

RADIACION SOLAR (ONDA CORTA)

Energía solar proviene de fusión atómica: $4H \rightarrow He + \text{energía (radiación + partículas)}$.

- Espectro de radiación solar ($\sim$ cuerpo negro a $\sim 6000^\circ\text{K}$). Movimiento de la tierra en torno al sol según leyes de Kepler. Eclíptica. Plano del ecuador a $23,5^\circ$ de la eclíptica. (estaciones del año): equinoccios y solsticios. Perihelio y afelio actual ($\pm 3.5\%$). Parámetros orbitales: excentricidad eclíptica, inclinación del eje de rotación de la tierra, precesión (cabeceo del eje de rotación) (Milankovitch). ¿Manchas solares?
- Constante solar (CS)**: Densidad de flujo radiante solar en una superficie perpendicular a rayos solares a la distancia media sol-tierra (1 UA) antes de penetrar en la atmósfera terrestre: $CS = 1368 \pm 10 \text{ Wm}^{-2}$. Para una distancia cualquiera (d), esta densidad de flujo radiante vale $CS' = CS (d/d_m)^2$. En promedio de la densidad de flujo incidente sobre un m^2 perpendicular a la superficie terrestre $= CS \pi a^2 / 4\pi a^2$.

- *Efecto general de la atmósfera sobre la radiación solar incidente en su tope:*

	Región Espectral		
	U. V.	Visible	I. R. cercano
Banda [μm]	0.3 - 0.4	0.4 - 0.7	0.7 - 3.0
Efecto principal	absorción	dispersión Rayleigh	absorción
Elementos Responsables	Ozono	Moléculas de aire	H ₂ O y CO ₂
% de energía en superficie terrestre	3	50	47

- Declinación solar δ** : Es igual a la latitud geográfica ϕ en que el sol de mediodía cae verticalmente sobre ese lugar. En un día cualquiera del año, aproximadamente:

$$\delta = 23.45^\circ \cos\left(\frac{2\pi(d - d_{sv})}{365.25}\right)$$

donde d es el día juliano (0-365/366) para el cual se calcula la declinación solar y d_{sv} es el día juliano del solsticio de verano para el hemisferio norte ($d_{sv} = \sim 173$).

- Angulo cenital χ** : En un lugar geográfico dado por su latitud; ϕ para un día del año con declinación solar δ y a una hora del día expresada a través del ángulo horario h , el ángulo cenital se calcula mediante la expresión:

$$\cos \chi = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cosh$$

en que h está expresado en radianes (24 horas = 360 grados = 2π radianes):

$$h = \frac{2\pi}{24}(\text{hora}_{UTC} - 12) - \lambda \frac{2\pi}{360} = \frac{\pi}{12}((\text{hora}_{UTC} - 12) - \frac{\lambda}{15})$$

en que hora UTC es la hora del meridiano 0 (Greenwich) y λ es la longitud geográfica del meridiano local, positivo hacia el W (ej.: Santiago $\lambda = +70.5$ (W) $\pi/180$ [radianes]. Verifique que a **mediodía solar** (paso del sol por el meridiano local) **$h = 0$**

- **Radiación solar global G ($OC\downarrow$)** Es la densidad de flujo radiante solar que incide sobre un plano horizontal: $G = \text{DIRECTA (disco solar)} + \text{DIFUSA (hemisferio excluyendo disco solar)}$. La proporción DIFUSA/DIRECTA depende de: elevación solar, altitud, nubosidad, dispersión y absorción en gases y aerosoles. Valor típico entre 0.10 y 0.25 para días despejados.
- **Insolación diaria: (ID)** Integral de $G(t)$ entre las horas de salida y puesta del sol (que se calculan tomando $\chi = \pm \pi/2$).
- **Albedo superficial (a^*)**: Es la reflectividad de una superficie horizontal a la radiación solar: $OC\uparrow/OC\downarrow$. Valores típicos: nieve fresca (0.75-0.95), arena seca (0.35-0.45), concreto (0.17-0.27), asfalto (0.05-0.10), desierto (0.25-0.30), selva (0.05-0.20), cultivos (0.15-0.25), mar (0.02-0.10). Radiación absorbida en la superficie: $OC\downarrow(1-a^*)$
- **Albedo planetario (a^{**})**: tierra (0.30), luna (0.10), venus (0.80), marte (0.16).
- **Transmisividad neta = τ_N** : Aplicando la **ley de Beer** a una atmósfera homogénea en la que incide verticalmente $CS'\cos\chi$, la atenuación de la radiación por reflexión (nubes), absorción (UV e IR cercano) y dispersión (visible) en la atmósfera, se puede representar mediante una "absorción equivalente" con un coeficiente de absorción K independiente de la altura y de la longitud de onda. La energía solar que alcanza la superficie por unidad de área y de tiempo $OC\downarrow$ se puede expresar como:

$$OC\downarrow = CS'\cos\chi \exp(-K\bar{\rho}z_T) = CS'\cos\chi T_N$$

donde $\bar{\rho}$ es la densidad media del gas absorbente y z_T es el espesor efectivo de la atmósfera.

τ_N de la atmósfera se puede estimar mediante expresiones empíricas que incluyen la fracción de cielo con nubosidad alta (f_{sH}), media (f_{sM}) y baja (f_{sL}) (e.g. Stull, 1998):

$$T_N = (0.6 + 0.2 * \cos\chi)(1 - 0.4 * f_{sH})(1 - 0.7 * f_{sM})(1 - 0.4 * f_{sL})$$

- **Medición de $OC\downarrow$** : mediante un **piranómetro** donde la diferencia de temperatura entre los sectores negros (~ 100 % absorbentes) y los blancos (~ 100 % reflectantes) obtenida de termocuplas en serie resulta proporcional a $OC\downarrow$. La radiación solar difusa se mide con el mismo instrumento al que se adiciona una huincha en el plano ecuatorial que oculta el disco solar sobre el instrumento
- **BUENAS MEDICIONES SON IRREEMPLAZABLES.....**