

**FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Resolución de ejercicios de ciclos biogeoquímicos

Nota: Ciclos biogeoquímicos: los ejercicios y problemas deben realizarse a mano con esfero rojo y azul y de manera individual, se subirán al aula virtual en la fecha establecida en la misma y para rendir la prueba se presentará de manera física.

1. **¿Qué son los ciclos biogeoquímicos?**
 - A. Procesos que generan energía en la atmósfera
 - B. Ciclos que transforman los elementos químicos en compuestos orgánicos
 - C. Procesos naturales que mueven elementos entre la biosfera, atmósfera, hidrosfera y geosfera
2. **¿Cuál de los siguientes NO es un ciclo biogeoquímico principal?**
 - A. Ciclo del carbono
 - B. Ciclo del nitrógeno
 - C. Ciclo del hidrógeno
 - D. Ciclo del fósforo
3. **¿Cuál es el principal organismo responsable de la fijación del nitrógeno?**
 - A. Hongos
 - B. Plantas
 - C. Bacterias
 - D. Insectos
4. **¿Qué ciclo está directamente relacionado con el proceso de la fotosíntesis?**
 - A. Ciclo del fósforo
 - B. Ciclo del carbono
 - C. Ciclo del nitrógeno
 - D. Ciclo del azufre
5. **¿Cuál de estos ciclos no tiene una fase gaseosa importante?**
 - A. Ciclo del agua
 - B. Ciclo del carbono
 - C. Ciclo del fósforo
 - D. Ciclo del nitrógeno

Conteste con verdadero o falso

6. El ciclo del agua se basa únicamente en la acción de los seres vivos. ()
7. Las bacterias cumplen un papel fundamental en los ciclos del nitrógeno y del carbono. ()
8. Los ciclos biogeoquímicos ayudan a mantener el equilibrio ecológico. ()
9. El ciclo del fósforo ocurre principalmente en el suelo y los océanos, no en la atmósfera. ()
10. La intervención humana no tiene impacto en los ciclos biogeoquímicos. ()

Preguntas abiertas

11. ¿Por qué son importantes los ciclos biogeoquímicos para la vida en la Tierra?
12. Menciona 3 procesos naturales que permiten el movimiento de materia en los ciclos biogeoquímicos.

13. ¿Cuál es la diferencia principal entre el ciclo del nitrógeno y el del carbono?
14. ¿Qué pasaría si se interrumpiera el ciclo del agua en un ecosistema?
15. Describe brevemente qué ocurre en el ciclo del carbono.

Ejercicio del ciclo hidrológico

Problemas Balance hídrico simple

16. Datos Climáticos Históricos de Abril en Riobamba. Según los datos disponibles:

1. **Precipitación (P):** 185 mm
2. **Evapotranspiración (ET):** 80 mm
3. **Escorrentía (R):** 15 mm
4. **Cambio en el almacenamiento (ΔS):** 5 mm

Calcule del Balance Hídrico.

17. En una cuenca, los datos anuales son los siguientes:

- Precipitación: 1,200 mm
- Evaporación: 700 mm
- Escorrentía superficial: 300 mm

Pregunta:

¿Cuánta agua se infiltra al subsuelo en promedio al año?

18. Se te da que un cultivo pierde 5 mm/día por evapotranspiración. Si el área cultivada es de 1 hectárea, ¿cuántos litros de agua se pierden al día?

Balance hídrico en una cuenca

19. Una cuenca hidrográfica recibe una precipitación media anual de 1,500 mm. Se han medido las siguientes pérdidas:

- Evapotranspiración: 850 mm/año
- Escorrentía superficial: 400 mm/año

Pregunta:

- a) Calcula la infiltración anual media.
- b) ¿Cuál es el porcentaje de infiltración respecto a la precipitación?

