

Plan de lección 29: Dimensionamiento de tanques de almacenamiento



50 minutos en total

Descripción de la lección



Esta es una lección opcional. En esta lección los participantes discutirán lo que ingresa en un tanque de almacenamiento. Aprenderán acerca de los factores que contribuyen al cálculo de tamaño de un tanque de almacenamiento y la información clave necesaria. Se trabajará un ejemplo con todo el grupo y las preguntas de práctica se pueden hacer individualmente.

Objetivos de aprendizaje



Cuando finalice esta sesión, los participantes serán capaces de:

1. Discutir la importancia del tamaño de un tanque de almacenamiento.
2. Determinar el tamaño de un tanque de almacenamiento.

Materiales

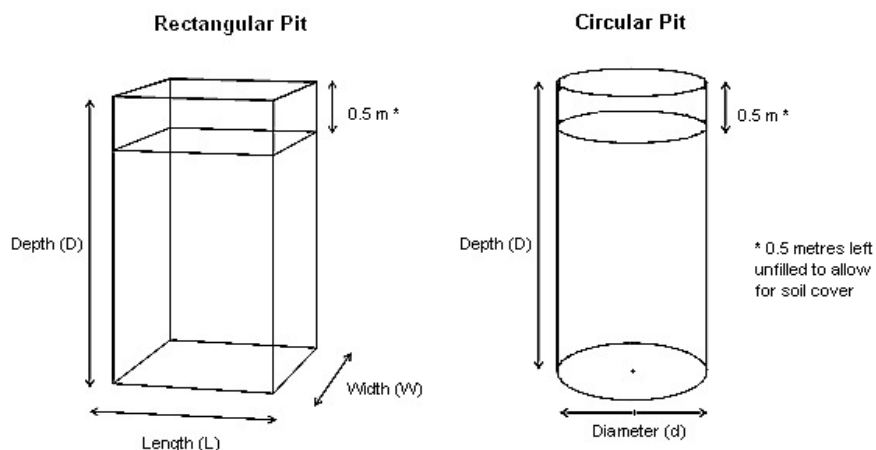


- Papel de rotafolio
- Cinta adhesiva
- Marcadores
- Lapiceros
- Gomas de borrar
- Calculadoras (opcional, los participantes también pueden usar sus celulares)

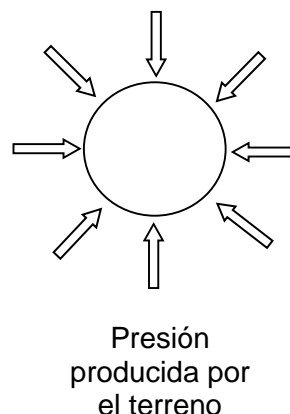
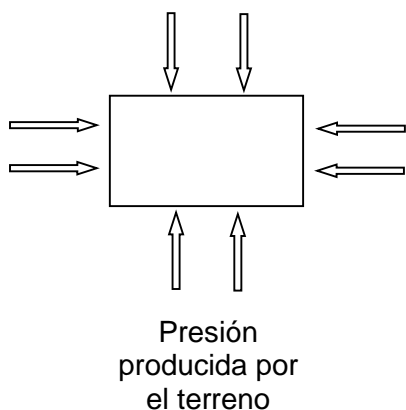
Preparación



