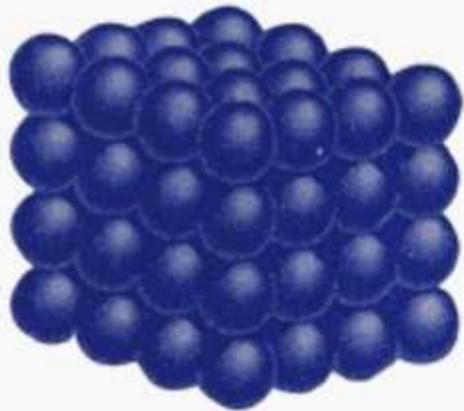


## **TEMA 2.- EL CICLO HIDROLÓGICO.**

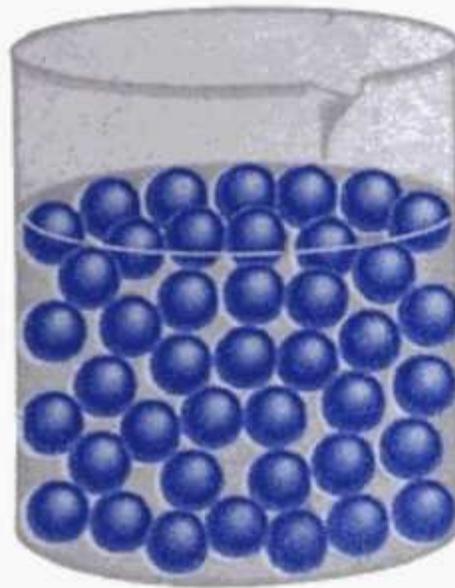
- 2.1.- Estados físicos de la materia y el agua.
- 2.2.- Elementos del ciclo hidrológico.
- 2.3.- Importancia del ciclo hidrológico en el balance hídrico terrestre.
- 2.4.- Balance hídrico terrestre y cambios climáticos.
- 2.5.- Clima e hidrografía. Expresión geográfica.

## Cambios de estado de agregación de la materia

Se producen cambios en el espacio que ocupan las sustancias



Sólido



Líquido



Gaseoso

# Cambios de estado de agregación de la materia

Son los procesos en los que un estado de la materia cambia a otro manteniendo una semejanza en su composición. A continuación se describen los diferentes cambios de estado o transformaciones de fase de la materia:

**Fusión:** Es el paso de un sólido al estado líquido por medio del calor; durante este proceso endotérmico (proceso que absorbe energía para llevarse a cabo este cambio) hay un punto en que la temperatura permanece constante. El "punto de fusión" es la temperatura a la cual el sólido se funde, por lo que su valor es particular para cada sustancia. Dichas moléculas se moverán en una forma independiente, transformándose en un líquido. Un ejemplo podría ser un hielo deritiéndose, pues pasa de estado sólido al líquido.

**Solidificación:** Es el paso de un líquido a sólido por medio del enfriamiento; el proceso es exotérmico. El "punto de solidificación" o de congelación es la temperatura a la cual el líquido se solidifica y permanece constante durante el cambio, y coincide con el punto de fusión si se realiza de forma lenta (reversible); su valor es también específico.

**Vaporización y ebullición:** Son los procesos físicos en los que un líquido pasa a estado gaseoso. Si se realiza cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión continuar calentándose el líquido, éste absorbe el calor, pero sin aumentar la temperatura: el calor se emplea en la conversión del agua en estado líquido en agua en estado gaseoso, hasta que la totalidad de la masa pasa al estado gaseoso. En ese momento es posible aumentar la temperatura del gas.

**Condensación:** Se denomina condensación al cambio de estado de la materia que se pasa de forma gaseosa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización. Si se produce un paso de estado gaseoso a estado sólido de manera directa, el proceso es llamado sublimación inversa. Si se produce un paso del estado líquido a sólido se denomina solidificación.

**Sublimación:** Es el proceso que consiste en el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Al proceso inverso se le denomina Sublimación inversa; es decir, el paso directo del estado gaseoso al estado sólido. Un ejemplo clásico de sustancia capaz de sublimarse es el hielo seco.

**Desionización:** Es el cambio de un plasma a gas.

**Ionización:** Es el cambio de un gas a un plasma.

# Cambios de estado de agregación de la materia

Son los procesos en los que un estado de la materia cambia a otro manteniendo una semejanza en su composición. A continuación se describen los diferentes cambios de estado o transformaciones de fase de la materia:

**Fusión:** Es el paso de un sólido al estado líquido por medio del calor; durante este proceso endotérmico (proceso que absorbe energía para llevarse a cabo este cambio) hay un punto en que la temperatura permanece constante. El "punto de fusión" es la temperatura a la cual el sólido se funde, por lo que su valor es particular para cada sustancia. Dichas moléculas se moverán en una forma independiente, transformándose en un líquido. Un ejemplo podría ser un hielo deritiéndose, pues pasa de estado sólido al líquido.

**Solidificación:** Es el paso de un líquido a sólido por medio del enfriamiento; el proceso es exotérmico. El "punto de solidificación" o de congelación es la temperatura a la cual el líquido se solidifica y permanece constante durante el cambio, y coincide con el punto de fusión si se realiza de forma lenta (reversible); su valor es también específico.

**Vaporización y ebullición:** Son los procesos físicos en los que un líquido pasa a estado gaseoso. Si se realiza cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión continuar calentándose el líquido, éste absorbe el calor, pero sin aumentar la temperatura: el calor se emplea en la conversión del agua en estado líquido en agua en estado gaseoso, hasta que la totalidad de la masa pasa al estado gaseoso. En ese momento es posible aumentar la temperatura del gas.

**Condensación:** Se denomina condensación al cambio de estado de la materia que se pasa de forma gaseosa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización. Si se produce un paso de estado gaseoso a estado sólido de manera directa, el proceso es llamado sublimación inversa. Si se produce un paso del estado líquido a sólido se denomina solidificación.

**Sublimación:** Es el proceso que consiste en el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Al proceso inverso se le denomina Sublimación inversa; es decir, el paso directo del estado gaseoso al estado sólido. Un ejemplo clásico de sustancia capaz de sublimarse es el hielo seco.

**Desionización:** Es el cambio de un plasma a gas.

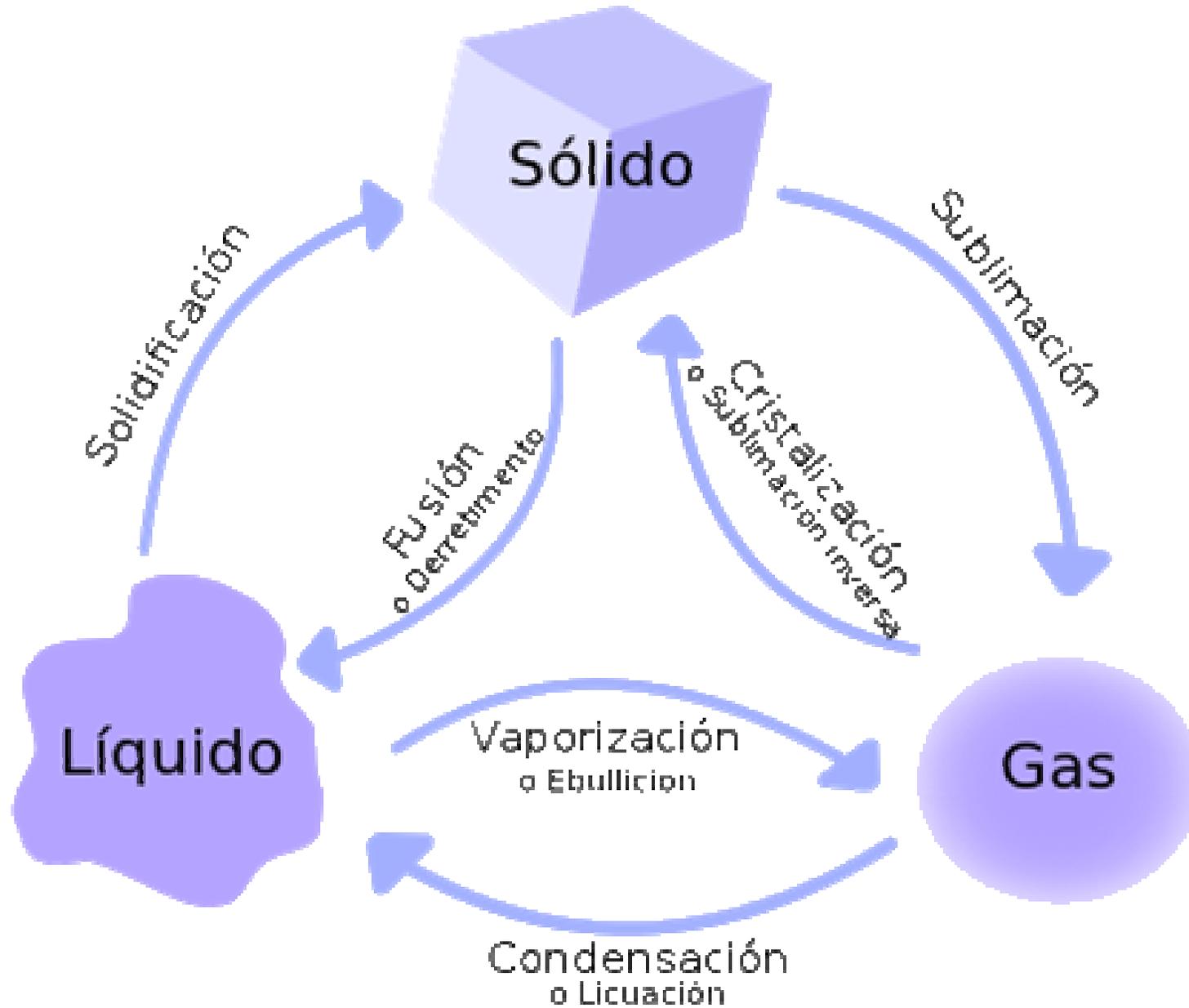
**Ionización:** Es el cambio de un gas a un plasma.

Los cambios de estado están divididos generalmente en dos tipos: progresivos y regresivos.

