

EL CICLO DEL CARBONO

A. Fotosíntesis y Respiración, El Ciclo Rápido.

El CO₂ es un gas importante en el efecto de invernadero. La cantidad de CO₂ en la atmósfera es controlado por el **ciclo de carbono**. Ahora, voy a hablar sobre este ciclo en detalle. Probablemente han estudiado el ciclo, pero quizás no el componente geológica. El primer componente del ciclo del carbono es la fotosíntesis y respiración de las plantas:



Durante el día, las plantas usan la energía del Sol para convertir el CO₂ de la atmósfera mas agua en carbohidrato y oxígeno. Este proceso es la **fotosíntesis**. Durante la noche, hacen lo opuesto, se llama **respiración**. Usan el carbohidrato mas el oxígeno para producir energía cuando no hay sol. Esto es lo que los humanos y animales hacen todo el tiempo.

Si quemamos las plantas, o productos con gran cantidad de material orgánico, como el petróleo o hulla, o si las plantas mueren y se descomponen, la reacción va a la izquierda; usan oxígeno y liberan CO₂. Si se deposita materia orgánica en sedimentos, este almacena CO₂ de la atmósfera. La practica para la proxima semana es un dibujo del ciclo del carbono. Entonces seria un buen idea arreglar estos dibujos en sus apuntes.

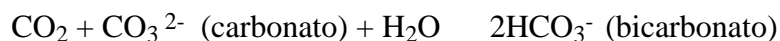
Si miran el grafico, la concentración de CO₂ desde 1957 en Hawaii, pueden ver la subió de 315 ppm a 357 ppm a causa de la combustion de selvas, y la producción de cemento, y la combustion de hidrocarburos como el petróleo (Figura 3). Hay un variación de ~7 ppm cada año, cuyo mayor alcance es en Mayo, y un el punto mas bajo en Septiembre. Sabe alguien por que?

La oscilación es por la fotosíntesis y la respiración. Hay un exceso del proceso de la fotosíntesis en el hemisferio norte en primavera y verano, y un exceso de respiración en otoño y invierno.

Aquí esta la concentración de CO₂ por latitud (Figura 4). El promedio de la concentración esta dominando en el hemisferio del norte, porque tiene mas tierra en latitudes medias y por lo tanto mas vegetación estacional que el hemisferio del sur. Puede ver la misma oscilación estacional en el hemisferio sur, pero es menos fuerte. En los tropicos, las plantas crecen por todo el año, entonces no hay una oscilación. Entonces pueden ver el impacto de la biósfera en la cantidad de CO₂ en la atmósfera.

B. Procesos Rápidos Oceánicos.

El segundo componente es los procesos rápidos en el océano. La química de la capa superficial del océano esta bien mezclada con la atmósfera. Entonces el CO₂ es consumido y liberado constantemente por el océano. Mas o menos hay un equilibrio entre la cantidad consumida y la liberada. Pero hay dos procesos que almacenan CO₂ en el océano. El primer proceso es químico, el CO₂ se combina con un ion de carbonato para forma bicarbonato:



Esta reacción es más rápida con más CO₂ en la atmósfera. Entonces si hay más CO₂ en la atmósfera, el océano almacena más CO₂. Entonces el océano regula el CO₂ en la atmósfera, pero no lo suficientemente rápido para quitar todo el CO₂ que nosotros estamos añadiendo.

Otra proceso por el que los océanos consumen CO₂ es mediante el plancton. El plancton fotosintetiza de manera que utiliza el CO₂. Cuando muere, se cae al fondo, se descompone, y el CO₂ se disuelve en aguas profundas, que no se mezclan con la atmósfera. Una pequeña parte de la materia orgánica está enterrada en sedimentos, y CO₂ está eliminado más permanentemente de la atmósfera. Este proceso es limitado por la cantidad de nutrientes en el océano, así como el nitrógeno y el fósforo. Hay otros procesos oceánicos, pero hablaré sobre estos en la próxima sección.

C. El Ciclo de Roca: Ciclo más Lento.

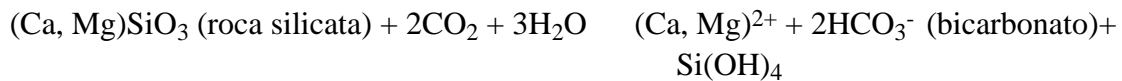
El tercer componente en el ciclo del carbono es el ciclo de roca.

