



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Unidad 1: Fundamentos de Climatología

1.8. Balance Energético Tierra

Iván Ríos García



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

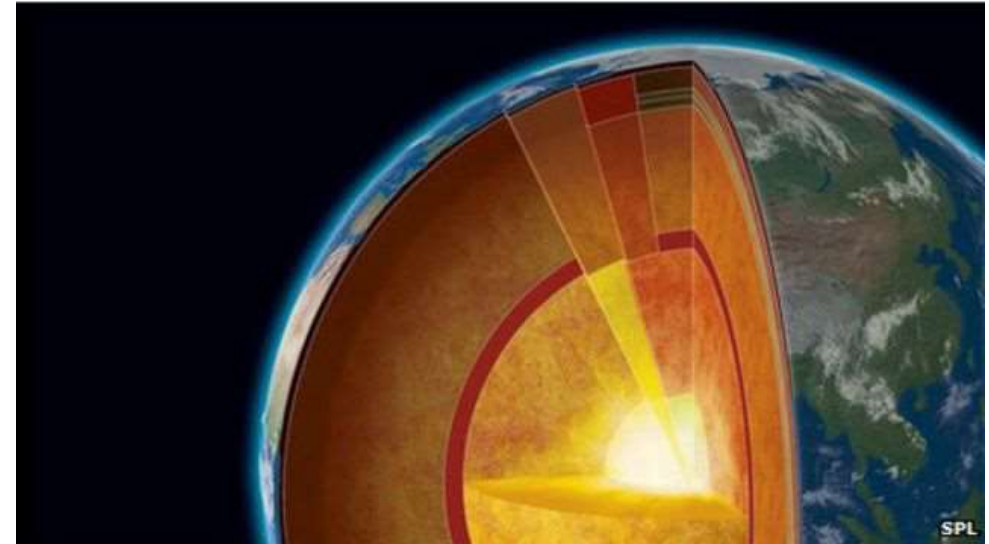
BALANCE ENERGÉTICO DE LA TIERRA:

La **temperatura media** del planeta Tierra es una consecuencia directa de su **balance de energía**.

Si el planeta recibe más energía que la que desprende, se calentará.

Por el contrario, si desprende más energía que la que recibe, se enfriará.

Si su temperatura media permanece constante indica que hay un equilibrio entre la energía que recibe y la que desprende al espacio exterior.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

BALANCE ENERGÉTICO DE LA TIERRA:

El clima de la Tierra está gobernado por la Primera Ley de la Termodinámica y se rige por un principio:

“La cantidad de energía que entra en un sistema debe ser la misma que sale”.

La mayor parte de la energía que llega al planeta proviene del Sol. (En forma de luz visible e infraroja)

La energía del sol se emite en todas direcciones y entre más lejos se está del sol, menor es su **intensidad**.