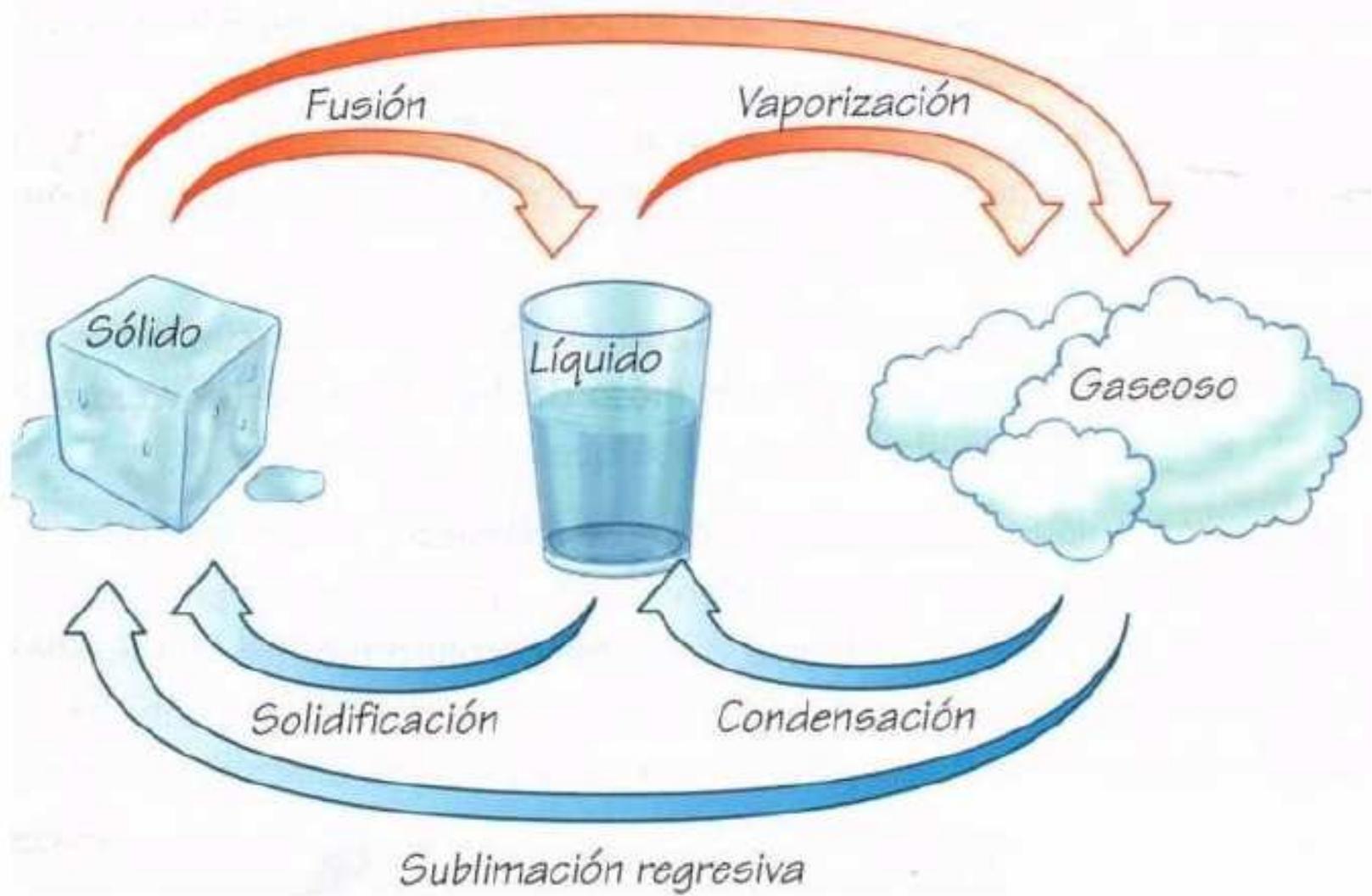
- *Cambios progresivos*: Vaporización, fusión y sublimación progresiva.
- *Cambios regresivos*: Condensación, solidificación y sublimación regresiva

La siguiente tabla indica cómo se denominan los cambios de estado:

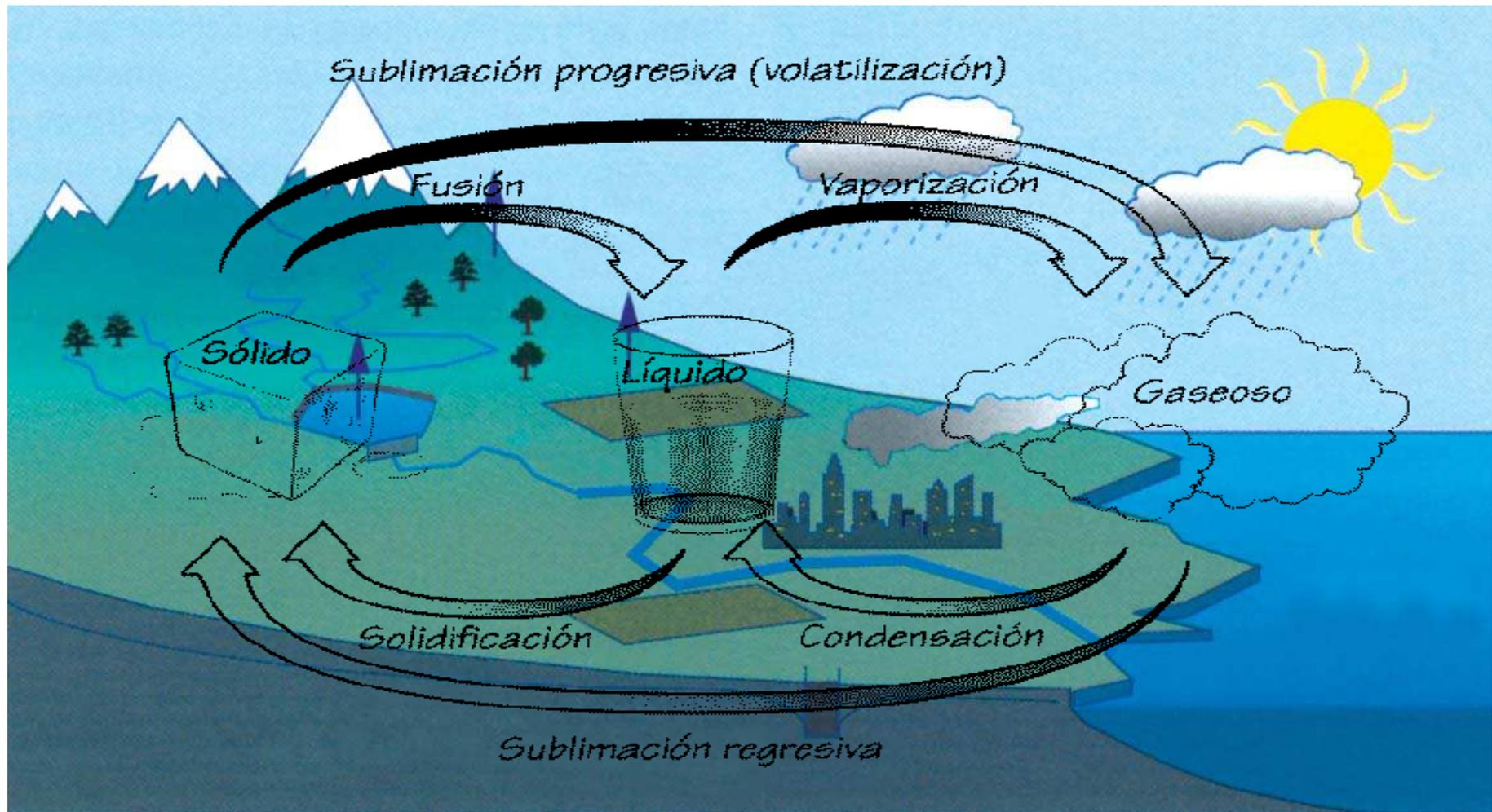
Inicial\Final	Sólido	Líquido	Gas
Sólido		fusión	sublimación, sublimación progresiva o sublimación directa
Líquido	solidificación		evaporación o ebullición
Gas	sublimación inversa, regresiva o deposición	condensación y licuefacción (licuación)	



Sublimación progresiva (volatilización)



# Ciclo hidrológico

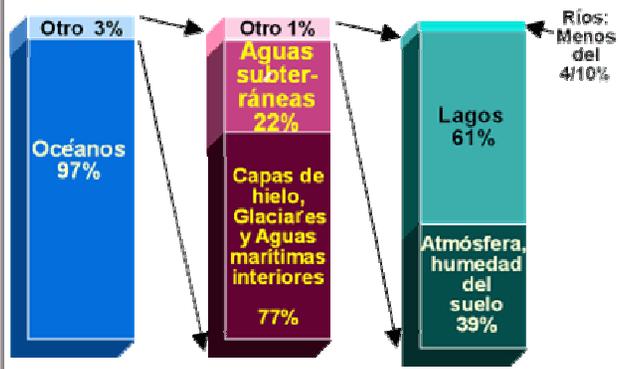


## EL CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico es el proceso de circulación del agua entre los distintos conjuntos que forman la hidrósfera.

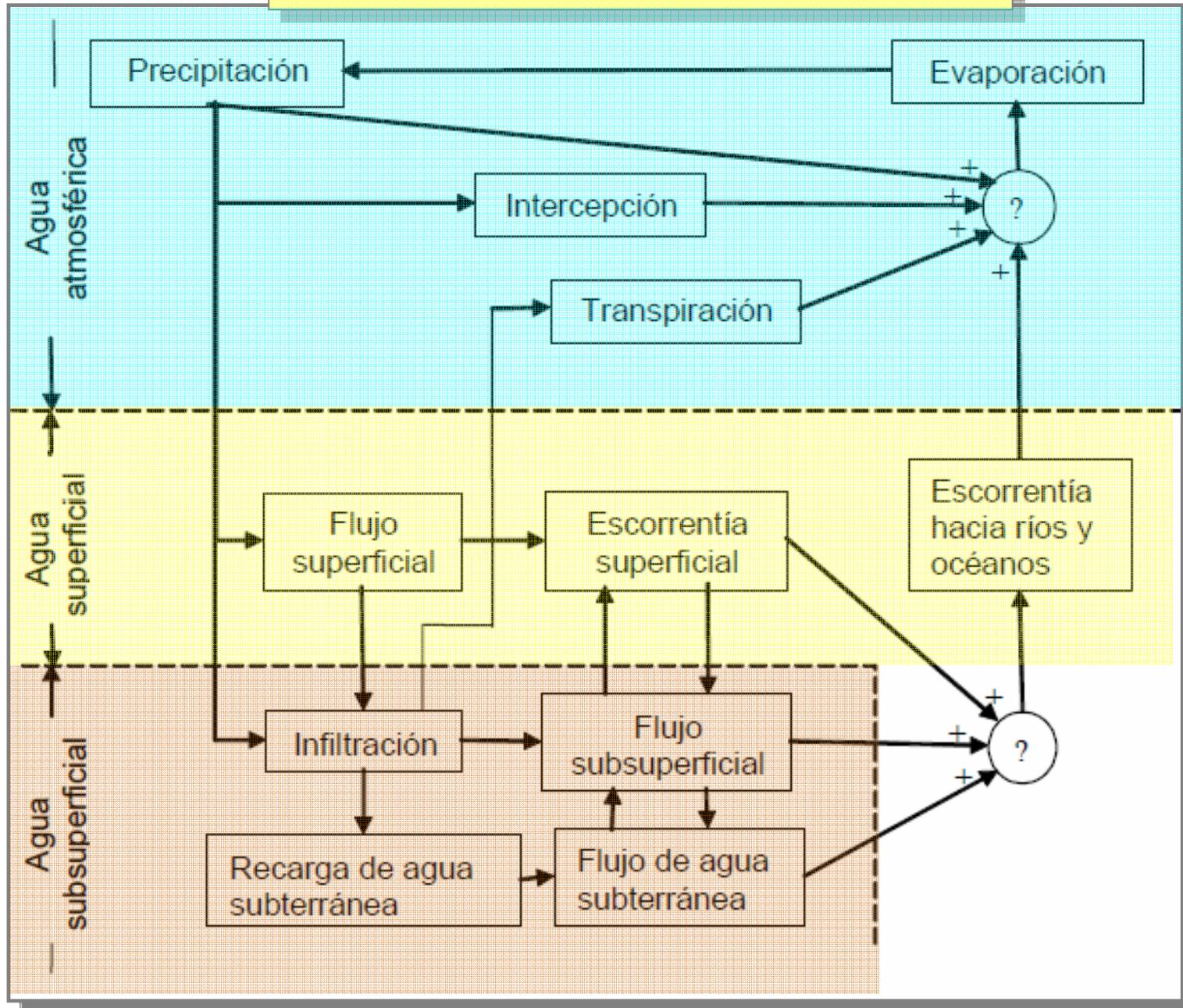


### Distribución del agua de la Tierra



Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención mínima de reacciones químicas, porque predominantemente el agua sólo experimenta traslados y cambios de estado físico.