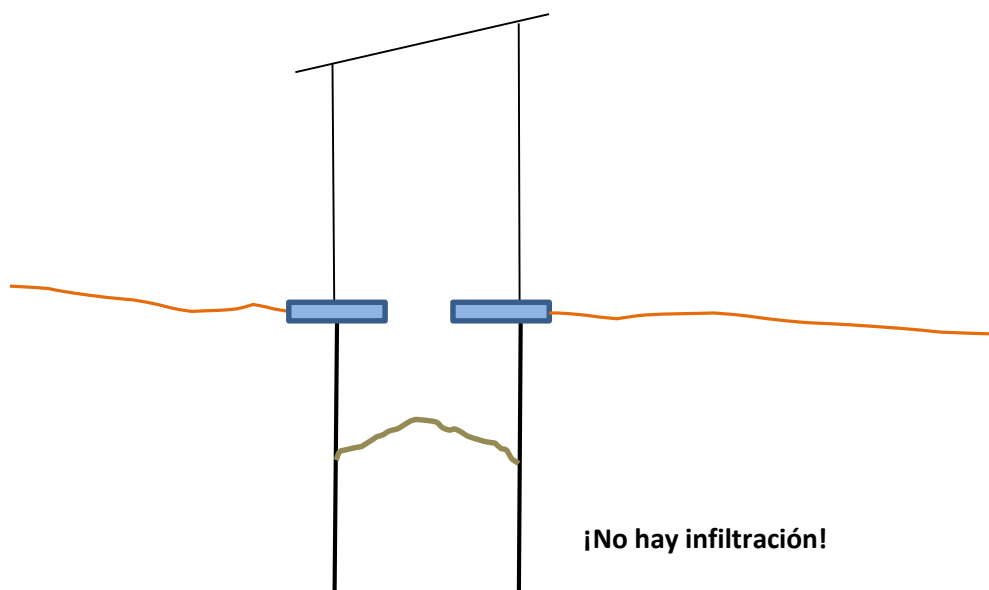
- Repase el tema en el Resumen técnico: Dimensionamiento de tanques de almacenamiento
- Repase y practique los cálculos para los tamaños de tanques de almacenamiento usando fórmulas
- Escriba el título “*Información clave*” en un papel de rotafolio
- Opcional: escriba los objetivos de aprendizaje en un papel de rotafolio
- Opcional: dibuje los siguientes diagramas de fosas en papeles de rotafolio:



- Opcional: dibuje el siguiente diagrama en un papel de rotafolio:



- Dibuje un diagrama de letrina en un papel de rotafolio:



Introducción

5 minutos



1. En parejas, pida a los participantes que discutan "¿Por qué es importante averiguar el tamaño de un tanque de almacenamiento?" Comparta algunas respuestas con el grupo completo.
 - Para saber cuán grande hacer el tanque
 - Para saber cada cuánto será necesario vaciarlo
 - Para saber cuán grande hacer la losa
 - Para saber cuánto espacio necesitará
2. Presente la descripción de la lección o los objetivos de aprendizaje.

Factores que afectan el tamaño de los tanques de almacenamiento**20 minutos**

1. Explique a los participantes que esta lección es para calcular el tamaño de los tanques de almacenamiento para letrinas, que son fosas o tanques completamente revestidos sin salida ni infiltración. Estos cálculos no se aplican al dimensionamiento de letrinas con revestimientos permeables o sin revestimiento, cámaras de letrina, fosa séptica o cualquier otro tipo de letrina.



2. Diga a los participantes que hay cinco los datos clave necesarios para calcular el tamaño del tanque de almacenamiento. Pregunte a los participantes “¿Qué información necesitan para calcular cuán grande debe ser el tanque de almacenamiento?” Escriba la siguiente lista en el rotafolio “*Información clave*”.

- *Número de usuarios (N)*
- *Vida útil esperada (v) (o cada cuánto se vaciará)*
- *Dimensiones del tanque de almacenamiento - Largo (L), Ancho (A), Diámetro (D):*
- *Profundidad del tanque de almacenamiento (P)*
- *Tasa de acumulación de lodos (T)*

3. Explique el número de usuarios (N).

- *El número de personas que usa la letrina periódicamente afectará la velocidad con la que se llena el tanque de almacenamiento. En general, es la cantidad de personas que hay en el hogar.*

4. Explique la vida útil esperada (v).

- *Cuánto quiere que dure el tanque de almacenamiento. Los tanques de almacenamiento suelen llenarse muy rápido y es necesario vaciarlos con frecuencia.*

5. Explique las dimensiones del tanque usando los diagramas de tanques rectangulares y circulares.

- *Los tanques generalmente se hacen cuadrados, rectangulares o redondos.*



6. Pregunte a los participantes “¿Qué forma de tanque es más resistente y por qué?” Use los diagramas en el rotafolio como ayuda para explicar.