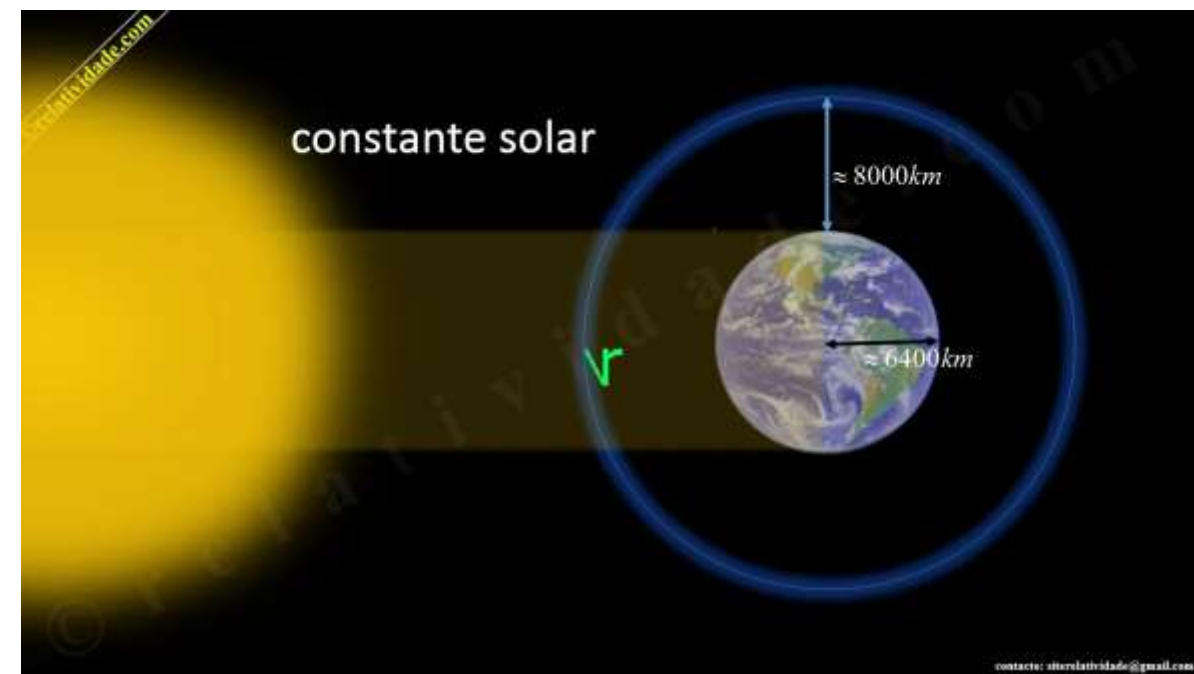


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CONSTANTE SOLAR:

Es la densidad de energía solar que llega **verticalmente sobre un círculo del mismo diámetro que la Tierra** y situado en la alta atmósfera.

La constante solar es energía por unidad de tiempo y superficie se mide en **W/m^2** , se mide por satélite desde los años setenta y su valor **$1365 - 1370 \text{ W/m}^2$** .





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ENERGÍA QUE LLEGA AL PLANETA:

La energía que llega al planeta (Esfera), de superficie $S_T = 4 * \pi * R^2$; como la superficie del círculo (constante solar) es $S_C = \pi * R^2$; cuatro veces inferior. En promedio cada punto de la Tierra recibe una energía (Radiación solar) de $1370/4 = 342,50 \text{ W/m}^2$.

Este valor no es una media, polos menos, ecuador más, en la noche nada, en el día el doble.

Ejemplo el promedio instantáneo para toda la cara iluminada por el sol (Radiación Solar) = $1370/2 = 685 \text{ W/m}^2$





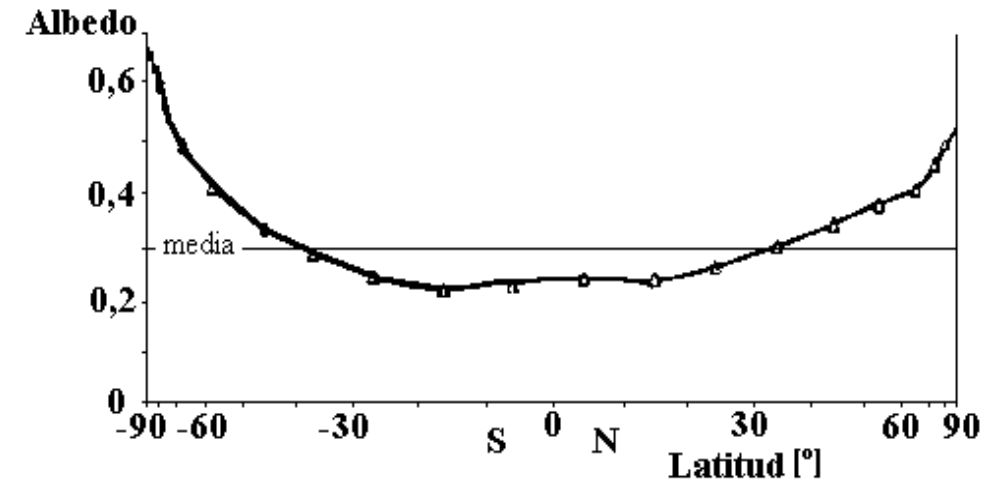
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ALBEDO:

No toda la radiación solar es absorbida. (α se absorbe ρ se refleja y τ se transmite $\alpha + \rho + \tau = 1$).

Considerando el conjunto superficie terrestre más atmósfera como un todo (irradiancia, E), la absorción será $\alpha E = (1 - \rho) E$.