20. Explica cómo afecta la deforestación el ciclo del agua en una cuenca tropical. Calcular el caudal del río Chibunga que presenta los siguientes datos espacio recorrido del flotador 4m, ancho del río 5m, profundidad 1,30m y el tiempo del recorrido fue de 30 segundos.

PREGUNTAS Y EJERCICIOS: HUELLA HÍDRICA

21. ¿Qué es la huella hídrica?
- 22.Cuál es la diferencia entre huella hídrica y huella de agua virtual
23. Para producir 1 litro de leche de vaca se necesitan aproximadamente 1,000 litros de agua (verde, azul y gris combinadas).
¿Cuál es la huella hídrica de un vaso de 250 ml de leche?
24. ¿Cuánta agua se ahorra si una persona reemplaza 1 kg de carne de res por 1 kg de papas?

25. Se cultivan tomates en 1 ha de terreno. La producción anual es de 60,000 kg y la huella hídrica total estimada es de 60 m³ por tonelada producida.
Pregunta:
a) ¿Cuál es el volumen total de agua consumida en el año?
b) ¿Cuál es la huella hídrica por kg?
26. Una fábrica produce 100,000 camisetas al mes. Cada una tiene una huella hídrica de 2,500 litros.
Pregunta: ¿Cuál es la huella hídrica mensual de la producción?
27. La huella hídrica de un país A es de 1,200 m³/persona/año, mientras que la de un país B es de 2,500 m³/persona/año. Explica tres factores que pueden justificar esta diferencia.

Ciclo del carbono

28. ¿Qué es el ciclo del carbono y cuáles son sus principales reservorios?
29. ¿Cómo participa la fotosíntesis y la respiración en el ciclo del carbono?
30. Nombra 3 formas en que las actividades humanas alteran el ciclo del carbono.
31. Cada litro de gasolina genera 2.3 kg de CO₂ al quemarse. Si una persona consume 50 litros al mes, ¿cuánto CO₂ emite por año?
32. Un árbol adulto puede capturar en promedio 22 kg de CO₂ al año. ¿Cuántos árboles se necesitan para compensar las emisiones de 1,380 kgCO₂/año?
33. Una hectárea de bosque tropical almacena 300 toneladas de carbono. ¿Cuánto CO₂ representa esto?, 1 tonelada de carbono equivale a 3.67 toneladas de CO₂
34. Pregunta 1: ¿Por qué los océanos son importantes en el ciclo del carbono y qué efectos tiene el exceso de CO₂?

EJERCICIOS SOBRE HUELLA DE CARBONO

35. Una persona recorre 12,000 km al año con un automóvil a gasolina que consume 9 litros de gasolina cada 100 km. El Factor de emisión de gasolina: 2,31 kg CO₂-eq por litro. ¿Cuál es la huella de carbono anual por el consumo de este combustible?
36. Un hogar consume 400 kWh al mes. En tu país, cada kWh consumido genera 0.45 kg de CO₂ (factor de emisión de la red eléctrica). ¿Cuál es la huella de carbono anual de este hogar por consumo eléctrico?
37. La huella de carbono promedio de producir 1 kg de carne de res es de 27 kg de CO₂Eq. Una persona consume 2 kg de carne por semana. ¿Cuál es su huella de carbono anual por consumo de carne?
38. Una empresa produce 50,000 botellas plásticas al mes. Cada botella genera 120 g de CO₂ en su ciclo de vida (fabricación, transporte, reciclaje). ¿Cuál es la huella mensual y anual de producción? ¿Qué impacto tendría reducir el consumo en un 20%?

