

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para el tratamiento de aguas residuales biológicas caracterizado porque comprende:

5 un reactor biológico (140) que combina agua residual (105) y una biomasa reciclada (265) y proporciona una corriente residual de biomasa (245) que incluye una biomasa granular o densificada; y

un selector externo (260) que opera sobre la corriente
10 residual de biomasa (245) proveniente del reactor biológico (140) para recolectar y retener agregados de biomasa que tienen un gradiente de concentración del sustrato y de aceptor de electrones que favorece la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos, y que
15 además opera sobre la corriente residual de biomasa (245) para desechar filamentos y flóculos en la corriente residual de biomasa,

donde los agregados de biomasa recolectados son reciclados al reactor biológico (140) para la formación de
20 gránulos.

2. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el selector externo (260) comprende:

un selector gravimétrico externo (260) que comprende un
25 hidrociclón, una centrífuga, o un dispositivo de

sedimentación por gravedad externo que opera para separar los agregados de biomasa en la corriente residual de biomasa (245), y que además opera para desechar filamentos y flóculos más ligeros en la corriente residual de biomasa; o

5 un selector de criba externo (10) que opera para recolectar y retener agregados de biomasa fuera de la corriente residual de biomasa (245) que favorece la selección de gránulos no compresibles, y que además opera para desechar filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual
10 de biomasa (245).

3. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque los agregados de biomasa recolectan y eliminan fósforo precipitado o polifosfato intracelular en el
15 caso de organismos acumuladores de polifosfato.

4. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la biomasa densificada o granular incluye gránulos que tienen un núcleo anaeróbico o anóxico
20 que forma un ambiente de nicho para un organismo específico.

5. El sistema de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque el ambiente de nicho selecciona el organismo específico a partir de organismos para la
25 eliminación de fósforo biológico, incluyendo organismos

acumuladores de polifosfato aeróbicos y desnitrificantes, acumulación de glucógeno, oxidantes de metano anóxico desnitrificantes, oxidación de azufre o sulfuro biológico desnitrificante, y metanogénesis.

5

6. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque los agregados de biomasa realizan la selección biológica para lograr la eliminación de fósforo, donde el sistema adicionalmente comprende un selector
10 anaeróbico que mejora el rendimiento y la confiabilidad de la eliminación de fósforo.

7. El sistema de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque adicionalmente comprende:

15 un selector pre-anóxico (120) que elimina fósforo, en donde la biomasa granular comprende una estructura de agregados que proporciona una resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos en el núcleo.

20 8. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende:

un reactor biológico (140) que combina aguas residuales (105) y agregados de lodos y genera una corriente residual de biomasa (245) que incluye una biomasa granular o
25 densificada, donde los agregados de lodos tienen un gradiente

de concentración de sustrato y aceptor de electrones que genera características de biomasa morfológicas que favorecen la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos; y

5 un selector externo (260) que recibe la corriente residual de biomasa (245) y separa la biomasa granular o densificada en la corriente residual de biomasa y devuelve la biomasa granular (265) al reactor biológico (140) para generar dichas características de biomasa morfológicas que
10 favorecen la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos,

donde la biomasa granular o densificada devuelta separa el fósforo precipitado en forma de sólidos de estruvita o fosfato de calcio a partir de sólidos digeridos
15 anaeróbicamente en un licor mezclado.

9. El sistema de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque el selector externo (260) incluye:

un selector gravimétrico (260) que comprende un
20 hidrociclón, una centrífuga, o un dispositivo de sedimentación por gravedad externo para separar los agregados de lodo; o

un selector de criba (10) para separar los agregados de lodo.

10. El sistema de conformidad con la reivindicación 1 u
8, caracterizado porque el selector externo recupera
polihidroxialcanoatos, polifosfato, minerales que contienen
fósforo inorgánico, o alginatos de la corriente residual de
5 biomasa (245).