- *Los tanques circulares tienen menos posibilidades de derrumbarse a mayor profundidad (más de 1,5 metros) porque la presión del suelo circundante se reparte de manera pareja.*
- *Los tanques cuadrados o rectangulares tienden a derrumbarse más a menudo a mayor profundidad porque la presión se ejerce sobre los cuatro muros. Eso hace que sean las esquinas las que absorben la tensión. Pero es más fácil excavar un tanque rectangular.*



7. Explique la profundidad del tanque (P) usando los diagramas de tanques circulares del rotafolio.

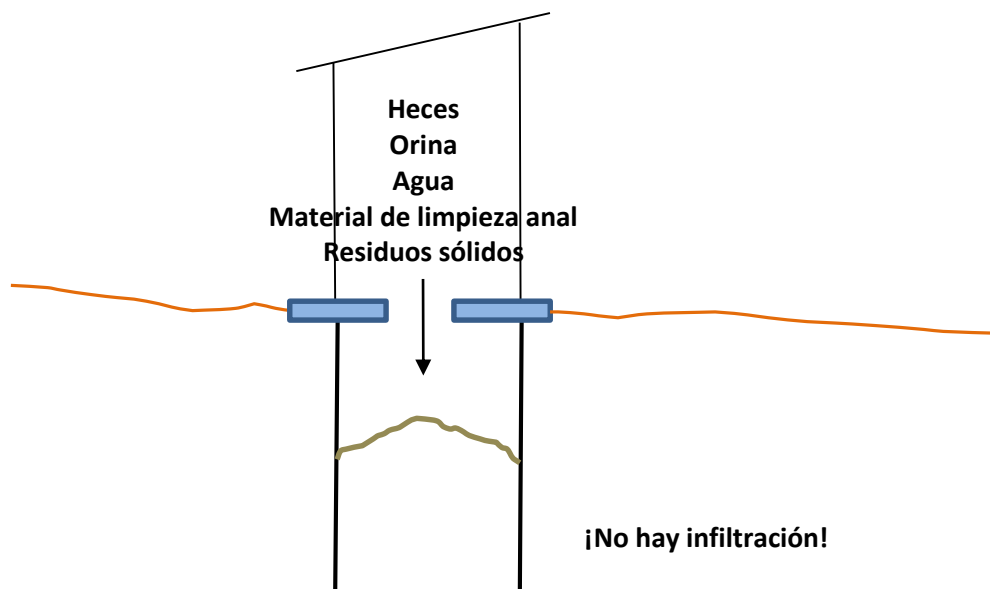
- *La profundidad del tanque dependerá de las condiciones del suelo, el costo del revestimiento y el método de vaciado. El nivel del agua subterránea no tiene un*

impacto sobre la profundidad de los tanques de almacenamiento pues son completamente impermeables.

- *La profundidad del tanque incluye 0,5 metros adicionales que se dejan sin revestir en la parte superior. Esto garantiza que haya un espacio de separación para garantizar para evitar que los excrementos se acerquen demasiado a los usuarios (así no pueden ver los excrementos, no temen entrar en contacto con ellos y se evitan las salpicaduras).*



8. Muestre a los participantes el diagrama de letrina en el rotafolio. Pregunte a los participantes qué ingresa en el tanque de almacenamiento y escriba cada material en el rotafolio.