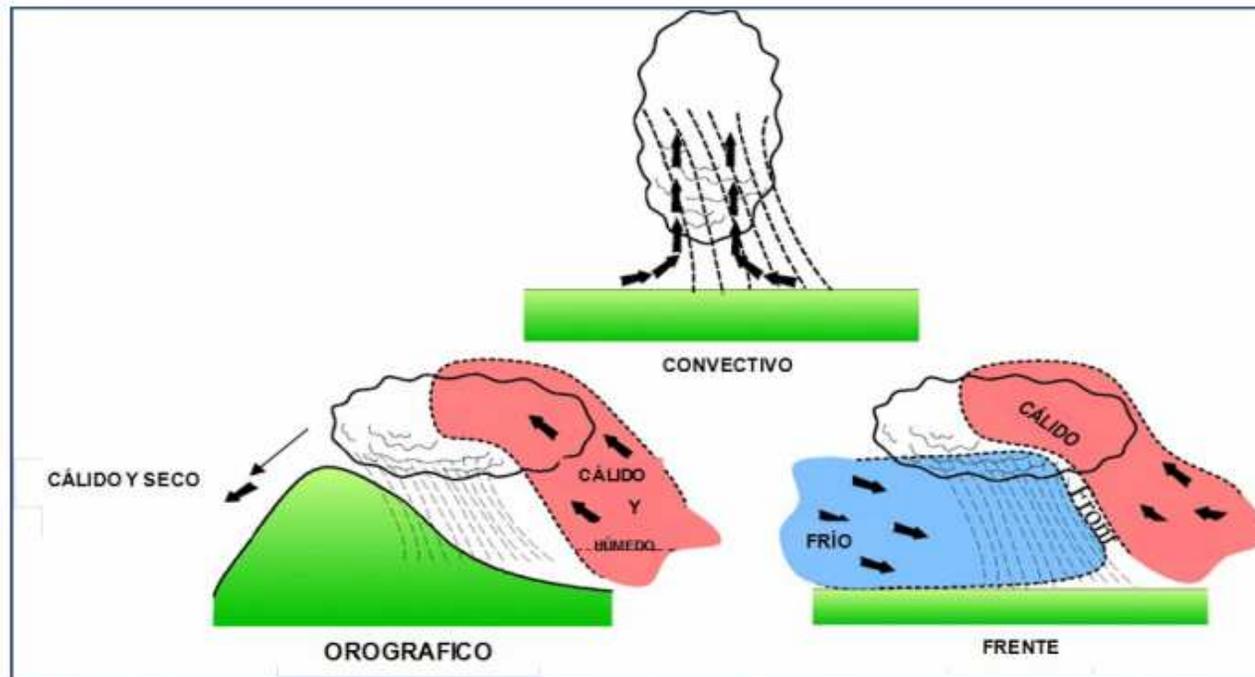
# ELEMENTOS DEL CICLO HIDROLÓGICO



## 1.- Precipitación.

Para la precipitación se necesitan una serie de condiciones previas:

- 1.1.- Vapor de agua atmosférico en grandes proporciones
- 1.2.- Saturación del vapor de agua en la atmósfera
- 1.3.- Condensación del vapor de agua (núcleos higroscópicos)
- 1.4.- Coalescencia



*Principales tipos de precipitación: convectiva, orográficas y frontales*

*Fuente: Musy, André, 2001.*

Los núcleos de condensación más comunes están conformados por productos de combustión, óxidos de nitrógeno, polvo y partículas de sal. Las partículas de sal, provenientes de la evaporación de la espuma marina, son las mejores como núcleos de condensación dado que al tener propiedades iónicas atraen las partículas de agua por acción electrostática.

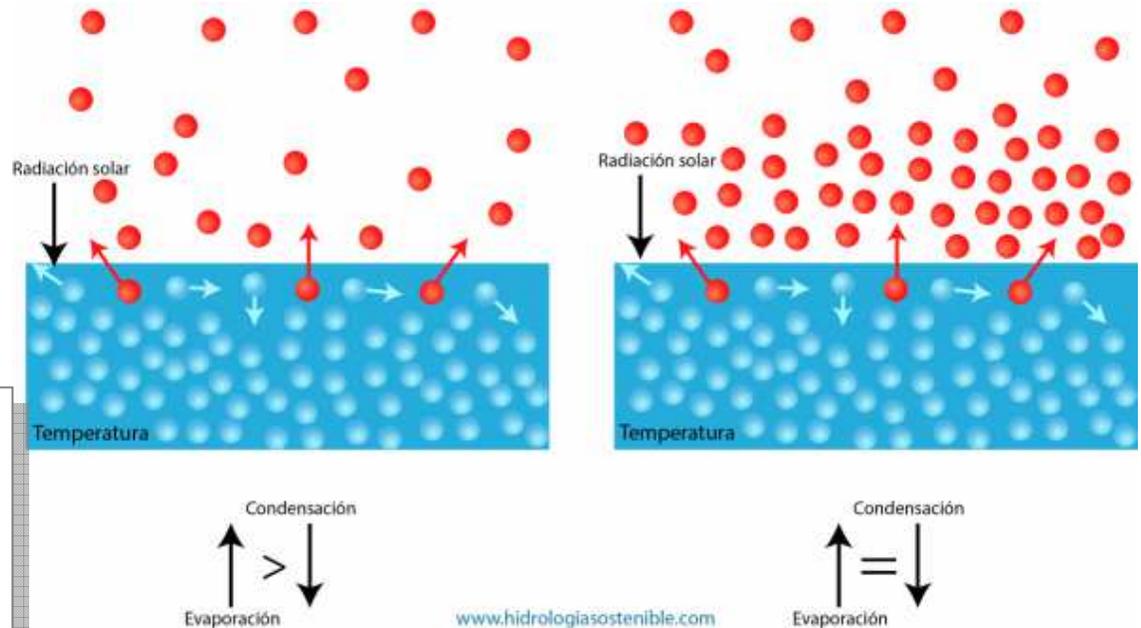
## 2.- Evaporación.

La evaporación es un cambio progresivo del estado líquido al estado gaseoso. La evaporación se desarrolla en forma pausada y se produce solo en la superficie del líquido. La ebullición en cambio, el vapor se forma dentro de la masa de líquido, escapando rápidamente a la superficie del mismo, por lo que el cambio de fase se produce en forma tumultuosa.

A 100 grados todas las moléculas de agua tienen la energía cinética necesaria para convertirse en vapor, pero a menor temperatura, solo algunas partículas en la superficie, pueden tener suficiente energía cinética.

Estas partículas son las de mayor energía, quitándole energía al conjunto y reduciéndose así su temperatura global.

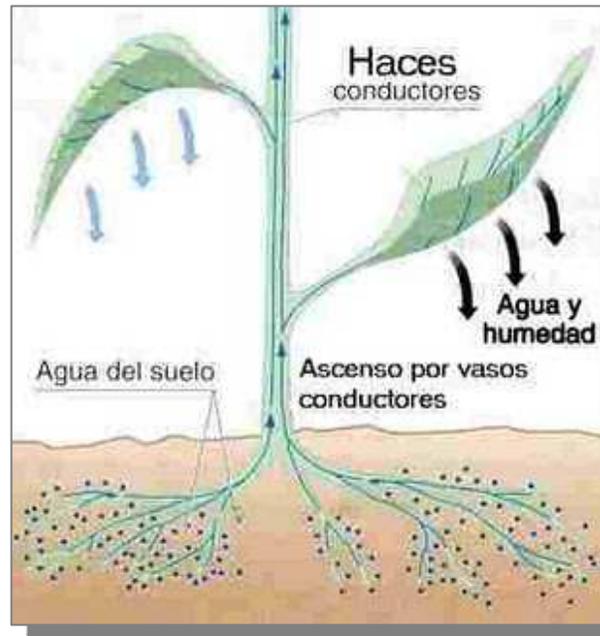
Cuanto mayor temperatura tenga el agua, mayor probabilidad habrá de que haya partículas con la energía cinética necesaria para evaporarse.



### 3.- Transpiración.

El proceso de transpiración de las plantas produce la presión que empuja al agua hacia arriba, a todas las células de la planta. Este proceso continúa hacia las raíces, donde el agua en los espacios extra celulares que rodean al xilema es empujada hacia adentro por las perforaciones de las paredes de los elementos de los vasos y las traqueidas.

Casi toda el agua se transpira por los estomas de las hojas y del tallo, por tanto una planta al abrir y cerrar sus estomas debe lograr un equilibrio entre la absorción de bióxido de carbono para la fotosíntesis y la pérdida de agua de la transpiración. El flujo de agua es unidireccional desde la raíz hasta la hoja porque sólo ésta puede transpirar.



La transpiración es el proceso por el cual la planta intercambia energía con su medio contribuyendo a mantener una baja temperatura de la hoja, durante el día, en el cual se encuentra expuesta a la radiación solar.

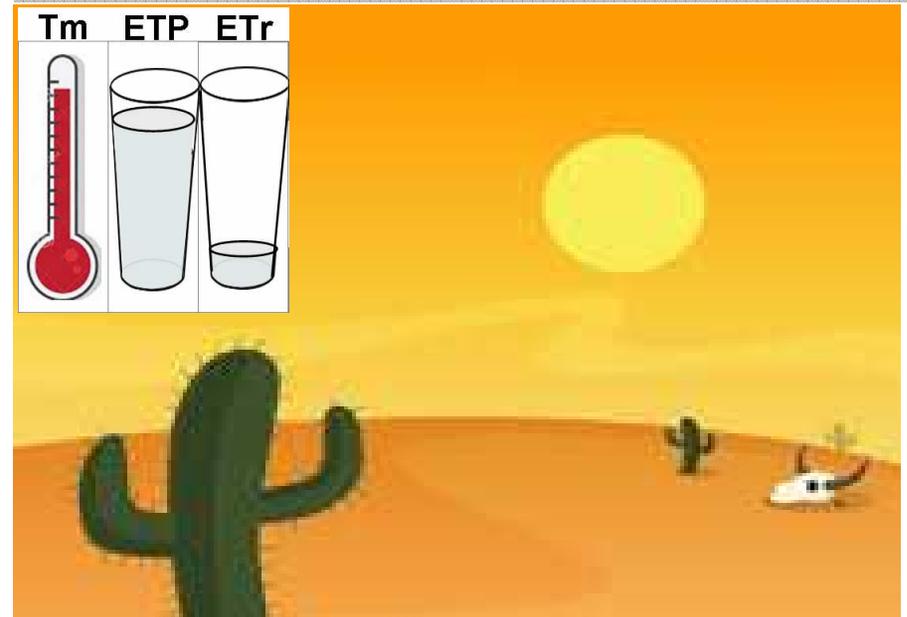
#### 4.- Evapotranspiración.

La suma de la evaporación del suelo, de la superficie y la transpiración de las plantas se denomina evapotranspiración y representa el consumo de agua en una plantación dada. Más del 50% de la precipitación que llega a la superficie terrestre vuelve a la atmósfera por este medio.

Evapotranspiración potencial (ETP) es la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde el suelo en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua, en un momento y tiempo determinado.



