



**Instituto
Nacional de
Aprendizaje**

Cálculo del volumen de almacenamiento

Ing. Jaime Arrieta Quesada.
jarrietaquesada@ina.ac.cr



Instituto
Nacional de
Aprendizaje

Cálculo del volumen de almacenamiento

- Depende de:
- Propósito del reservorio: riego o abrevadero.
- Período de almacenamiento requerido: meses, días
- Fuente de agua: lluvia, escorrentía, otras.
- Topografía de la finca.
- Capital disponible.

Reservorios para agua de riego.

- Tomar en cuenta:
- Área a regar (m^2).
- Necesidades de riego (mm/ciclo de cultivo).
- Número de días que requerimos riego.
- Manejo previsto del riego: auxilio o todo el ciclo.

Factores que afectan las necesidades de riego.

- Clima.
- Ubicación geográfica de la finca.
- Especie cultivada.
- Fecha de siembra.
- Área a regar.
- Prácticas de cultivo.

Necesidades de riego.

- Calcularlas usando la metodología oficial para Costa Rica, publicada en el diario oficial La Gaceta del 20 de mayo del 2004.

Necesidades de riego.

- Algunos investigadores indican que los valores resultantes con la metodología oficial son mayores que los reales.
- Queda a criterio del usuario usarlos así, calcular las necesidades por otros métodos o ajustar la duración del riego.

Proceso de Cálculo de necesidades de riego.

1- Calcular la evapotranspiración potencial (Eto).

- $Eto = (2120 - 0.294 \times h) / 360$
- Eto = evapotranspiración potencial (mm).
- h = altura del lugar de cultivo (msnm).
- La tabla siguiente muestra los valores de Eto para varias elevaciones.

Valores de Eto para varias elevaciones.

Elevación (msnm)	Evapotranspiración potencial (mm)
0	5.889
250	5.685
500	5.481
750	5.276
1000	5.072
1250	4.868
1500	4.664
1750	4.46
2000	4.255
2250	4.051
2500	3.847
2750	3.643
3000	3.439

Fuente: Elaboración propia

Proceso de Cálculo de necesidades de riego.

2- Calcular el uso consuntivo (U_c).

- $U_c = K \times E_{to}$
- U_c = uso consuntivo (mm/día).
- K = coeficiente de cultivo.
- E_{to} = evapotranspiración potencial (mm).
- La tabla siguiente contiene valores de K para algunos cultivos.

Coeficientes K para varios cultivos.

Aguacate	0,53	Melón	0,70
Café	0,75	Papa	0,70
Cítricos	0,60	Pastos	0,80
Chayote	0,60	Hortalizas	0,70
Flores	0,70	Tomate	0,70
Frijol	0,65	Frutales	1,00
Maíz	0,70	Cebolla	0,90
Sandía	0,70	Tubérculos	0,70

- Fuente: Manual Técnico MINAE 2004.

Volumen de agua requerido.

- Conociendo el uso consuntivo (mm/día).
- Duración del ciclo de cultivo (en días).
- Área a regar (m²).
- Sabiendo que: 1 mm = 1 litro/m².
- Calculamos el volumen de almacenamiento necesario.

Cálculo del volumen del reservorio.

- El volumen de un reservorio se puede calcular con la fórmula del volumen de una pirámide truncada:
- $V = \frac{h}{3} (A1 + A2 + \sqrt{(A1 \times A2)})$
- V = volumen del reservorio (m^3).
- h = profundidad del reservorio (m).
- $A1$ = área menor del reservorio (largo x ancho).
- $A2$ = área mayor del reservorio (largo x ancho).

Cálculo del volumen del reservorio.