11. El sistema de conformidad con la reivindicación 1,
caracterizado porque adicionalmente comprende: un
sedimentador (510) y un tanque de aireación (520), en donde
10 un selector biológico está configurado en un compartimiento
(530) localizado entre el sedimentador (510) y el tanque de
aireación (520), en donde el lodo sedimentado es reciclado
desde el sedimentador por medio de un tubo de drenaje (540)
ubicado en el fondo del tanque de aireación (520) y
15 suministrado al compartimiento (530) en donde se introduce
agua residual y desde el cual un licor mezclado es
distribuido a un tanque de lodo activado por medio de un tubo
de distribución.

20 12. El sistema de conformidad con la reivindicación 8,
caracterizado porque el selector externo (260) opera sobre la
corriente residual de biomasa (245) para promover un
gradiente del aceptor de electrones y sustrato para crear un
núcleo anaeróbico o anóxico que forma un ambiente de nicho
25 para organismos específicos.

13. El sistema de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque el selector externo (260) opera sobre la corriente residual de biomasa (245) para promover un
5 gradiente del aceptor de electrones y sustrato para permitir la transferencia de sustrato o metabolito próximo a través de ambientes de nicho.

14. El sistema de conformidad con la reivindicación 8,
10 caracterizado porque el selector externo (260) opera sobre la corriente residual de biomasa (245) para promover la recolección y eliminación de fósforo precipitado.

15. El sistema de conformidad con la reivindicación 8,
15 caracterizado porque la biomasa granular o densificada comprende organismos seleccionados para la eliminación de fósforo biológico, oxidantes de metano desnitrificantes, oxidación de azufre o sulfuro biológico, o metanogénesis.

20 16. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende:

un reactor biológico (140) que combina agua residual (105) y biomasa reciclada (265) y produce una biomasa granular o densificada que tiene un gradiente del sustrato y
25 aceptor de electrones para generar características

morfológicas de biomasa que favorezcan la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos; y

un selector externo (260) acoplado al reactor biológico (140) para recibir una corriente residual de biomasa (245) saliente del reactor biológico (140),

en donde el selector externo (260) separa la biomasa granular o densificada en la corriente residual de biomasa (245) y suministra la biomasa granular o densificada al reactor biológico (140), y

en donde el reactor biológico (140) recibe material en forma de partículas para sembrar la formación de gránulos que contienen biomasa que encapsulan el material en forma de partículas.

15

17. El sistema de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el material en forma de partículas comprende cenizas, algas, semillas de plantas, alginato, estruvita o sólidos de fosfato de calcio.

20

18. El sistema de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque la biomasa granular o densificada recolecta y elimina fósforo precipitado o polifosfato intracelular en el caso de organismos acumuladores de polifosfato.

25

19. El sistema de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el selector externo (10) opera sobre la biomasa granular o densificada para promover un gradiente del
5 aceptor de electrones y sustrato en la biomasa granular o densificada que crea un núcleo anaeróbico o anóxico que forma un ambiente de nicho para organismos específicos.

20. El sistema de conformidad con la reivindicación 19,
10 caracterizado porque el ambiente de nicho selecciona organismos para la eliminación de fósforo biológico, incluyendo organismos acumuladores de polifosfato aeróbicos y desnitrificantes, acumulación de glucógeno, oxidantes de metano anóxico desnitrificantes, oxidación de azufre o
15 sulfuro biológico desnitrificante, y metanogénesis.

21. El sistema de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque adicionalmente comprende un selector anaeróbico formal que mejora el rendimiento y la
20 confiabilidad de la eliminación de fósforo.

22. El sistema de conformidad con la reivindicación 19, caracterizado porque adicionalmente comprende un selector pre-anóxico que elimina fósforo, donde la biomasa granular
25 comprende una estructura de agregados que proporciona

resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos en el núcleo.

23. El sistema de conformidad con la reivindicación 16,
5 caracterizado porque el selector externo (10) recupera polihidroxialcanoatos, polifosfato, minerales que contienen fósforo inorgánico, o alginatos.