Evapotranspiración real (ETr) Cantidad real de agua que puede evaporarse desde el suelo dada las limitaciones en la disponibilidad de agua, en un momento y tiempo determinado.



La evapotranspiración potencial (E.T.P.) permite estimar el consumo de agua de los cultivos y es parte del llamado balance hídrico por medio del cual se determinan la disponibilidad hídrica de una zona o de un sitio en particular.

## 5.- Intercepción o Interceptación

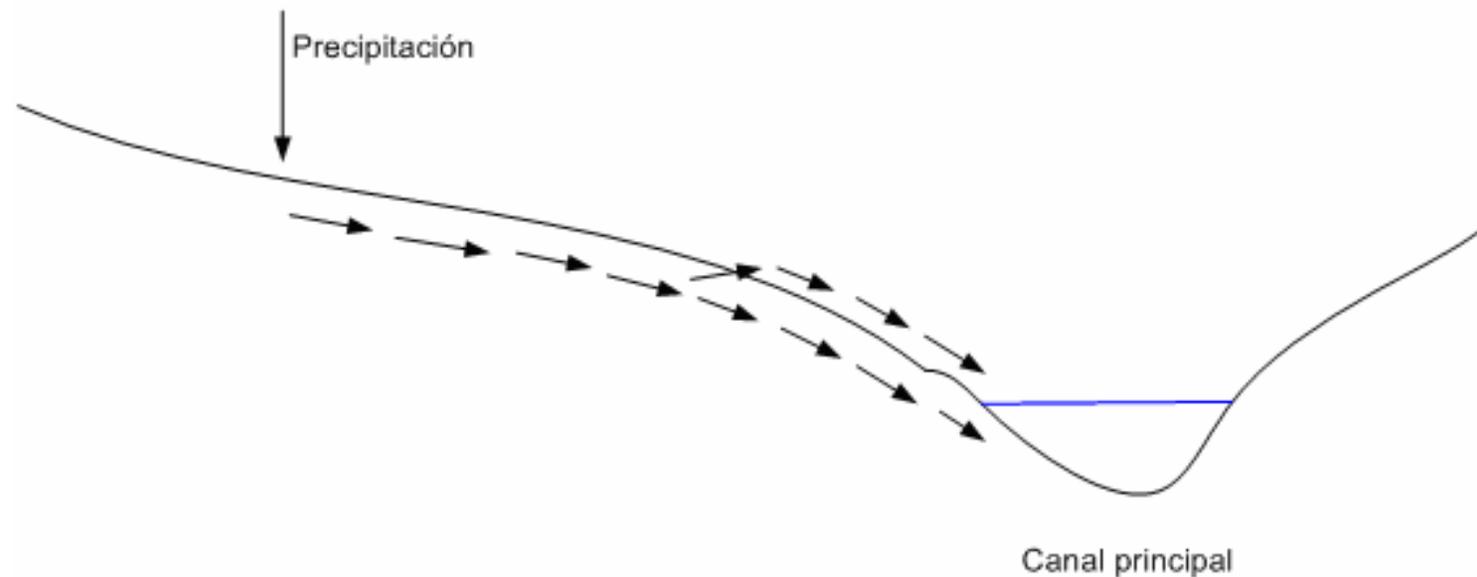
Es la parte de la precipitación que es interceptada por objetos superficiales como la cubierta vegetal, tejados o superficies impermeables en general, parte de esta agua interceptada nunca alcanza al suelo porque se adhiere y humedece estos objetos y se evapora.



## 6.- Escorrentía superficial.

Se le denomina escurrimiento directo y se agrupa en dos formas, flujo laminar y flujo canalizado. Es la porción de lluvia que no es infiltrada, interceptada o evaporada y que fluye sobre las laderas.

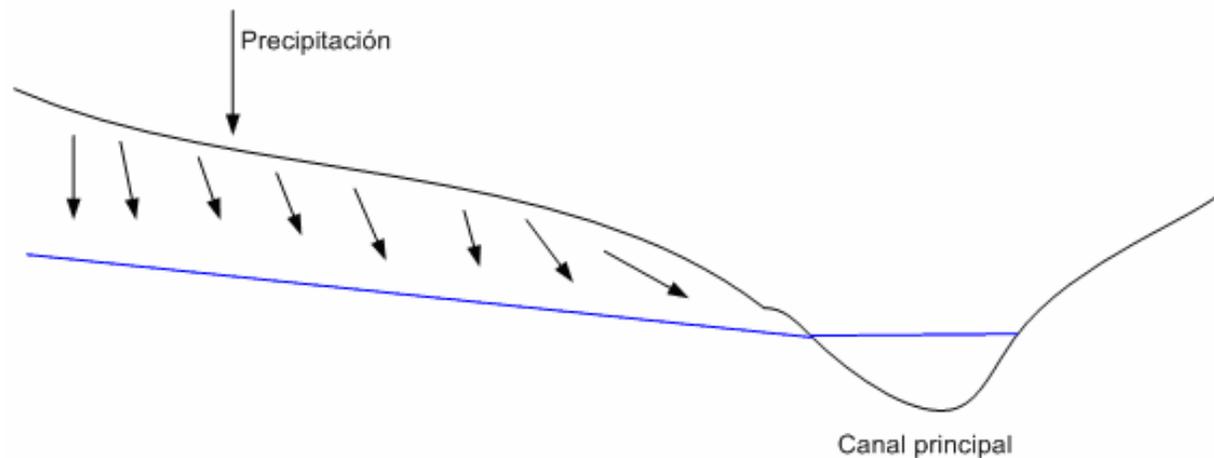
Figura 5. Escorrentía subsuperficial.



## 7.- Escorrentía subsuperficial.

El agua se infiltra en la superficie del suelo y se escurre lateralmente en forma casi paralela a la superficie del suelo. Si el terreno es plano, el flujo será netamente vertical a lo largo del perfil del suelo, es decir flujo en zona no saturada, hasta llegar en algunos casos al nivel freático (flujo en zona saturada).

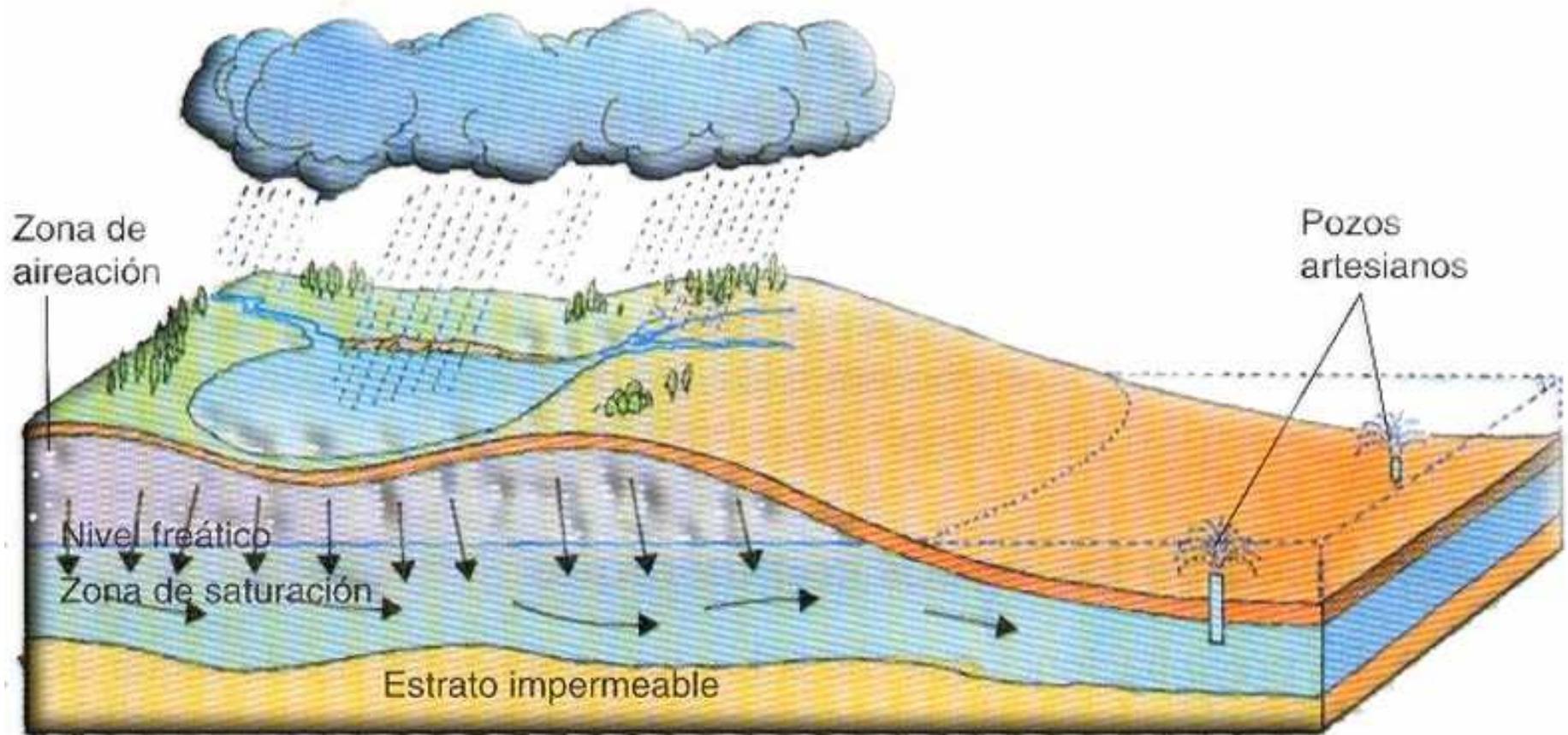
Figura 6. Escorrentía subterránea.



Si el terreno es inclinado, el flujo tenderá a seguir una trayectoria oblicua, siguiendo casi la superficie del suelo, hasta llegar a un cauce. Por esto se le denomina flujo de retorno rápido, dado que llega relativamente rápido a los cauces, obviamente esta velocidad estará influenciada por la conductividad hidráulica del suelo, contando en términos generales que los suelos de textura pesada (arcillosos) presentan una velocidad de escorrentía subsuperficial mucho menor que los suelos de textura liviana (arenosos). En época de lluvias, este flujo es uno de los responsables de la aparición de corrientes intermitentes (es decir que solo aparecen en invierno).

## 8.- Escorrentía subterránea.

El flujo de agua ocurre en forma casi vertical hasta llegar al nivel freático, por este motivo se la denomina flujo base. Esta escorrentía es muy importante debido a que es la responsable de la recarga de acuíferos, es decir de mantener la profundidad del nivel freático a un nivel constante.