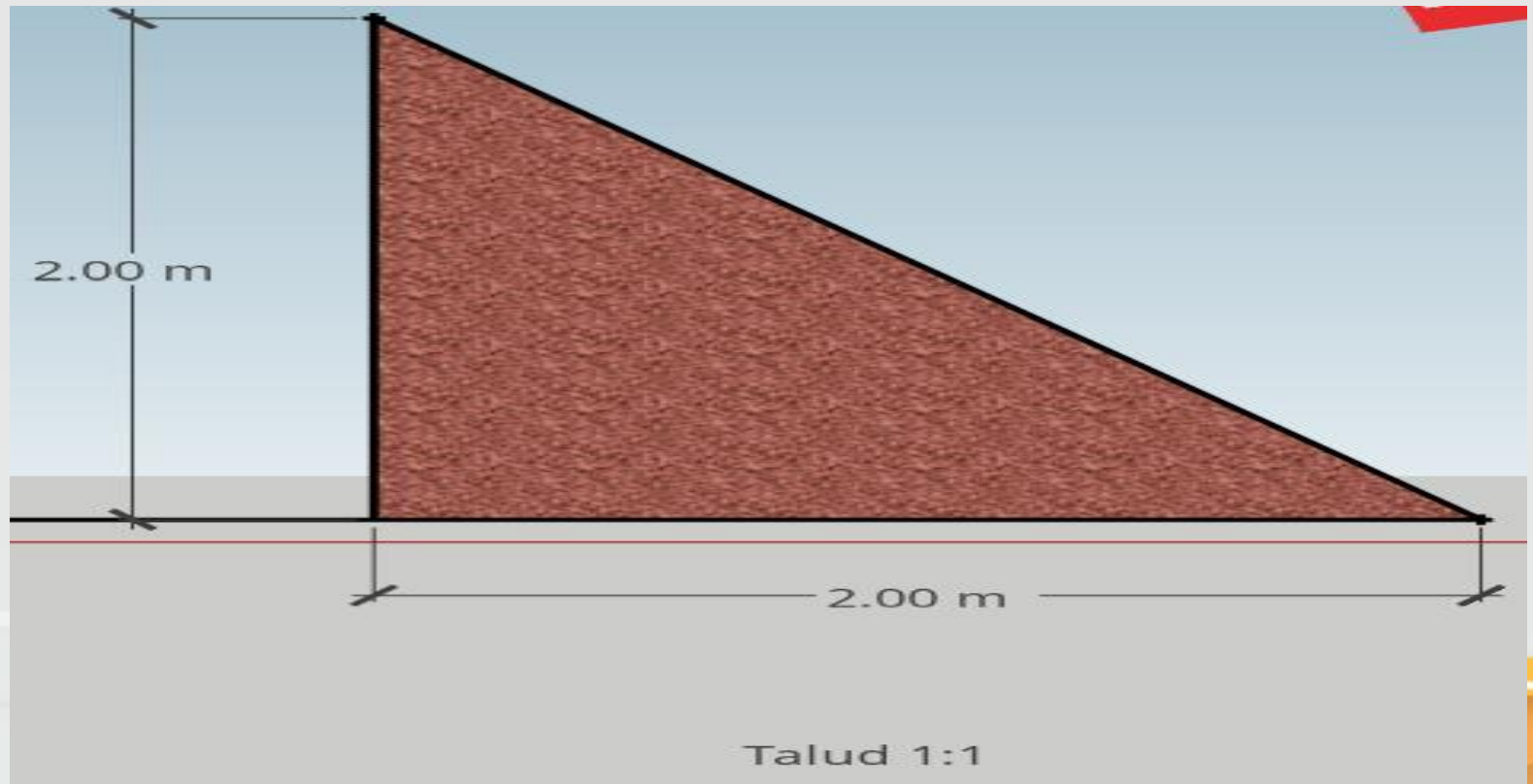
- Los valores de A_1 y A_2 son diferentes debido al talud de las paredes.
- Talud: adecuado para que las paredes no se derrumben.
- Talud: depende de la textura del suelo.

Taludes recomendados para varios suelos.

Textura del suelo	Talud (horizontal : vertical)
Arcillas compactas	1 : 1
Limos arcillosos	1,5 : 1
Limos arenosos	2 : 1
Arenas sueltas	3 : 1

