973
	09	0.7488	0.2767
	10	0.7646	0.2406
	11	0.7303	0.2585
	12	0.7306	0.2339
1983	01	0.7595	0.2348
	02	0.8006	0.1529
	03	0.8113	0.2228
	04	0.7705	0.2490
	05	0.7394	0.2777
	06	0.7795	0.2420
	07	0.7712	0.2512
	08	0.7249	0.2398
	09	0.8589	0.2038
	10	0.7906	0.2361
	11	0.7457	0.2392
	12	0.7269	0.2932
1984	01	0.7248	0.2582
	02	0.7496	0.2116
	03	0.7800	0.1694
	04	0.7511	0.2676
	05	0.7756	0.2269
	06	0.7354	0.2691
	07	0.7401	0.2437
	08	0.7889	0.2333
	09	0.8018	0.2159
	10	0.8041	0.1947

V. - CONCLUSIONES.

La información contenida en los datos de radiación solar acerca de la energética atmosférica, es de gran importancia en los estudios climatológicos y de aprovechamiento de la radiación solar como fuente alternativa de energía.

La validación de la información solarimétrica llevada a cabo operativamente, además de proporcionar datos de los parámetros radiacionales útiles en el desarrollo de los modelos teóricos de clima, permite el seguimiento de las fluctuaciones del régimen radiacional en la superficie terrestre.

Evidentemente que a una mayor automatización de registro y procesamiento corresponda una mayor confiabilidad de los datos obtenidos; sin embargo, no sólo por el alto costo de los equipos y de su mantenimiento, sino también por la necesidad de ampliar los puntos de observación a lugares en que se requieren equipos poco sensibles a las condiciones climáticas, debe contarse con programas de control de la operación de estaciones de radiación solar que permitan contar con datos confiables y reducir al mínimo los errores de observación, registro y procesamiento de la información.

Estos programas deben contemplar:

- a).- Comparación anual de los sensores con sensores estándar.
- b).- Revisión periódica de la respuesta de los registradores (graficadores y/o integradores).
- c).- Procesamiento mensual de la información con un programa adaptado para detectar valores anormalmente altos o anormalmente bajos en los datos.

Los puntos mencionados anteriormente son los mismos para estaciones que cuentan con un proceso automático desde el muestreo hasta el reporte final, y también para estaciones en las cuales las observaciones se llevan a cabo con un registradores gráfico y las integrales se hacen manualmente.

La información de radiación global recabada en la estación "Ciudad Universitaria" puede considerarse confiable, con una exactitud, en el período de integración automática, de 5%, valor determinado fundamentalmente por las incertidumbres en la constante de respuesta del sensor y del integrador. En el período 1978-1979 la incertidumbre puede estimarse entre 8 y 10% debido al error de la integración manual.

Aún eliminando en los datos la variación anual astronómica, contenida en el parámetro θ_0 , el comportamiento del flujo de

radiación global relativa (Q/Q_0), presenta un marcado ciclo anual, el cual puede fácilmente apreciarse en la curva de los promedios mensuales (gráfica No. 5).

La duración de la insolación, o más exactamente el parámetro $n = 1 - S/S_0$ que aquí hemos empleado como un cuantificador aproximado de la nubosidad, presenta para el punto de observación una variación anual contraria a la de q : el invierno y la primavera son épocas de baja nubosidad (alta insolación), sobre todo la primavera; el verano es época de transición, de aumento constante de la nubosidad; el otoño se caracteriza por valores de nubosidad relativamente altos, con el máximo en septiembre, y una fuerte tendencia a despejarse al final (en octubre) para llegar rápidamente a los valores bajos característicos del invierno y la primavera (gráfica No. 6).

Hay una marcada diferencia en la distribución de probabilidades de ambos parámetros. Así, la distribución de probabilidades de la radiación global relativa se muestra muy cercana a la normal (gráfica No. 9), donde 0.489 es el valor medio general (período 1978-1984) de los valores mensuales y 0.085 su desviación estándar. Es posible que el volumen de la muestra comparado con el del trabajo de Ulseth et al. [21] no permitiera detectar la moda de "cielo nublado" en la región de los valores bajos de Q/Q_0 ; sin embargo la curva promedio anual no muestra "agrupamientos" y la transición de una época a otra

se lleva a cabo (en promedio) de manera suave.