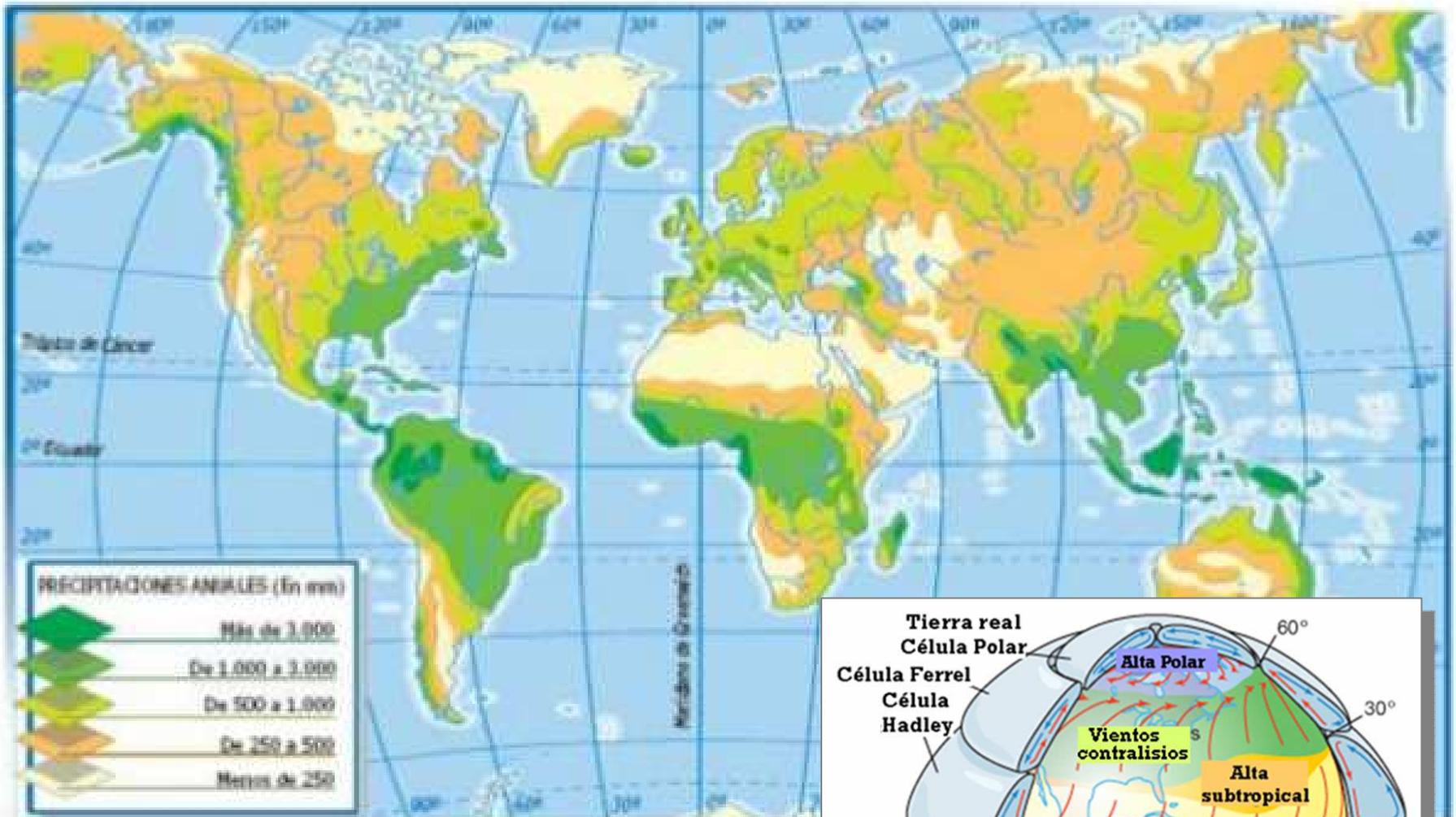
## Clima e hidrografía. Expresión geográfica.

ELEMENTO ATMOSFÉRICO	CONTROLES O FACTORES DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO	EFECTO GENERAL
Precipitación	Latitud geográfica	– latitud → + precipitación
		+ latitud → – precipitación
	Altitud del relieve	– altitud → + precipitación
		+ altitud → – precipitación
	Orientación del relieve	Vertiente de barlovento → + precipitación
		Vertiente de sotavento → – precipitación
	Corrientes oceánicas	Cálidas → + precipitación
		Frías → – precipitación

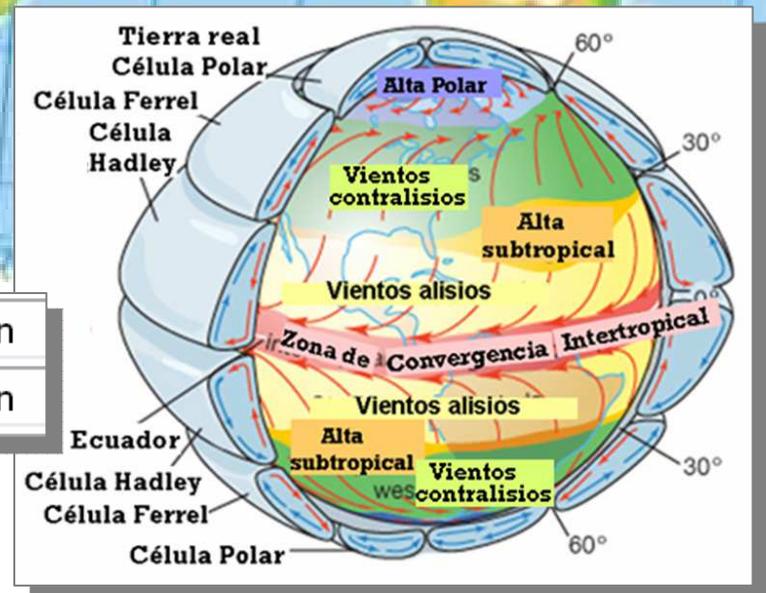
Donde mas llueve, más escurre

## Movimiento aparente de El Sol.

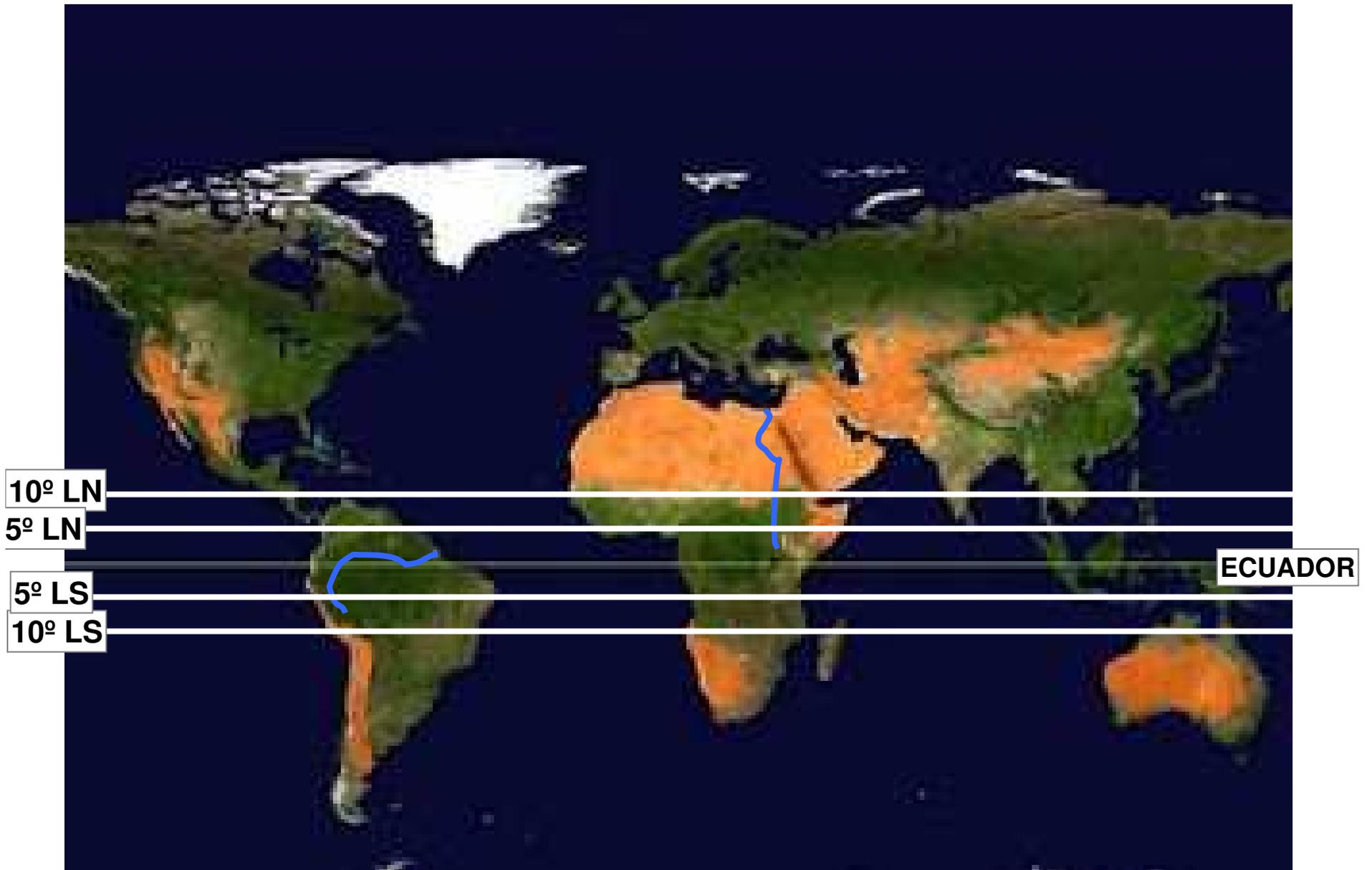
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		TRÓPICO DE CANCER
MAYO		
JUNIO		ECUADOR
JULIO		
AGOSTO		TRÓPICO DE CAPRICORNIO
SEPTIEMBRE		
OCTUBRE		
NOVIEMBRE		
DICIEMBRE		