9. Explique la tasa de acumulación de lodos (T), o tasa de llenado, usando el diagrama de letrina del rotafolio.

- *La tasa de acumulación de lodo se refiere a la velocidad con la que el lodo se acumula en el tanque con el paso del tiempo. La unidad de medida usada generalmente es litros/persona/año. Dado que los tanques de almacenamiento se llenan rápidamente, debería usar litros/persona/día, que calcula la vida útil del tanque en días.*
- *Ya que no hay infiltración y, en general, no hay tiempo suficiente para que haya mucha degradación biológica, los lodos se acumulan a la tasa en que ingresa a la letrina (volumen entrante = volumen saliente). En este caso, para calcular la tasa de acumulación de lodos, simplemente sume todo lo que ingresa al tanque de almacenamiento.*



10. Utilizando el diagrama de letrinas, pida a los participantes que adivinen qué cantidad piensan que ingresa al tanque por día, por persona. Una vez que las personas hayan adivinado, escriba los números a continuación en el rotafolio al lado de la palabra correspondiente.

Materiales	Rango (por persona por día)	Promedio (por persona por día)
Heces	0,12 – 0,40 L	0,26 L
Orina	0,6 – 1,5 L	1,05 L
Agua de descarga	2–3 L por descarga para un inodoro de descarga manual 4–25 L por descarga para un inodoro de tanque 2–3 descargas por día = 4–9 L para inodoro de descarga hidráulica = 8–75 L para inodoro de tanque	6,25 L para inodoro de descarga manual 41,5 L para inodoro de tanque
Agua de limpieza anal	1–2 L por uso 2–3 usos por día = 2–6 L	4 L
Papel higiénico	24 g (0,024 L)	24 g (0,024 L)
Residuos sólidos	Si se tiran en el tanque de almacenamiento, agregar 5-10% extra al volumen	Si se tiran en el tanque de almacenamiento, agregar 5-10% extra al volumen



11. Explique que el dimensionamiento de las fosas, los tanques y las cámaras para letrinas es una ciencia incierta. Hay muchos factores que afectan la velocidad a la cual se acumulan los lodos en la letrina y no siempre se puede calcular de antemano con precisión. Pregunte a los participantes “¿Por qué puede ser necesario vaciar los tanques de almacenamiento con más o menos frecuencia de lo calculado?”

- *El número de personas que usan una fosa puede fluctuar durante la semana y con los años.*
- *El volumen de cada persona contribuye a que la fosa se vea afectada por la edad, la dieta, sin importar si la persona está fuera de casa durante el día y una variedad de otros factores*
- *Las prácticas de descarga pueden variar; algunas personas pueden usar más o menos agua, es posible que algunas personas descarguen solo después de defecar o después de defecar y/o orinar.*
- *Es difícil predecir cuánto material de limpieza anal usarán las personas y el efecto que tendrá en el volumen de los lodos.*
- *Es difícil predecir cuántos desechos sólidos colocarán las personas en la letrina. Sin embargo, la educación de los usuarios y un programa de recolección de residuos sólidos pueden reducir la cantidad de residuos sólidos que se colocan en una letrina.*
- *La actividad biológica influye mucho en la reducción del volumen de los lodos en una fosa con el tiempo. Estos procesos no se comprenden o cuantifican bien.*
- *Si los tanques de almacenamiento no están bien contruidos, podrían:*
 - *Perder (infiltrar) líquido en el terreno circundante, lo cual puede hacer que el tanque de almacenamiento se llene más lentamente.*
 - *Incorporar agua de lluvia, agua de superficie o subterránea al tanque de almacenamiento, lo cual hará que se llene más rápido.*



12. Explique que usar la experiencia local es una buena forma de calcular la vida útil o la tasa de llenado de las letrinas. Pregunte a los participantes “¿Cuándo *no* sería apropiado comparar la vida útil o las tasas de llenado de las letrinas?”