24. El sistema de conformidad con la reivindicación 16,
10 caracterizado porque adicionalmente comprende:

un sedimentador (510) que separa el lodo sedimentado en un licor mezclado; y

y un tanque de aireación (520) que proporciona aireación al licor mezclado,

15 en donde un selector biológico interno está configurado en un compartimiento (530) localizado entre el sedimentador (510) y el tanque de aireación (520) y el lodo sedimentado es reciclado desde el sedimentador (510) por medio de un tubo de drenaje (540) ubicado en el fondo del sedimentador (510) y
20 suministrado a un compartimiento anaeróbico (530) en donde el agua residual es introducida y desde el cual el licor mezclado es distribuido a un tanque de lodo activado por medio de un tubo de distribución.

25 25. El sistema de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque comprende:

un reactor biológico (140) que combina agua residual (105) y una biomasa reciclada (265) y entrega agregados de biomasa;

5 un selector gravimétrico externo (260) que recolecta y retiene agregados de biomasa desecha flóculos y filamentos; y un sedimentador (510) y un tanque de aireación (520),

en donde un selector biológico está configurado en un compartimiento (530) localizado entre el sedimentador (510) y el tanque de aireación (520), y

en donde el lodo sedimentado es reciclado desde el sedimentador (510) por medio de un tubo de drenaje (540) ubicado en el fondo del sedimentador (510) y suministrado al compartimiento (530) en donde se introduce agua residual y desde el cual el licor mezclado es distribuido a un tanque de lodo activado por medio de un tubo de distribución en el fondo del tanque de lodo activado.

26. Un método para el tratamiento de agua residual biológica que es realizado por el sistema de la reivindicación 1, el método caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y una biomasa reciclada (265) en un reactor biológico (140) para proporcionar una biomasa granular o densificada;

25 suministrar una corriente residual de biomasa (245) que

incluye la biomasa granular o densificada desde el reactor biológico (140) a un selector externo (260);

operar el selector externo (260) sobre la corriente residual de biomasa (245) para recolectar y retener agregados
5 de biomasa, donde los agregados de biomasa tienen un gradiente de concentración del sustrato y aceptor de electrones que genera características de biomasa morfológicas que favorecen la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos; y

10 operar el selector externo (260) para desechar filamentos y flóculos en la corriente residual de biomasa de salida (245).

27. El método de conformidad con la reivindicación 26,
15 caracterizado porque la operación del selector externo (260) comprende operar:

un selector gravimétrico (260) que comprende un hidrociclón, una centrífuga, o un dispositivo de sedimentación por gravedad externo, para separar agregados de
20 lodo en la corriente residual de biomasa (245), y para desechar filamentos y flóculos más ligeros en la corriente residual de biomasa (245); o

un selector de criba (10) para separar agregados de lodo no compresibles desde la corriente residual de biomasa (245),
25 y para desechar filamentos y flóculos compresibles en la

corriente residual de biomasa (245).

28. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado además porque comprende:

5 recolectar y eliminar fósforo precipitado o polifosfato intracelular en el caso de organismos acumuladores de polifosfato.

29. El método de conformidad con la reivindicación 26, 10 caracterizado porque adicionalmente comprende:

suministrar los agregados de biomasa desde el selector externo (260) al reactor biológico (140) para promover un gradiente del aceptor de electrones y sustrato en la biomasa granular para crear un núcleo anaeróbico o anóxico que forma 15 un ambiente de nicho para un organismo específico.

30. El método de conformidad con la reivindicación 29, caracterizado porque el organismo específico se selecciona para la eliminación de fósforo biológico, incluyendo 20 organismos acumuladores de polifosfato aeróbico y desnitrificantes, acumulación de glucógeno, oxidantes de metano anóxico desnitrificantes, oxidación de azufre o sulfuro biológico desnitrificante, y metanogénesis.

25 31. El método de conformidad con la reivindicación 26,

caracterizado porque adicionalmente comprende operar un selector anaeróbico para mejorar el rendimiento y la confiabilidad de la eliminación de fósforo.

5 32. El método de conformidad con la reivindicación 29, caracterizado porque adicionalmente comprende:

proporcionar una zona o selector pre-anóxico que elimina fósforo y genera una estructura de agregado en la biomasa granular o densificada, en donde la zona o selector pre-
10 anóxico proporciona resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos en el núcleo.