Latitud geográfica	- latitud → + precipitación
	+ latitud → - precipitación



# Cinturón ecuatorial 1



## Cinturón ecuatorial 2

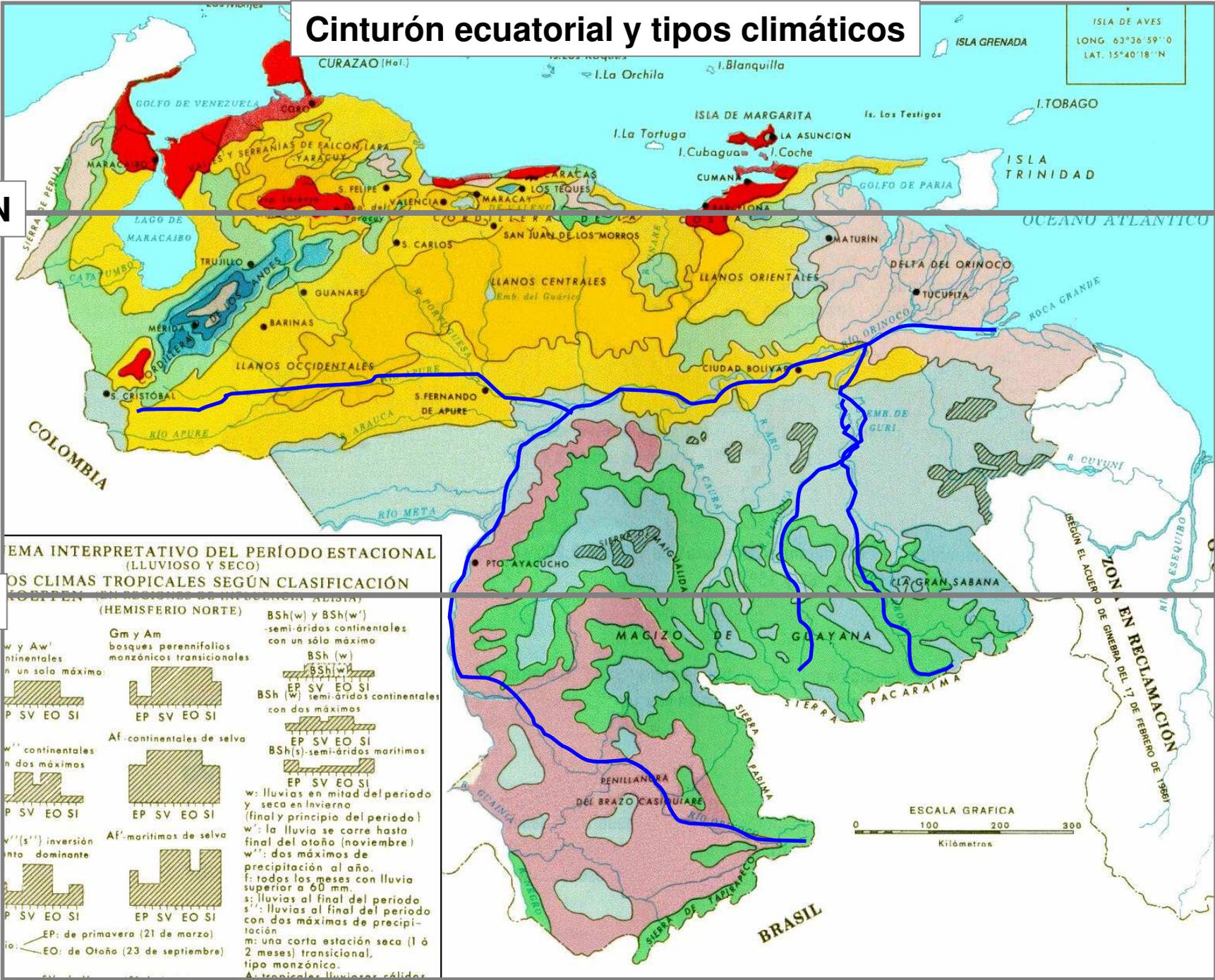


# Cinturón ecuatorial y tipos climáticos

ISLA DE AVES  
 LONG. 63°36' 59" O  
 LAT. 15°40' 18" N

10° LN

5° LN



**TEMA INTERPRETATIVO DEL PERÍODO ESTACIONAL (LLUVIOSO Y SECO)**  
**LOS CLIMAS TROPICALES SEGÚN CLASIFICACIÓN KÖPPEN (EN REGIONES DE INCLINACIÓN ADIADA) (HEMISFERIO NORTE)**

<p><b>Gm y Am</b> bosques perennifolios monzónicos transicionales</p> <p>EP SV EO SI</p>	<p><b>BSh(w) y BSh(w')</b> -semi-áridos continentales con un sólo máximo</p> <p><b>BSh(w)</b> -semi-áridos continentales con dos máximos</p> <p><b>BSh(s)</b>-semi-áridos marítimos</p> <p>w: lluvias en mitad del periodo y seca en invierno                  w': la lluvia se corre hasta final del otoño (noviembre)                  w'': dos máximos de precipitación al año.                  f: todos los meses con lluvia superior a 60 mm.                  s: lluvias al final del periodo                  s'': lluvias al final del periodo con dos máximos de precipitación                  m: una corta estación seca (1 ó 2 meses) transicional, tipo monzónico.                  A: tropicales lluviosos cálidos</p>
<p><b>Af</b>-continentales de selva</p> <p>EP SV EO SI</p>	<p><b>Af'</b>-marítimos de selva</p> <p>EP SV EO SI</p>

EP: de primavera (21 de marzo)  
 EO: de Otoño (23 de septiembre)

ESCALA GRAFICA  
 0 100 200 300  
 Kilómetros

SEGÚN EL ACUERDO DE GINEBRA DEL 17 DE FEBRERO DE 1988  
**ZONA EN RECLAMACION**

## TIPOS CLIMÁTICOS SEGÚN KOEPPEN

### LLUVIOSOS CÁLIDOS: TIPO A

-  **Afi** : De Selva tipo amazónico. Lluvioso todo el año.
-  **Ami** : De bosque muy húmedo perennifolio transicional. Típico de influencia marítima. 10 a 9 meses lluviosos, los cuales son uniformemente repartidos en el año.
-  **Am'i** : De bosque super-húmedo perennifolio transicional. Típico manzónico de carácter continental. 10 a 11 meses lluviosos.
-  **Aw''i** : De bosque húmedo tropófito y sabanas (herbazales). Con dos máximas de precipitación en posiciones equinocciales del sol (marzo y septiembre). 9 a 8 meses lluviosos.
-  **Aw'i** : De sabanas (herbazales) y bosques tropófitos sub-húmedos. Con un sólo máximo de precipitación al año. La estación lluviosa se prolonga hasta fines de noviembre. 8 a 7 meses lluviosos.
-  **Aw'i** : De sabanas (herbazales) y bosques tropófitos, semi-secos. Con un sólo máximo de precipitación al año. 7 a 6 meses lluviosos.
-  **Aw''(s'')i** : De sabanas (herbazales) y bosques tropófitos húmedos. Con dos máximas de precipitación al año en posiciones solsticiales del sol (junio y diciembre) como consecuencia de la inversión de vientos dominantes. Representativo en las regiones de influencia marítima o en aquellas donde predominan vientos del hemisferio sur; las áreas rayadas son similares pero de un piso superior.

### SECOS CÁLIDOS: TIPO B

-  **BShi** : Semi-árido con u vegetación xerófila o montes espinosos. La evaporación es mayor que la precipitación.
-  **BWi** : De desiertos, áridos. Ausencia de vegetación. La evaporación es mayor que la precipitación.

### TEMPLADOS DE ALTURA TROPICAL : TIPO G

-  **Gwi** : Templados de altura con un sólo máximo de precipitación al año. Vegetación de sabanas (herbazales) y bosques de altura tropófitos. Transicionales 8 a 7 meses lluviosos.
-  **Gmi** : Templados de altura. Vegetación de bosques perennifolios nublados. 10 a 9 meses lluviosos, los cuales son uniformemente repartidos en el año.
-  **Gw''(s'')i** : Templados de altura tropical. Con dos máximas de precipitación al año, en las posiciones solsticiales del sol (junio y diciembre). Vegetación de sabanas (herbazales) en alternancia con bosques húmedos tropófitos. Representativo en las regiones de Guayana; las áreas rayadas son similares pero de un piso superior.

### FRÍOS DE ALTA MONTAÑA TROPICAL : TIPO H

-  **Hi** : Fríos de alta montaña. De páramos. Con vegetación muy escasa.