El valor medio global del albedo de la Tierra es $\rho = 0,30$



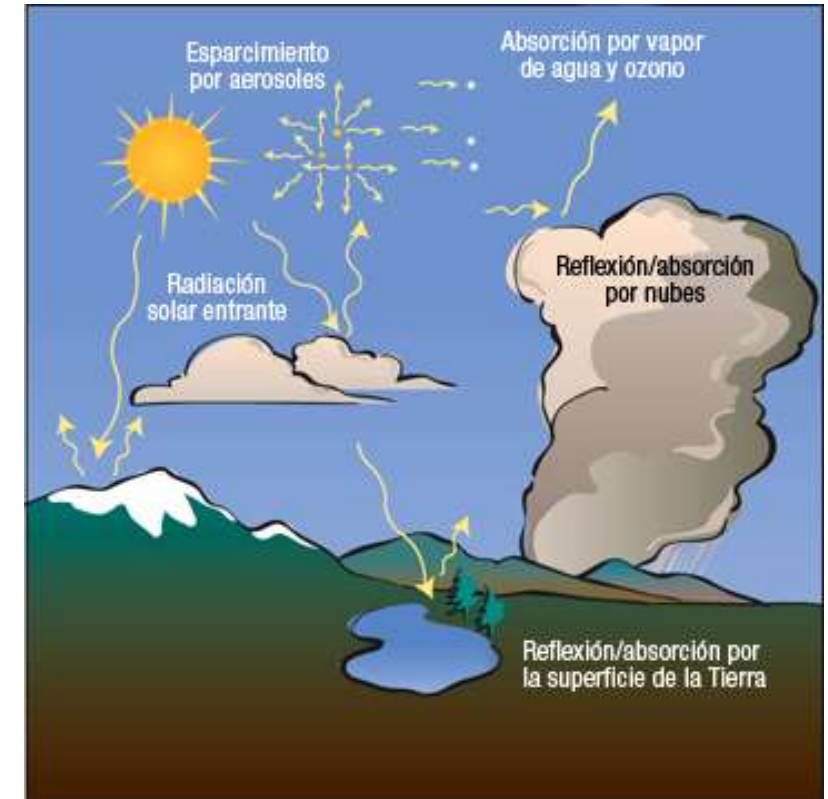


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

NUBES:

De un 15% a 20% de la radiación solar es absorbida por la atmósfera (nubes y gases atmosféricos reflejan).

La columna de aire absorbe mas radiación solar que las nubes, pese a que en promedio la mitad del globo esta cubierto por nubes.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

EMITANCIA - EMISIÓN:

Todos los sistemas materiales emiten continuamente radiaciones electromagnéticas.

La potencia emitida por unidad de área se llama emitancia (M).

EMITANCIA ESPECTRAL:

$$M_{\lambda} = \frac{2 * \pi * h * c^2}{\lambda^5 * \left[\exp\left(\frac{h * c}{k * \lambda * T}\right) - 1 \right]}$$

λ = longitud de onda de la radiación

$h = 6,6 * 10^{-34}$ J*s es la constante de Planck

$c = 3 * 10^8$ m/s velocidad de la luz

$K = 1,38 * 10^{-23}$ J/K constante de Boltzman

T=temperatura en K

M_{λ} en (W/m²)/um



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

SUPERFICIE TERRESTRE:

De un 50% a 55% de la radiación solar llega a la superficie, (media global de insolación).

ENERGÍA LATENTE:

Corresponde a la evaporación en el ciclo del agua, que es de 1 m/año.

Por tanto:

$$q_L = \left(\frac{m}{A_e} \right) * \Delta h_{LV}$$

$$\left(\frac{m}{A_e} \right) = 1 \text{ m/año}$$

$\Delta h_{LV} = 2,5 * 10^6 \text{ J/Kg}$ constante para vaporizar una unidad de masa de agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ENERGÍA SENSIBLE DEL AIRE:

En función de los valores del coeficiente de convección natural en aire y la relación de valores de la temperatura media del mar y aire.

Por tanto:

$$q_s = h * (T_w - T_a)$$

$h = 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ coeficiente convección del aire.

T_w = temperatura media superficie del mar (K)

T_a = temperatura media del aire (K)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

EMISIÓN TERRESTRE INFRARROJA:

En función de los valores de la temperatura media de 288,15 K; con una emisividad que va desde el 90% a 85%.

Por tanto:

$$q_{ETI} = \varepsilon * \sigma * T^4$$

ε = valor de emisividad

$\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ W/m}^2 * \text{K}^4$ constante de Boltzman

$T = 288,15 \text{ K}$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ABSORCIÓN INFRARROJA DE LA ATMÓSFERA:

Este valor establece el efecto invernadero.

Se considera una absorptancia del 85% de emisividad excluyendo la ventana atmosférica es decir:

Por tanto:

$$q_{AI} = 0,85 * (q_{ETI}\% - q_{VA}\%)$$

q_{ETI} = Emisión terrestre infrarroja

q_{VA} = Emisión ventana atmosférica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PRÁCTICO: CALCULO BALANCE DE RADIACIÓN TÉRMICA