33. El método de conformidad con la reivindicación 26, que se realiza con adición complementaria de magnesio, calcio
15 o alcalinidad, el método caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y una biomasa reciclada (265) en un reactor biológico (140);

crear una biomasa granular o densificada en el reactor biológico (140);

20 suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo la biomasa granular o densificada, desde el reactor biológico (140) a un selector externo (260);

separar la biomasa granular o densificada de la corriente residual de biomasa (245) mediante la operación del
25 selector externo (260);

reciclar la biomasa granular o densificada separada desde el selector externo (260) al reactor biológico (140), donde la biomasa granular o densificada separada tiene un gradiente de concentración de substrato y aceptor de
5 electrones que genera características de biomasa morfológicas que favorecen la formación de gránulos con respecto a la formación de flóculos y filamentos;

separar fósforo precipitado en forma de estruvita o sólidos de fosfato de calcio a partir de sólidos digeridos
10 anaeróbicamente o de digestión en el reactor biológico (140);
y

desechar, mediante la operación del selector externo (260), filamentos y flóculos de la salida de corriente residual de biomasa (245).

15

34. El método de conformidad con la reivindicación 33, caracterizado porque la operación del selector externo (260) incluye operar:

un selector gravimétrico (260) que comprende un
20 hidrociclón, una centrífuga, o un dispositivo de sedimentación por gravedad externo, para separar agregados de lodo densos en la corriente residual de biomasa (245), y desechar filamentos y flóculos más ligeros en la corriente residual (245); o

25 un selector de criba (10) para separar agregados de lodo

no compresibles en la corriente residual de biomasa (245), y para desechar filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual de biomasa (245).

5 35. El método de conformidad con la reivindicación 26 o la reivindicación 33, caracterizado porque la separación de la biomasa granular o densificada comprende un proceso de selección gravimétrica externo que recupera polihidroxialcanoatos, polifosfato, minerales que contienen fósforo
10 inorgánico, o alginatos.

 36. El método de conformidad con la reivindicación 27, caracterizado porque operar el selector de criba externo (10) comprende promover la recolección y eliminación de fósforo
15 precipitado o polifosfato intracelular cuando están presentes organismos acumuladores de polifosfato.

 37. El método de conformidad con la reivindicación 27, caracterizado porque operar el selector de criba externo (10)
20 comprende promover un gradiente del aceptor de electrones y sustrato en la biomasa granular granular, y donde el método además comprende crear un núcleo anaeróbico o anóxico en la biomasa granular o densificada que forma un ambiente de nicho para organismos específicos.

38. El método de conformidad con la reivindicación 27, caracterizado porque además comprende:

seleccionar organismos para la eliminación de fósforo biológico, incluyendo organismos acumuladores de polifosfato
5 aeróbicos y desnitrificantes, acumulación de glucógeno, oxidantes de metano anóxico desnitrificantes, oxidación de azufre o sulfuro biológico desnitrificante, y metanogénesis.

39. El método de conformidad con la reivindicación 27,
10 caracterizado porque adicionalmente comprende operar un selector anaeróbico formal para mejorar el rendimiento y la confiabilidad de la eliminación de fósforo en el reactor biológico.

15 40. El método de conformidad con la reivindicación 37, caracterizado porque adicionalmente comprende: proporcionar resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos en el núcleo; y

operar un selector pre-anóxico que elimina fósforo,
20 en donde la biomasa granular o densificada comprende una estructura de agregados.

41. El método de conformidad con la reivindicación 27 o la reivindicación 34, caracterizado porque el selector de
25 criba externo (10) recupera polihidroxialcanoatos,

polifosfato, minerales que contienen fósforo inorgánico, o alginatos.

42. El método de conformidad con la reivindicación 26,
5 caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265)
en un reactor biológico (140) para proporcionar agregados de
biomasa que tienen un gradiente del sustrato y aceptor de
electrones para generar características morfológicas de
10 biomasa que favorezcan la formación de gránulos con respecto
a la formación de flóculos y filamentos;

suministrar los agregados de biomasa en una corriente
residual de biomasa (245) desde el reactor biológico (140) a
un selector gravimétrico externo (260);

15 operar el selector gravimétrico externo (260) en la
corriente residual de biomasa (245) para recolectar y retener
los agregados de biomasa en la corriente residual de biomasa
(245), y desechar filamentos y flóculos en la corriente
residual de biomasa;

20 reciclar los agregados de biomasa desde el selector
gravimétrico externo (260) al reactor biológico (140); y

promover un gradiente del aceptor de electrones y
sustrato en los gránulos para crear un núcleo anaeróbico o
anóxico que forma un ambiente de nicho para organismos
25 específicos.

43. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265)
5 en un reactor biológico (140) para proporcionar agregados de biomasa;

suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo los agregados de biomasa desde el reactor biológico (140) a un selector gravimétrico externo (260);

10 operar el selector gravimétrico externo (260) para recolectar y retener los agregados de biomasa, y desechar filamentos y flóculos en la corriente residual de biomasa (245);

reciclar los agregados de biomasa desde el selector
15 gravimétrico externo (260) al reactor biológico (140); y

proporcionar una resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos a un núcleo granular mediante un selector o zona pre-anóxica que logra la eliminación de fósforo y una estructura de agregados de los agregados de
20 biomasa.

44. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265)
25 en un reactor biológico (140) para proporcionar una biomasa

granular o densificada;

crear un núcleo anaeróbico o anóxico en la biomasa granular o densificada que forma un ambiente de nicho para un organismo específico;

5 suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo la biomasa granular o densificada, desde el reactor biológico (140) al selector de criba externo (10); y

operar el selector de criba externo (10) en la corriente residual de biomasa (245) para recolectar y retener agregados
10 de lodo en la corriente residual de biomasa (245) que favorecen la selección de gránulos no compresibles, y para desechar los filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual de biomasa,

donde la operación del selector de criba externo (10)
15 comprende promover un gradiente del sustrato y aceptor de electrones en la biomasa granular o densificada.

45. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado porque comprende:

20 combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265) en un reactor biológico (140) para proporcionar una biomasa granular o densificada;

seleccionar organismos para eliminación de fósforo biológico, incluyendo organismos acumuladores de polifosfato
25 aeróbico y desnitrificantes, acumulación de glucógeno,

oxidantes de metano anóxico desnitrificantes, oxidación de azufre o sulfuro biológico desnitrificante, y metanogénesis;

suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo la biomasa granular o densificada, desde el
5 reactor biológico (140) al selector de criba externo (10); y
operar el selector de criba externo (10) en la corriente residual de biomasa (245) para recolectar y retener agregados de lodo en la corriente residual de biomasa (245) que favorecen la selección de gránulos no compresibles, y para
10 desechar los filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual de biomasa.

46. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado porque comprende:

15 combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265) en un reactor biológico (140) para proporcionar una biomasa granular o densificada;

operar un selector anaeróbico para mejorar el rendimiento y la confiabilidad de la eliminación de fósforo
20 en el reactor biológico (140);

suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo la biomasa granular o densificada, desde el reactor biológico (140) al selector de criba externo (10); y
operar el selector de criba externo (10) en la corriente
25 residual de biomasa (245) para recolectar y retener agregados

de lodo fuera de la corriente residual de biomasa (245) que favorece la selección de gránulos no compresibles, y para desechar los filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual de biomasa (245).

5

47. El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado porque comprende:

combinar agua residual (105) y biomasa reciclada (265) en un reactor biológico (140) para proporcionar una biomasa
10 granular o densificada;

proporcionar resistencia a la transferencia de masa para la penetración de nitratos en un núcleo de la biomasa granular o densificada;

operar un selector pre-anóxico que elimina fósforo;

15 suministrar una corriente residual de biomasa (245), incluyendo la biomasa granular o densificada, desde el reactor biológico (140) al selector de criba externo (10); y

operar el selector de criba externo (10) en la corriente residual de biomasa (245) para recolectar y retener agregados
20 de lodo en la corriente residual de biomasa (245) que favorecen la selección de gránulos no compresibles, y para desechar los filamentos y flóculos compresibles en la corriente residual de biomasa (245),

en donde la biomasa granular o densificada comprende una
25 estructura de agregado.