## Cinturón ecuatorial y tipos climáticos 2



## Río Apure



## Río Orinoco



**Parque la Ilovizna, río Caroní**



**Confluencia Orinoco – Caroní 1**



## Confluencia Orinoco – Caroní 2



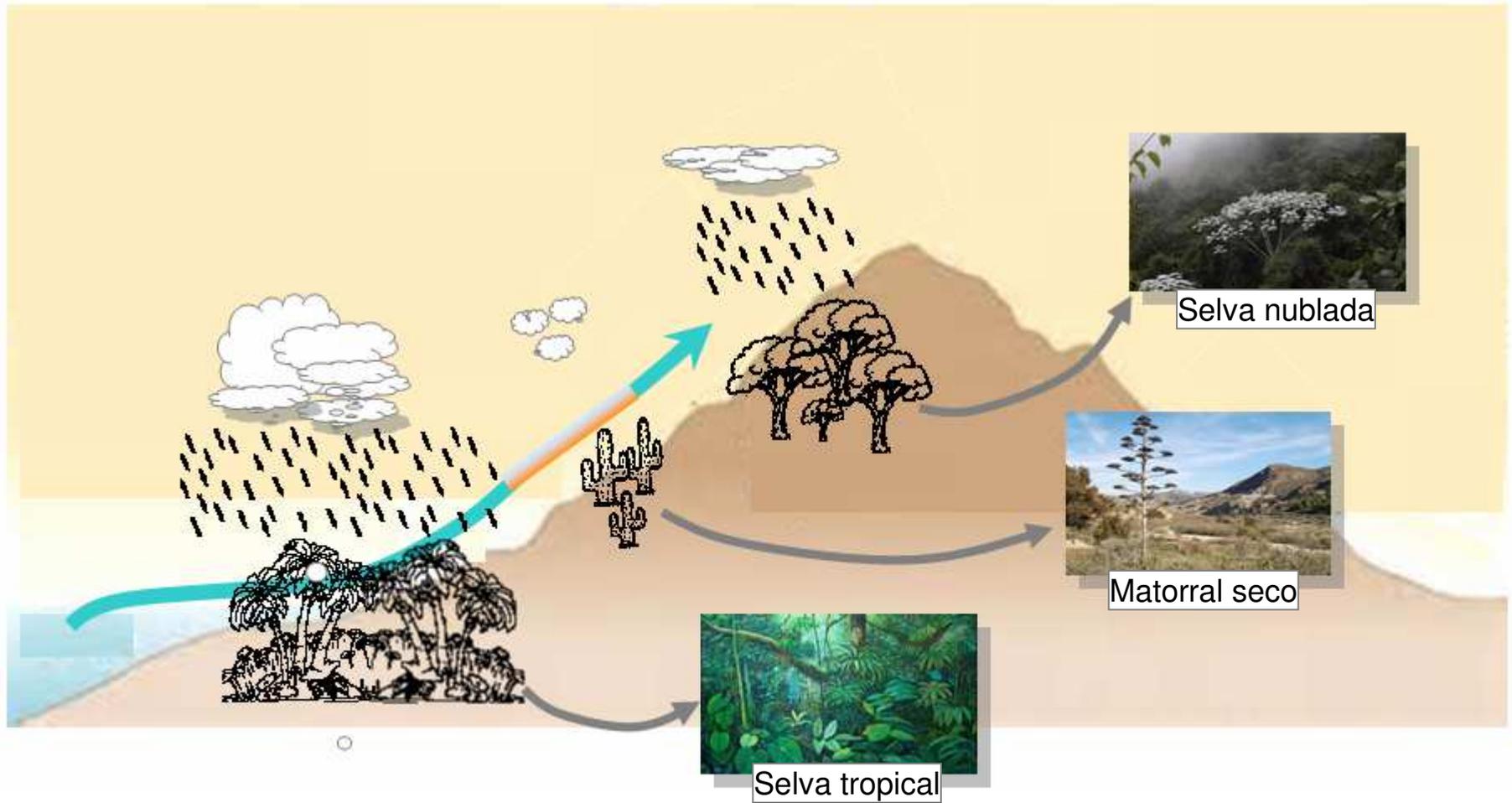
**Confluencia Orinoco – Caroní 3**



Altitud del relieve

– altitud → + precipitación

+ altitud → – precipitación



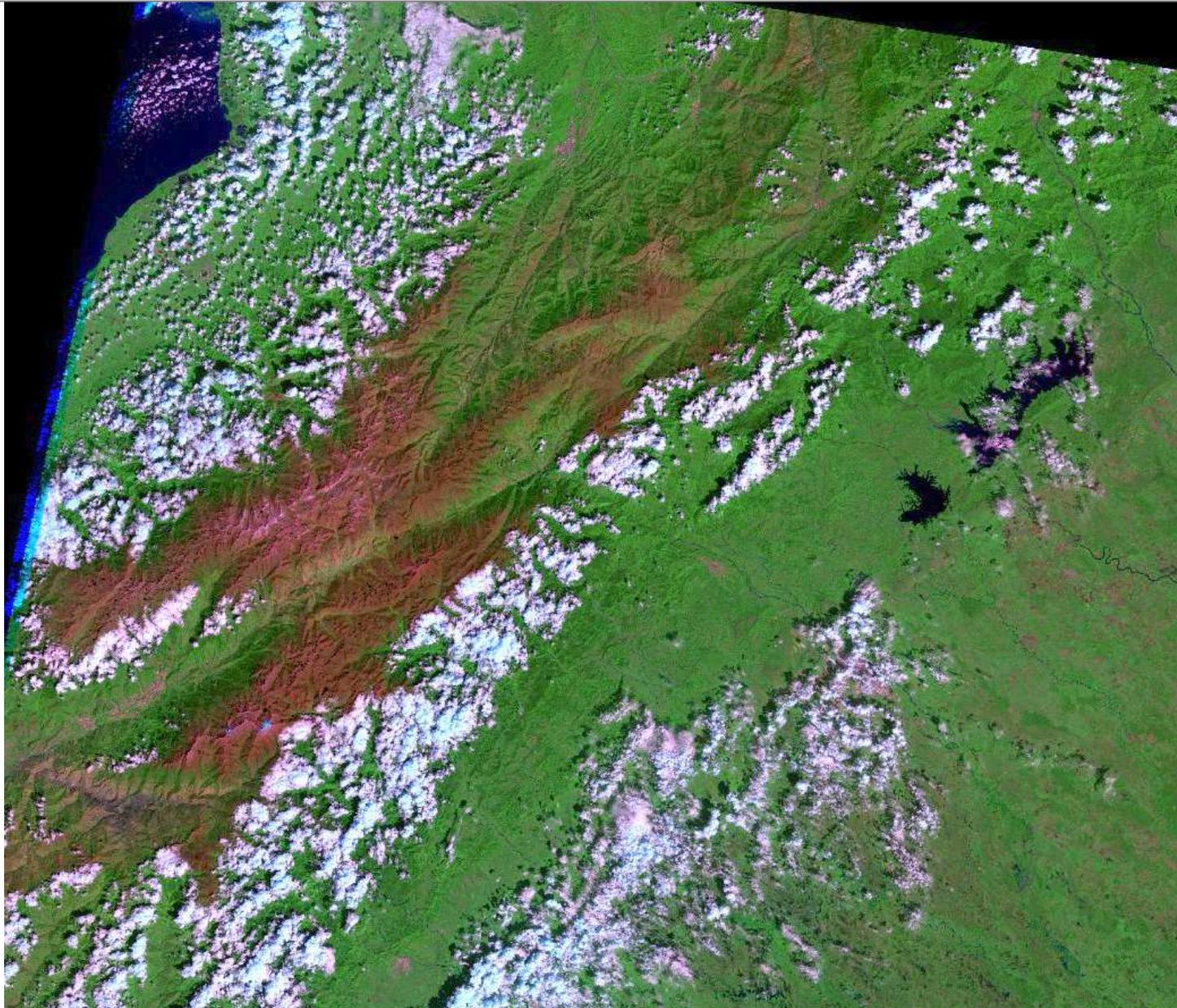
Altitud del relieve

- altitud → + precipitación

+ altitud → - precipitación



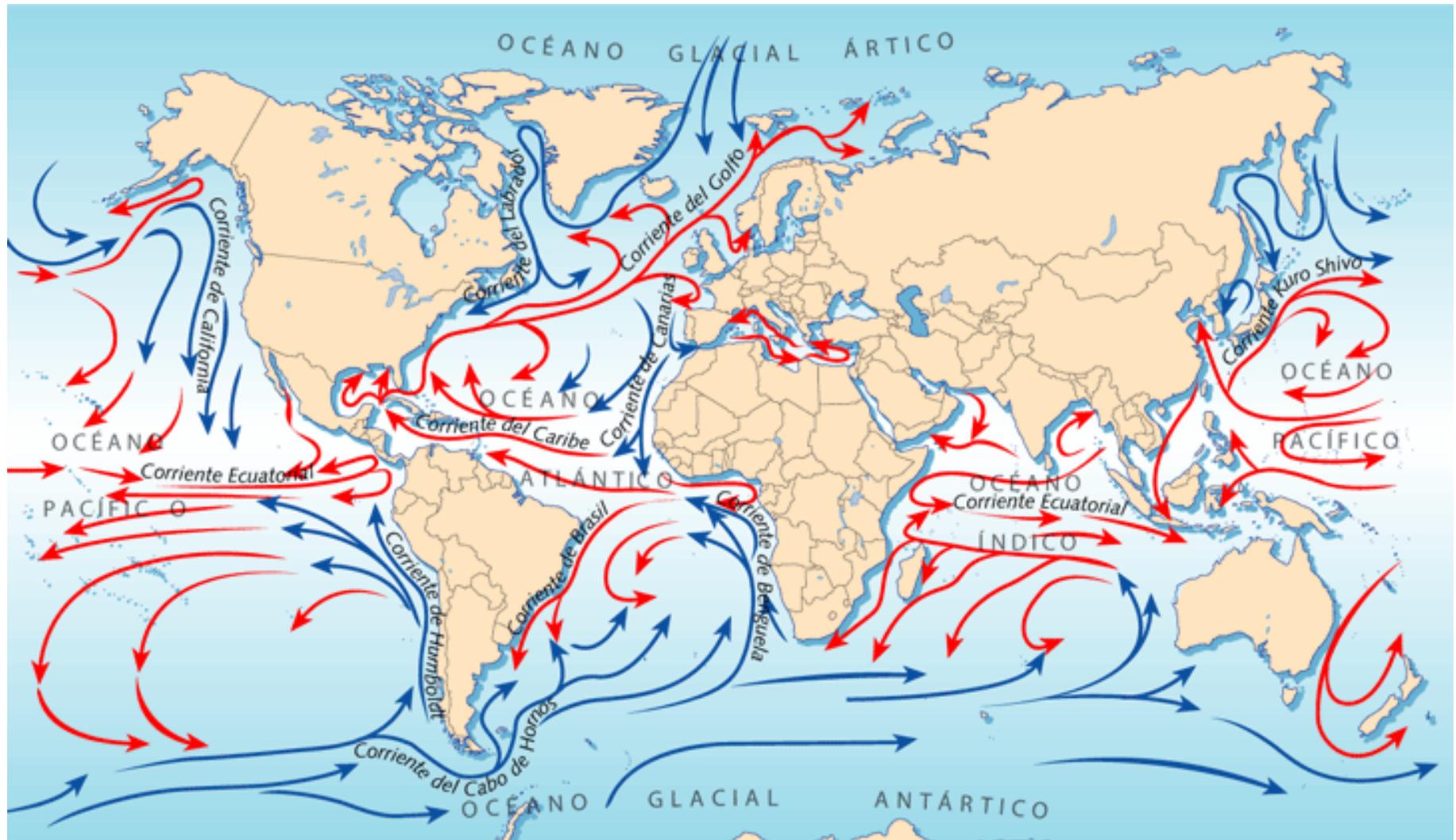
**Represas del piedemonte andino llanero: Boconó, Tucupido. Masparro**