El parámetro de nubosidad $n = 1 - S/S_0$ presenta un cambio brusco del máximo (en septiembre) a los valores bajos en invierno. Como puede apreciarse en la gráfica No. 10 éste parámetro muestra una distribución unimodal que puede aproximarse con una distribución normal con valor medio de 0.440 y desviación estándar de 0.142. El ajuste, sin embargo, es menor preciso que en el caso de la radiación global relativa.

En el período revisado, tanto en el flujo relativo de radiación global como en el parámetro n las medias anuales fluctuaron alrededor de la media general, distinguiéndose a este respecto el año de 1981 que mostró una reducción de RGR; la revisión de ambas curvas hace evidente que entre RGR y n hay una fuerte correlación negativa.

El análisis de regresión de los parámetros (RGR - n), es decir, el estudio de los coeficientes de regresión de Ångström es, definitivamente, de gran ayuda en la interpretación de la información de radiación solar, y puede ser un elemento práctico de ayuda en la validación de la información. Queda asentada por supuesto, la necesidad de desarrollar modelos en los que se incorporen otros factores de regulación del flujo de radiación como son las partículas y el vapor de agua. Queda también pendiente la necesidad de incorporar el parámetro de radiación

difusa al análisis de la energética atmosférica.

Con respecto al comportamiento durante el periodo 1978-1984 de los coeficientes de regresión de Ångström y en general del flujo relativo de radiación global, los resultados son en general congruentes con los reportados en la literatura; sin embargo, aunque en promedio anual Q/Q_0 es cercano a 0.50, como estiman S. H. Schneider y D. R. Bennet [23], el promedio anual de a (en condiciones de cielo despejado), igual a 0.65 indica una reducción del 15% algo menor que la estimada por estos autores. El alto coeficiente de correlación para las ecuaciones de regresión anual confirma la hipótesis acerca del papel fundamental que juega la cubierta de nubes en la regulación del flujo de radiación solar en la atmósfera.

Por otra parte en la Tabla No. 13 se observa que el único año que presenta valores en su coeficiente de correlación más cercano a cero es el año de 1982, esta brusca caída del coeficiente de regresión de RGR y n coincide con el hecho, en ese año, de la erupción del volcán "El Chichón" en el sureste de la República Mexicana. Sin embargo, los datos analizados aquí sólo pueden considerarse suficientes para señalar que el aerosol y/o el vapor de agua actuaron como reguladores del flujo de radiación en la atmósfera casi al mismo nivel que la nubosidad; ligar cuantitativamente la reducción de la transparencia de los días despejados con la presencia de partículas y otros productos

de la erupción, inyectados en la alta atmósfera sólo es posible con ayuda de observaciones actinométricas y otros métodos los cuales no forman parte del presente trabajo. Aunque por otra parte un tratamiento más completo a este fenómeno de la reducción de la radiación solar en superficie durante esta serie de tiempo se hace en el trabajo Leyva et al., 1987 [13].

Por último, como se desprende del análisis efectuado, es posible, contando con la información acerca de las características físico-ópticas del aerosol y la cubierta de nubes, inferir la contribución de estos elementos a la distribución de los flujos radiativos en la atmósfera lo que puede constituir una herramienta importante en el estudio global del clima.

Se hace evidente, asimismo, el gran valor que tendrán los datos que aporte una red solarimétrica, que abarque las regiones climatológicas más importantes del país, para el estudio de las condiciones ambientales y los recursos naturales relacionados directa o indirectamente con el flujo de energía solar al nivel de la superficie terrestre.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Agee E. M. "Present climatic cooling and its most probable cause", Preprint Symp. Empirical and Model Assisted Diagnosis of Climate and Climate Change. Tbilisi. Oct 15-19, 32p 1979.
- 2.- A. Ångström "Solar and terrestrial radiation", Quart. J. R., Met Soc. 50-121 (1924).
- 3.- Bravo J., Gay C., Galindo I., Galindo L., Leyva A., Mercado A., Mota A., Muhlia A., Ramírez I., Salazar S., Valderrama V., Valdes M., Zeavaert L. "Registros de duración de la insolación II", Datos Geofísicos, Serie B. Meteorología 2, UNAM, Dirección General de Publicaciones, 1984.
- 4.- Borisenkov E. P., V. N. Driemov "Cuantificación energética de las tendencias climáticas del último siglo", Cartas a la revista Astronom. Journ., s(1), 44-49, 1976 (en ruso).
- 5.- Budyko M. I., Vinnikov E. Ya "Calentamiento global", Met. i. Hidrología, No. 7, pp 16-26 1976. (en ruso).