CICLO DEL OXÍGENO

39. Explica brevemente cómo se mueve el oxígeno en la biosfera, destacando al menos tres procesos clave que intervienen en su ciclo biogeoquímico. Luego, identifica qué impacto tendría una gran deforestación sobre este ciclo.
40. El oxígeno es imprescindible en los ecosistemas acuáticos para los procesos metabólicos de los organismos de las diferentes cadenas tróficas. Las condiciones anóxicas en los ecosistemas acuáticos dependen de varios factores como el estancamiento, grandes aportes

de materia orgánica, y fuertes termoclinas, lo que ocasiona la proliferación de bacterias y algas que lo consumen. Dentro de este contexto y según las concentraciones de Oxígeno disuelto ($[OD]$ mg/L) que se menciona a continuación en la tabla en ecosistemas acuáticos describa las condiciones y las consecuencias:

$[OD]$ mg/L	condición	Consecuencias
0		
0-5		
5-8		
8-12		
>12		

Capa de ozono y compuestos destructores

41. Los clorofluorocarbonos (CFCs) fueron muy usados en refrigerantes y aerosoles. Explica cómo afectan a la capa de ozono y redacta la reacción química básica de destrucción del ozono por el cloro. Luego, menciona una consecuencia ambiental de la disminución del ozono estratosférico.

CICLO DEL NITRÓGENO

42. ¿Qué es el ciclo del nitrógeno y por qué es esencial para los seres vivos?
43. Nombra y describe brevemente las principales etapas del ciclo del nitrógeno.
42. ¿Qué efectos ambientales puede tener el exceso de nitrógeno en los ecosistemas acuáticos?
44. Un agricultor aplica 300 kg de fertilizante nitrogenado (como nitrato de amonio) por hectárea. Se estima que solo el 60% es aprovechado por las plantas. ¿Cuánto nitrógeno es realmente absorbido en una parcela de 5 ha?
45. Una comunidad de bacterias transforma 50 kg de NH_4^+ al día en NO_3^- . Si el proceso se da en dos etapas ($NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$), ¿cuántos kg de nitrato se obtendrán en una semana?
46. ¿Cómo impacta la agricultura industrial en el ciclo del nitrógeno?
47. ¿Qué diferencia hay entre la fijación biológica y la fijación industrial de nitrógeno?
48. ¿Por qué es importante la desnitrificación en cuerpos de agua contaminados con nitrógeno?
49. ¿Qué condiciones ambientales favorecen la desnitrificación en sistemas de biorremediación?

Ciclo del azufre

50. ¿Qué es el ciclo biogeoquímico del azufre?
51. Menciona al menos cuatro procesos naturales clave del ciclo del azufre.
52. ¿Qué papel juegan las bacterias en el ciclo del azufre?
53. ¿Qué efecto tiene el dióxido de azufre (SO_2) en la atmósfera?
54. Un volcán emite 2,500 toneladas de SO_2 durante una erupción. ¿Cuántas toneladas de azufre elemental (S) corresponden a esta emisión? (Masa molar: $SO_2 = 64$ g/mol, S = 32 g/mol)
55. En un ecosistema contaminado, se acumulan 1.200 kg de sulfato (SO_4^{2-}). Si todo ese sulfato se transforma en ácido sulfúrico (H_2SO_4), ¿cuántos kg de H_2SO_4 se forman?
56. Pregunta de análisis 1: ¿Qué consecuencias ecológicas puede tener la acumulación de sulfato en un humedal?

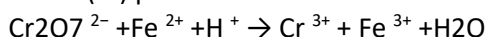
57. Pregunta de análisis 2: ¿Cómo afecta la quema de combustibles fósiles al ciclo del azufre?
58. ¿Cuáles son las principales fuentes de azufre que provocan lluvia ácida?
59. ¿Cómo se transforma el azufre atmosférico en compuestos que forman lluvia ácida?
60. ¿De qué manera interfiere la lluvia ácida en el ciclo natural del azufre?