- *La letrina propuesta es de otro tipo (p. ej., un tanque de almacenamiento no se puede comparar con una fosa sin revestimiento).*
- *La situación de los usuarios es muy diferente (p. ej., 15 usuarios en lugar de 4 o usuarios desplazados durante una emergencia en lugar de pobladores establecidos).*
- *Las condiciones ambientales son muy diferentes (p. ej., el suelo es arcilloso en lugar de arenoso).*

Dimensionamiento de tanques de almacenamiento usando fórmulas

20 minutos

Asegúrese de comprender completamente las fórmulas y cómo funcionan juntas antes de enseñar esta lección. Calcular el tamaño de tanques de almacenamiento con fórmulas requiere una amplia comprensión de las matemáticas.



1. Explique que para calcular el tamaño de un tanque de almacenamiento, puede calcular el tamaño del tanque (si sabe con qué frecuencia se vaciará) o calcula cuánto tiempo demorará en llenarse (si sabe el tamaño).

2. Explique a los participantes que ahora calcularán el tamaño de un tanque de almacenamiento. Diga a los participantes que todos ustedes harán un problema juntos. Remita a los participantes al Resumen técnico: Dimensionamiento de tanques de almacenamiento



3. Diga a los participantes que echen un vistazo a la pregunta de práctica 1. Explíqueles que van a construir un tanque de almacenamiento para 6 usuarios. El tanque de almacenamiento es un tanque de plástico con un volumen de 2 m³ (o 2.000 L). Las dimensiones del tanque son 1 m de ancho, 1 m de largo y 2 m de profundidad. El inodoro de descarga hidráulica usa 2,5 litros por descarga. Las personas usan agua para la limpieza anal. Hay un buen programa de recolección de residuos sólidos para que no se tire ningún residuo sólido en el tanque de almacenamiento. ¿Con qué frecuencia debe vaciarse el tanque usando un camión de succión?

4. Pida a los participantes que miren el diagrama en el rotafolio y le digan cuánta cantidad de cada material ingresa en el tanque por persona por día. Use los valores promedio. Escriba los valores en un rotafolio.

- *Heces: el promedio de 0,12–0,40 es 0,26 litros de heces por persona por día.*
- *Orina: el promedio de 0,6–1,5 es 1,05 litros de orina por persona por día.*
- *Agua de descarga: explique que el inodoro de descarga hidráulica usa 2,5 L de agua por descarga. Cada usuario descarga 2–3 veces por día, con un promedio de 6,25 L por persona por día.*
- *Material de limpieza anal: las personas usan un mínimo de 4 L por persona por día.*
- *Residuos sólidos: hay un programa de recolección muy bueno para que no se tiren residuos sólidos en la letrina.*

5. Añada todas las tasas de llenado (L/día) de materiales para averiguar cuánto ingresa al tanque por día por persona.
 - $0,26 \text{ L/persona/día [heces]} + 1,05 \text{ L/persona/día [orina]} + 6,25 \text{ L/persona/día [descarga]} + 4 \text{ L/persona/día [limpieza anal]} = 11,56 \text{ L por persona por día}$
6. Diga a los participantes que miren la sección Resumen de fórmulas del resumen técnico. Pregunte a los participantes “¿Qué fórmula se debe usar para averiguar cada cuánto se debe vaciar al tanque?”
7. Escriba la fórmula de la vida útil en un papel de rotafolio.

$$v = \frac{(V - 0.5 \times a) \times 1000}{N \times T}$$

8. Explique a los participantes que recién calcularon la tasa de acumulación de lodos que está representada por el símbolo T. Pregunte a los participantes “¿Qué valores tenemos y cuáles faltan?”
 - *Tenemos el valor de acumulación de lodos, T: 11,56 L/persona/día*
 - *Tenemos el número de usuarios, N: 6 usuarios.*
 - *Tenemos el volumen, V: 2 m³, que es lo mismo que 2.000 L.*
 - *No tenemos el área (a).*
9. Pregunte a los participantes “¿Cómo pueden calcular el área del tanque?”
10. Escriba la fórmula del área para un rectángulo en un papel de rotafolio.

$$a = L \times A$$

11. Pregunte a los participantes “¿Cuál es la longitud y el ancho del tanque?”

- *La longitud del tanque es de 1 m de largo.*
- *El ancho del tanque es de 1 m de largo.*