1. El ciclo de carbonato-silicato

Por la tierra, cuando el CO₂ reacciona con el agua en el suelo, forma el ácido carbónico:



El ácido carbónico es muy efectivo para meteorizar las rocas, dicho de otra manera, es efectivo para destruir químicamente la roca. Para este tema, solamente vamos a hablar sobre rocas que contienen silicatos de calcio o magnesio. Rocas silíceas son muy comunes en la corteza de la Tierra. El ácido carbónico meteoriza los silicatos a calcio, magnesio y dos iones de bicarbonato:



Los iones liberados de calcio, magnesio, y bicarbonato son llevados por los ríos al océano. En el océano, los organismos utilizan los iones para formar conchas de carbonato cálcico. Esta reacción predominantemente es realizada por organismos, pero, también puede ocurrir inorgánicamente:

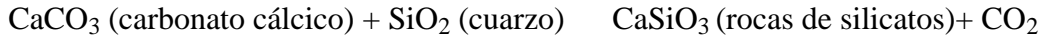


Cuando los organismos mueren, las conchas caen al fondo, donde forman una roca compuesta de carbonato de calcio, llamada caliza, y si hay una cantidad de magnesio se llama dolomita.

Entonces si empezamos el proceso con dos moléculas de CO₂ de la atmósfera, más la erosión van a dar lugar a dos bicarbonatos que forman una concha carbonatada y libera solo una molécula de CO₂ a la atmósfera. Entonces este proceso, de meteorización y sedimentación, quita una molécula de CO₂ de la atmósfera.

El fondo del mar se expande, y después de millones de años queda sometido a subducción bajo de la corteza terrestre. (Para los participantes que no saben tectónica de placas, vamos a discutir eso la próxima semana). Con la temperatura y presión muy

elevadas, el carbonato cálcico reacciona con el silicio, volviendo a formar rocas de silicatos. Este proceso se llama "metamorfismo:"



El metamorfismo de rocas carbonatos libera una molécula de CO₂, que es liberada a la atmósfera mediante el vulcanismo. La ecuación simplificada para el ciclo de rocas es:



La meteorización química de las rocas silicatos empuja la ecuación a la derecha, y consume una molécula de CO₂ de la atmósfera, y metamorfismo empuja la ecuación a la izquierda, y libera una molécula de CO₂ mediante el vulcanismo a la atmósfera (dibujo 3).

2. El ciclo de rocas orgánicas

Cuando se erosionan rocas orgánicas, usan una molécula de oxígeno, y desprender una molécula de CO₂, como el proceso de la respiración. Este ciclo es menos importante que el ciclo carbonato-silicato, que recicla el 80% del carbono de la Tierra y su cuerpo.

D. Flujos y Reservas en el Ciclo del Carbono.

Para entender las magnitudes de estos procesos, vamos a ver los flujos y reservas en el ciclo del Carbono. Aquí están las cantidades del carbono almacenadas en diferentes partes del ciclo del carbono:

Reservas (10¹⁵g C) (billones de toneladas métricas):

Atmósfera	720
Biota terrestre	827
Biota marina	2
Océanos	38,000
Sedimentos orgánicos	15,000,000
Sedimentos carbonatadas	20,000,000

Como pueden ver, las reservas mayores de carbono están en las rocas. Los flujos en el ciclo del carbono se refieren a la cantidad del carbono que fluye por año en los diferentes procesos. Aquí están los flujos:

Flujos anuales (10¹⁵g C/yr):

Ciclo de plantas

Fotosíntesis	-110
Respiración	55
Descomposición	~54

Procesos oceánicos

que eliminar	-93
que liberar	90

Ciclo de rocas

Sedimentación	-0.2
Vulcanismo	0.2

Actividad humana ~ 5

Aunque las mayores reservas de carbono son almacenados en roca, noten que el flujo anual de ciclo de rocas es muy pequeño en comparación a los flujos entre la biósfera y la atmósfera y entre el océano y la atmósfera. Entonces el ciclo de roca esta muy importante en escala de tiempos geologicos, pero no en una escala de la vida humana. El entierro de orgánicos y los procesos oceanicos disminuye algo de CO₂ que añadimos los humanos a la atmósfera.

Venus y la Tierra tiene mas o menos el mismo monto del carbon. Pero en la Tierra, la mayoría del carbon esta en rocas mientras en Venus, la mayoría esta en la atmosfera. Entonces el efecto de invernadero es much mayor en Venus, produce un calantamiento de 285 °C y Venus es mucho mas caliente de la Tierra. Entonces la Tierra esta habitable por su distancia del sol, pero tambien debido a su efecto de invernadero relativamente chico.

© 2001 *Kathryn Gregory-Wodzicki*