Corrientes oceánicas  
1

Cálidas → + precipitación

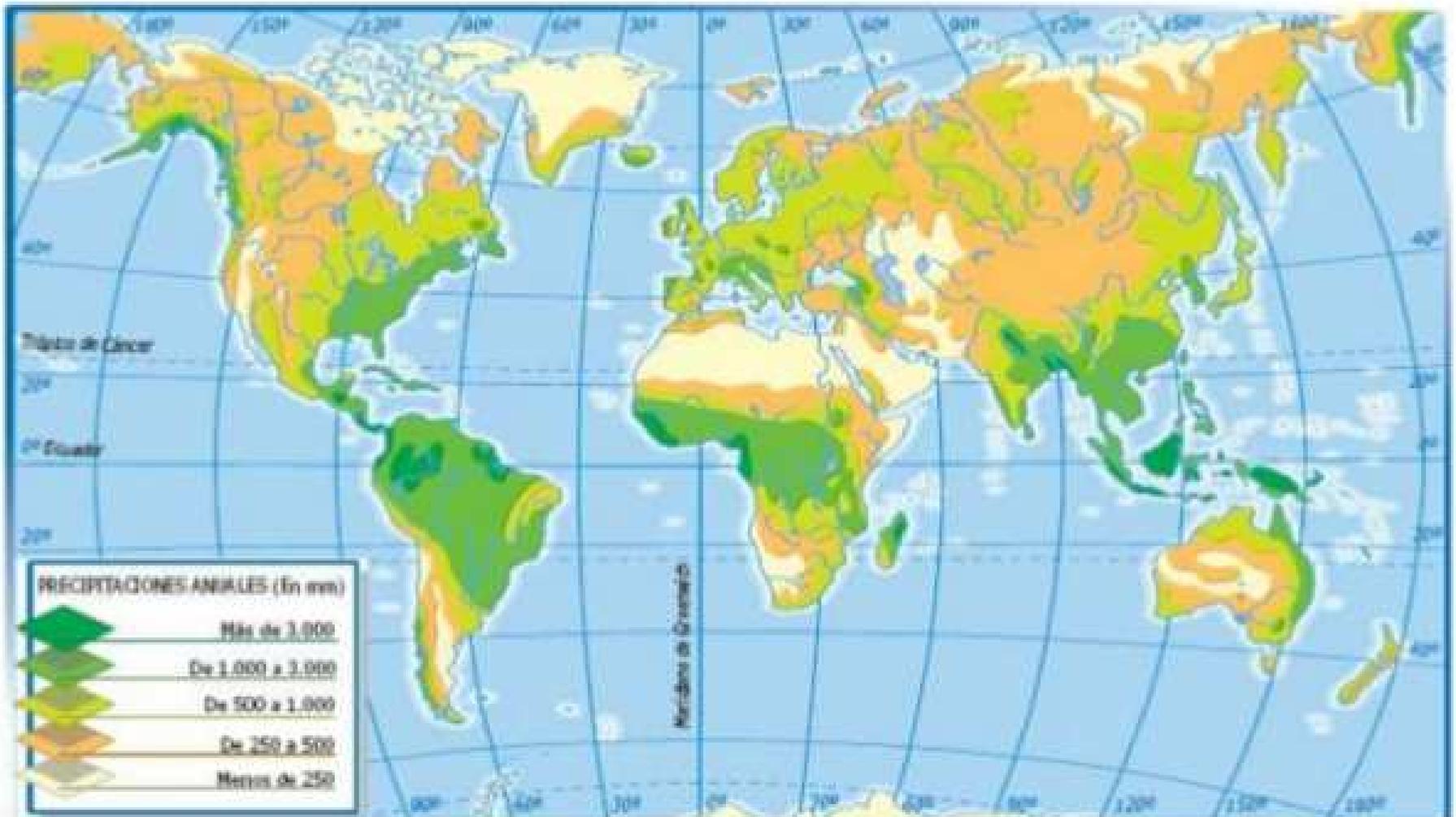
Frías → - precipitación



Corrientes oceánicas  
2

Cálidas → + precipitación

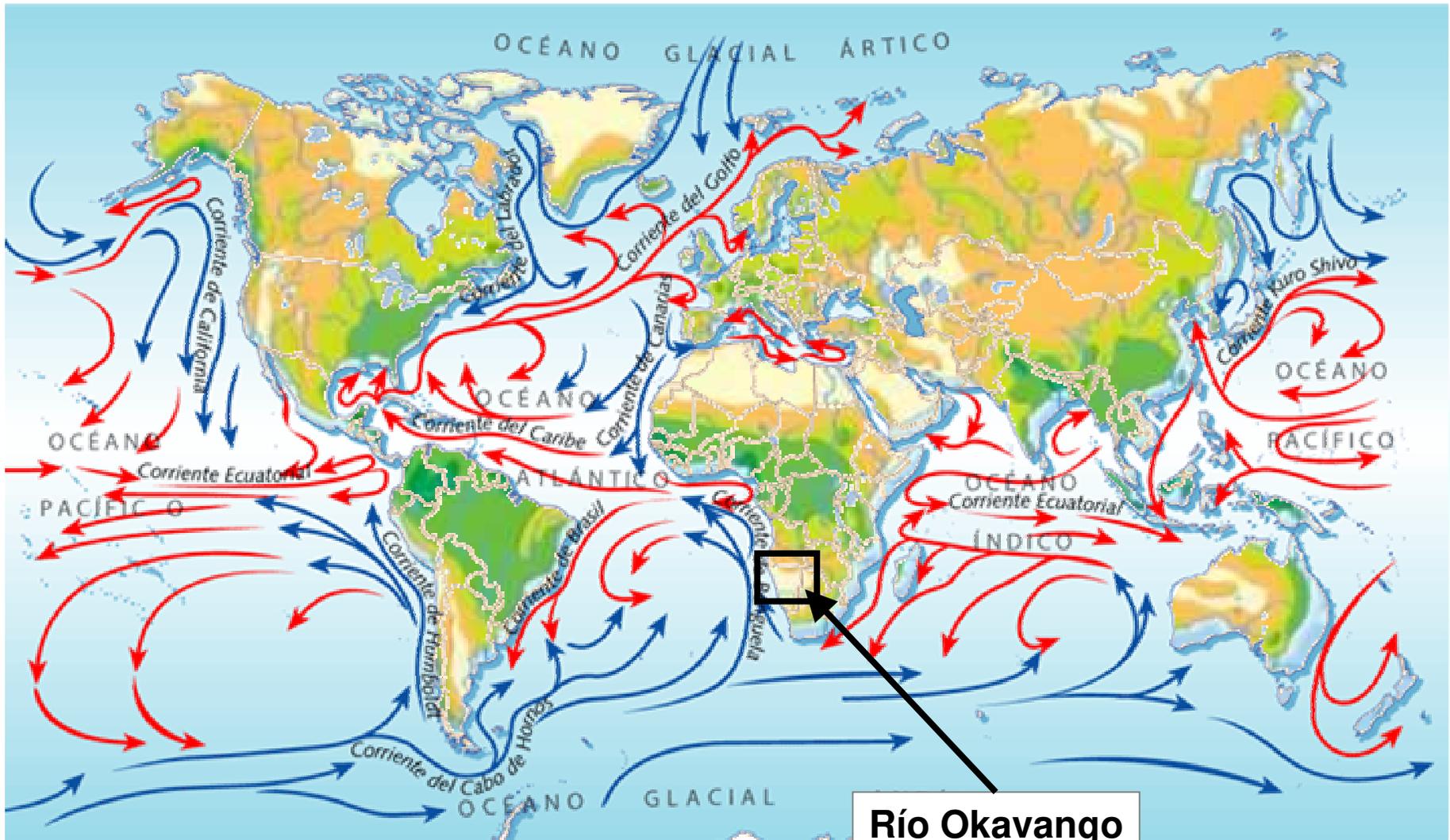
Frías → - precipitación



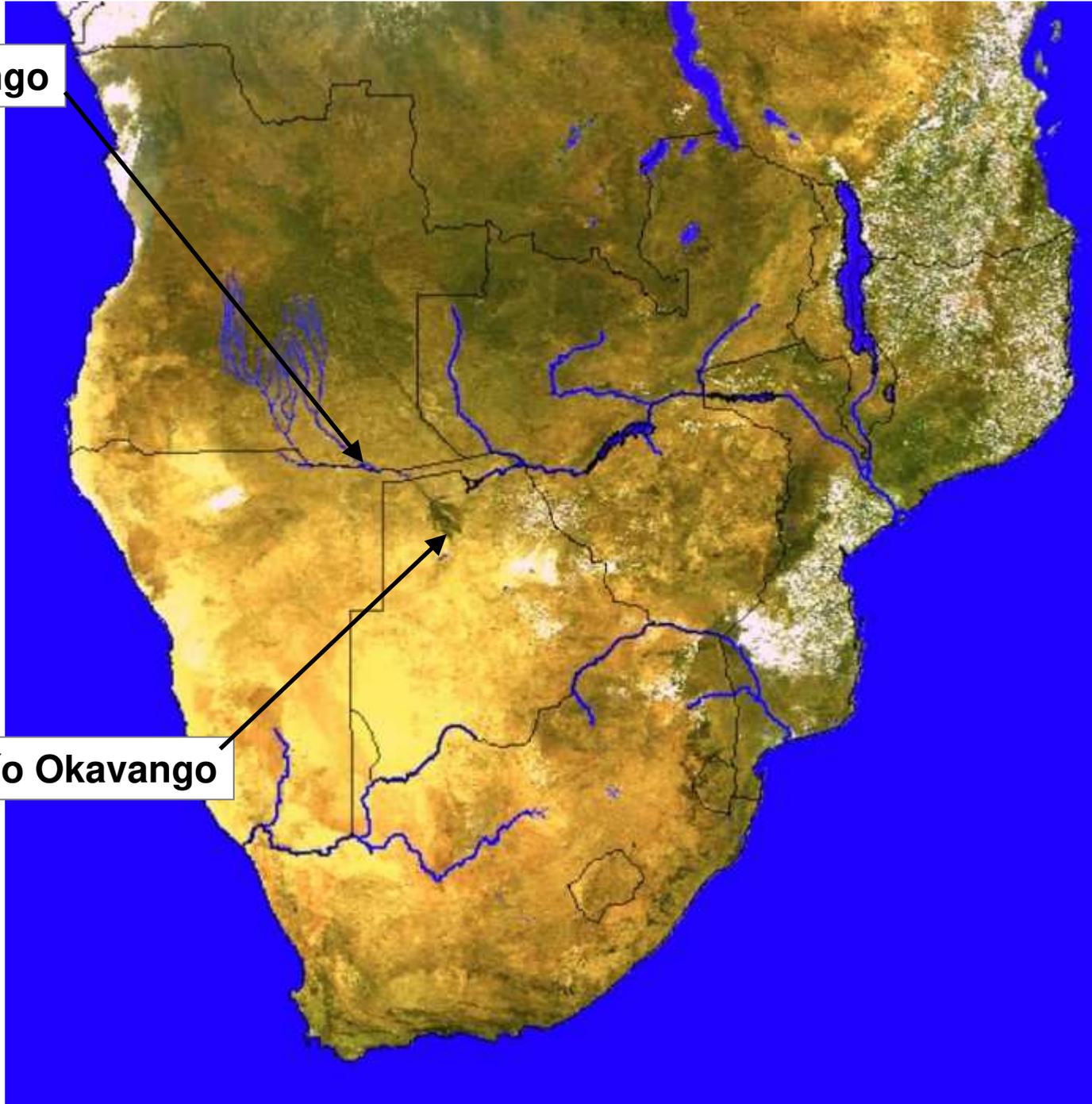
Corrientes oceánicas  
3

Cálidas → + precipitación

Frías → - precipitación

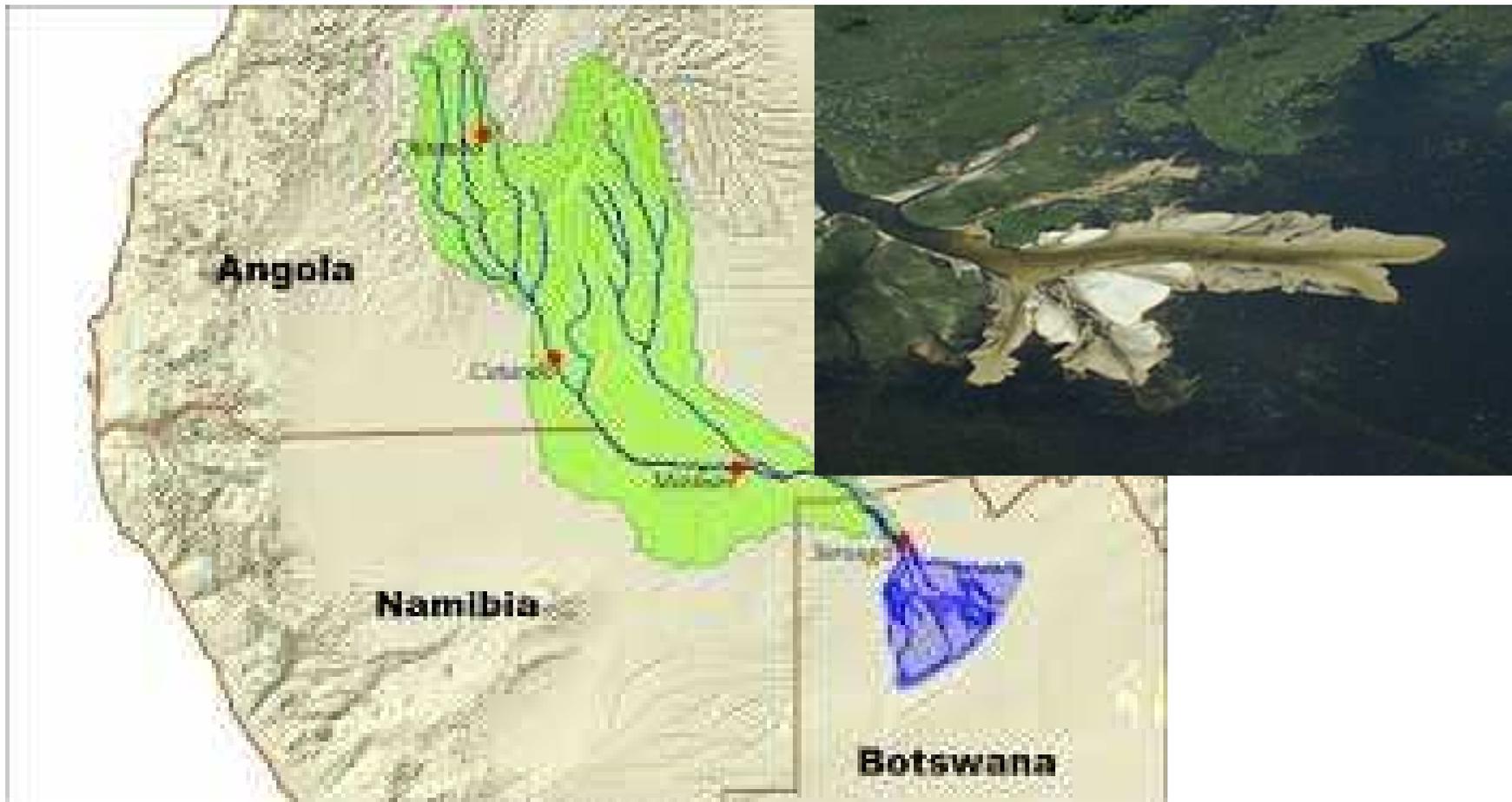


**Río Okavango**



**Delta del Río Okavango**

El **delta del Okavango** es un caso poco usual de delta, este río no desemboca en el mar. Más que un delta fluvial, es un abanico aluvial o cono de deyección muy grande, que se produce donde el río Okavango desagua en una llanura prácticamente endorreica con un clima mucho más seco que en sus nacientes.





## Disponibilidad de agua