12. Calcule el área al multiplicar 1 por 1. El área es de 1 m².

$$a = L \times A = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

13. Calcule la vida útil del tanque al completar la fórmula de la vida útil. Escriba los diferentes pasos del cálculo en un papel de rotafolio. Recuerde a los participantes que es importante usar las unidades correctas para cada valor.

$$v = \frac{(2 - 0,5 \times 1) \times 1000}{6 \times 11,56} = \frac{1,5 \times 1000}{69} = 21,7$$

14. Pregunte a los participantes “¿Cuánto demorará en llenarse el tanque?”

- *22 días*

15. Pregunte a los participantes que puede implicar para el hogar que se vacíe el tanque con tanta frecuencia.

- *Debe organizar para que un servicio de vaciado vaya a vaciar la letrina cada vez que lo necesite*
- *Debe pagar el vaciado, ¡se vuelve caro!*
- *Debe lidiar frecuentemente con las molestias, el olor y los posibles problemas de salud y seguridad que conlleva el vaciado de la letrina*

16. Pregunte a los participantes “¿Cuáles son los beneficios de tener un tanque de almacenamiento? ¿Vale la pena?”

- *No hay contaminación subterránea*

17. Deje a los participantes que discutan si vale la pena el gasto y las molestias de hacer vaciar el tanque frecuentemente para prevenir la contaminación subterránea.

18. Opcional: los participantes pueden trabajar en los problemas de práctica restantes individualmente o en grupos de 2 o 3 personas. Es posible que quiera mezclar los grupos para que los participantes se sienten más cómodos con la matemática estén con los que se sienten menos cómodos. Es posible que quiera escoger una de las preguntas de ejemplo a continuación o usarlas todas.



19. Recuerde a los participantes que los cálculos son solamente cálculos aproximados y que el tanque de almacenamiento puede de hecho llenarse a una tasa ligeramente diferente. De ser posible, se deben conseguir cifras locales más precisas.



20. Opcional: haga una o dos preguntas de práctica de nuevo con todo el grupo pero cambie una de las variables para ver cuánta diferencia hace en la respuesta. Por ejemplo:

- a. Haga la pregunta de práctica 1 de nuevo con una tasa de heces diferente. En lugar de usar un valor promedio de 0,26 L por persona por día, use 0,4 L. Luego vuelva a hacer el cálculo con un volumen de descarga de agua diferente. En lugar de usar (2,5 L x 2,5 veces por día), use (3 L x 5 veces por día). Esto

demuestra que con el volumen de descarga de agua, el volumen de las heces tiene poco impacto en cada cuánto se debe vaciar el tanque.

- b. Vuelva a hacer la pregunta de práctica 2 con una tasa de heces diferente (use 0,4 L en lugar del valor promedio 0,26 L). Esto demuestra que en una letrina seca, el volumen de heces puede tener un impacto en cada cuánto se debe vaciar la letrina.

Repaso**5 minutos**

1. En parejas, pida a los participantes que discutan si piensan que usar tanques de almacenamiento es una buena idea. ¿Por qué o por qué no? Diga a los participantes que tendrán 3 minutos para debatir.
2. Como grupo grande, pida a los participantes que levanten la mano si piensan que los tanques de almacenamiento son una buena idea. Luego pida a aquellos participantes que no piensan que los tanques de almacenamiento son una buena idea que levanten la mano. Pregunte a los participantes “¿Hay alguien que aún no haya levantado la mano? ¿Por qué no?”
 - *Puede depender del contexto, por ejemplo: si el agua subterránea debe estar protegida, si hay alguna otra opción de letrina apropiada, el tamaño y la vida útil necesaria del tanque de almacenamiento, si hay un servicio de vaciado disponible.*

Reflexiones sobre la lección

Diseño y construcción de letrinas

Dimensionamiento de tanques de almacenamiento