CICLO DEL FÓSFORO

61. ¿Qué es el ciclo biogeoquímico del fósforo?
62. Menciona las principales etapas del ciclo del fósforo.
63. ¿Por qué el fósforo es un nutriente limitante en muchos ecosistemas?
64. ¿Qué consecuencias ecológicas puede tener el exceso de fósforo en ambientes acuáticos?
65. Un agricultor aplica 150 kg/ha de fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), que contiene un 22% de fósforo disponible. ¿Cuántos kilogramos de fósforo (P) aporta por hectárea?
66. Un lago recibe 500 kg de fósforo al año de escorrentía agrícola. Si el lago solo puede asimilar 200 kg/año sin eutrofizarse, ¿cuánto fósforo excedente se acumula anualmente?
67. Una planta de tratamiento recupera el 40% del fósforo presente en aguas residuales. Si se tratan 5,000 m³/día con una concentración de 5 mg/L de fósforo, ¿cuántos kg se recuperan por día?
68. Pregunta de análisis 1: ¿Qué impacto tiene la minería de fosfatos sobre el ciclo natural del fósforo?
69. Pregunta de análisis 2: ¿Cómo podría una estrategia de economía circular ayudar a cerrar el ciclo del fósforo?

CICLO DE LOS METALES PESADOS

70. ¿Cuál de las siguientes condiciones favorece la movilidad del plomo (Pb^{2+}) en un suelo?
 - A) pH alto y alto contenido de óxidos de Fe
 - B) pH bajo y ambiente reductor
 - C) pH neutro y alta materia orgánica
 - D) Ambiente aeróbico con bajo contenido de arcillas
71. Reacción redox aplicada: Balancea la siguiente reacción redox en condiciones ácidas que representa la reducción de Cr (VI) por Fe^{2+} :



72. Relación pH-Eh y movilidad: Relaciona los siguientes metales pesados con la forma más móvil en el ambiente, según condiciones de pH y Eh: (Eh: potencial redox)

Metal	Forma más móvil	Condición ambiental
Ar		
Cr		
Hg		

73. Análisis de caso. - En una laguna anóxica con alta materia orgánica, se ha detectado metilmercurio en peces.
 - a) ¿Qué procesos microbianos están generando esta forma de mercurio?
 - b) ¿Qué condiciones químicas están favoreciendo este proceso?
 - c) Menciona dos medidas de mitigación para reducir la metilación del mercurio.
67. Verdadero o falso (con justificación)
 - a) El metilmercurio es menos tóxico que el mercurio elemental.
 - b) La oxidación de Cr(III) a Cr(VI) es favorecida por óxidos de manganeso.
 - c) El $\text{Fe}(\text{OH})_3$ inmoviliza cationes metálicos solo por coprecipitación.

68. Elección múltiple: Movilidad y pH. ¿Cuál de los siguientes metales pesados es más móvil a pH bajo?: a) Pb^{2+} ; b) Zn^{2+} ; c) $\text{Cr}(\text{OH})_3$; d) HgS
69. Pregunta de desarrollo: Adsorción en óxidos. Los óxidos de hierro $\text{Fe}(\text{OH})_3$ afectan la movilidad del arsénico en suelos aireados. Menciona las condiciones en las que el arsénico puede liberarse.

70. Interpretación de datos de campo. Un suelo presenta:

- pH = 6.0
- Eh = -150 mV (Eh: potencial redox)
- Alta materia orgánica
- Presencia de Hg^{2+}

Pregunta:

¿Cuál es la forma predominante del mercurio? ¿Qué proceso microbiano puede estar ocurriendo? ¿Qué riesgo ambiental representa?

71. Caso de remediación ambiental. En un sitio contaminado con $\text{As}(\text{III})$, se decide inyectar aire para oxidar el ambiente.

- a) ¿Qué efecto tiene sobre el potencial Redox (Eh) ?
- b) ¿Qué forma de As se generará?
- c) ¿Qué ventajas tiene esta transformación?

72. Clasificación: Liberación natural de metales. Relaciona cada proceso con el metal liberado más común:

Proceso geológico	Metal liberado
Meteorización de sulfuros	-----
Volcanismo	-----
Oxidación de pirita	-----