- 6.- Hussain M. "Estimation of global and diffuse irradiation from sunshine duration and atmospheric water vapor content", Solar Energy, V 33, No. 2. pp 217-220, 1984.
- 7.- Gay C., Conde C., Lemus L. "Efecto sobre el campo de radiación en superficie producidos por el Niño y el Chichon", reporte Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México, 1987.
- 8.- Kondratyev, K. Ya. "Changes in global climate", A. A. Balkema Rotterdam, 1986.
- 9.- Kondratyev, K. Ya. "Factores radiacionales de las variaciones recientes del clima global", Ed. Gidrometeoradat, Leningrado, 290 p., 1980.
- 10.- Kondratyev, K. Ya. "Radiation in the atmosphere", Academic Press, New York, 1983.
- 11.- Leyva A., Muhlía A. "Radiación Solar". en Memorias del curso de actualización en energía solar, 26 de marzo - 6 de abril de 1984, UNAM, Unidad Académica de Ciclos Profesionales y de Posgrado, C. C. H., pp 3-43, 1984.

- 12.- Leyva A., Muhlia A. "Primera Intercomparación Actinométrica Interinstitucional", Memorias de la Reunión Nacional de la ANES, Tampico, Tamps., México 1984.
- 13.- Leyva A., Valdes M., Muhlia A., Bravo J., Salazar S. "Distribution of the solar radiation fluxes in the cloud-aerosol system", En preparación (1987).
- 14.- Milankovich, Milutin "Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire", Gauthier-Villars, Paris 1920.
- 15.- Mota A., Galindo L., Valderrama V., Jiménez E., Montero R., Mercado A., Valdes M. "Boletín de datos de radiación solar, terrestre y parámetros meteorológicos 1984", Comunicaciones técnicas, Serie datos, instrumentación y desarrollo, Instituto de Geofísica, UNAM, México, 1985.
- 16.- Mota A., Valdes M. "Metodología de las calibraciones actinométricas", Cuadernos de Filosofía y Letras No. 6, Geografía UNAM, FFYL, México, pp 109-121 1985.
- 17.- Muhammad Iqbal "An introduction to solar radiation", Academic Press, New York, 1983.

18.- Muhlia A., Chavez A. "Insolación y la radiación solar en el tope de la atmósfera para las latitudes que cubren la República Mexicana", Anales del Instituto de Geofísica, Vol 26 (sobretiro) 1980.

19.- Muhlia A., Bravo J., Valdes M., Valderrama V., Jiménez E., Mota A. "Resultados de la segunda intercomparación actinométrica interinstitucional", Instituto de Geofísica, UNAM Serie Azul, No. 20, México 1985.

20.- Muhlia A., Valdes M., Galindo L., Jimenez E., Valderrama V. "Resultados de la tercera intercomparación actinométrica interinstitucional", Comunicaciones técnicas, serie datos, instrumentación y desarrollo, Instituto de Geofísica, UNAM, México 1987.

21.- Nagaraja-Roa C. R., W. A. Bradley and T. Y. Lee "The diffuse componente of the daily global solar irradiation at Corvallis Orgeon (USA)", Solar Energy, V 32, No. 5 pp 637-641, 1984.

22.- Olsth J. A. and A. Skarveit "A probability density function for daily insolation within the temperate storn belts", Solar Energy, V 33, No. 6 pp 533-542, 1984.

23.- Schensider S. H., R. D. Dennett "Climatic barriers to

long-term energy growth", *Ambio*, Vol. 4, pp 65-75, 1975.

24.- Temps R. C., K. L. Coulson "Solar radiation incident upon slopes of different orientation", *Solar Energy*, V 19, No. 2, pp 179-184, 1977.

25.- Wieder Sol "An Introduction to solar energy for scientists and engineers", Ed. John Wiley & Sons, New York 1982.

26.- World Meteorological Organization "Guide to meteorological instrument and observing practices", Fourth edition, WMO-No. 8 tp.3, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneve-Suiza, 1971.

27.- World Meteorological Organization "Meteorological Aspects of the utilization of Solar Radiation as an Energy Source", WMO, Technical note, No. 172, Geneva, 1981.

28.- World Meteorological Organization "Stament on Climate Change", Ec-XXVIII Pink 33, Appendix B, Geneva, June 1976, pp 34-33 1976.