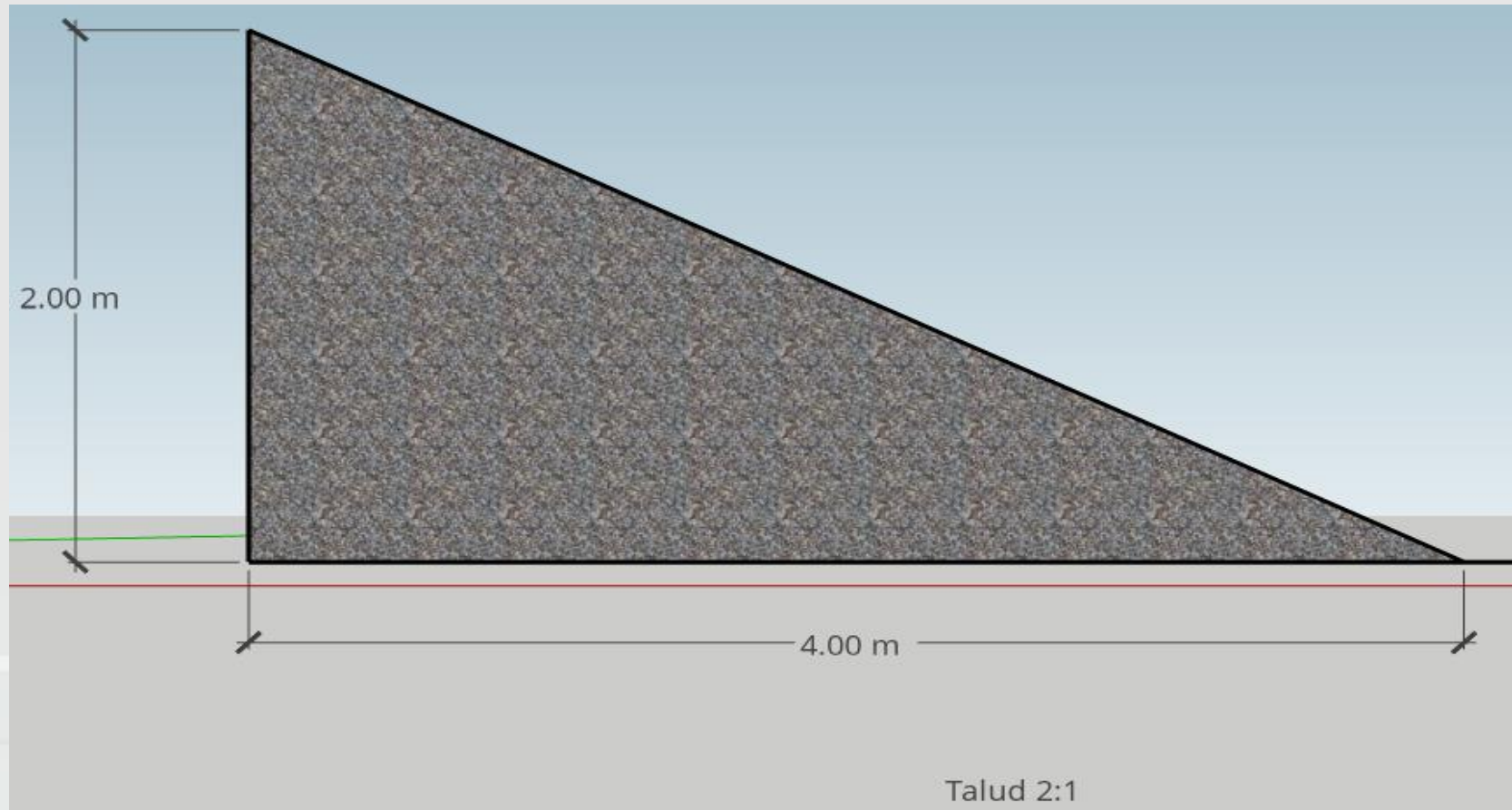
Fuente: Villón B. Máximo, Manual de Hidráulica, ITCR 1990.

Ejemplo de talud 1 : 1



- Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de talud 2 : 1



- Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de algunos reservorios.

Material	Profundidad (m)	Talud	Base (m x m)	Boca (m x m)	Volumen (m ³)
Plástico 500 micras, 8 m de ancho.	1.5	1:1	2 x 21	5 x 24	116
Polietileno 7 m ancho.	1.5	1:1	1.5 x 21	4.5 x 24	99
Polietileno.	2.0	1:1	6 x 6	10 x 10	130
Polietileno.	2.0	1:1	6 x 11	10 x 15	210

- Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de algunos reservorios.

Material	Profundidad (m)	Talud	Base (m x m)	Boca (m x m)	Volumen (m ³)
Polietileno	2.0	1:1	6 x 16	10 x 20	289
Polietileno	2.0	1:1	11 x 16	15 x 20	470
Polietileno	2.0	1:1	16 x 21	20 x 25	830
Polietileno	2.0	1:1	16 x 26	20 x 30	1010
Polietileno	2.0	1:1	21 x 26	25 x 30	1290

- Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de algunos reservorios.

Material	Profundidad (m)	Talud	Base (m x m)	Boca (m x m)	Volumen (m ³)
Polietileno	2.0	1:1	16 x 16	20 x 20	650
Polietileno	2.0	1:1	26 x 26	30 x 30	1570
Polietileno	2.0	1:1	26 x 31	30 x 35	1850
Polietileno	2.0	1:1	31 x 36	35 x 40	2510
Polietileno	2.5	1:1	10 x 15	15 x 20	551
Polietileno	2.5	1:1	15 x 20	20 x 25	989

- Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de algunos reservorios.

Material	Profundidad (m)	Talud	Base (m x m)	Boca (m x m)	Volumen (m ³)
Polietileno	2.5	1:1	20 x 25	25 x 30	1552
Polietileno	2.5	1:1	25 x 30	30 x 35	2239
Polietileno	2.5	1:1	30 x 35	35 x 40	3052
Polietileno	2.5	1:1	35 x 35	40 x 40	3520

- Fuente: Elaboración propia.

Volumen de almacenamiento para ganadería.

- Tipo de ganado: bovino, caballar, ovino, caprino, cerdos, aves de corral.
- Edad.
- Peso.
- Número de animales en cada grupo.
- Número de días que requerimos agua.

Necesidades de agua en ganadería.

Especie	Consumo (l/día)
Vaca adulta seca	57
Vaca reproductora	80-130
Lechones 1 Kg	0,5
Cerdos en crecimiento (13,6 Kg)	2-6
Cerdos última etapa (54,5 Kg)	6-8
Cerdos finalización (100 Kg)	8-12
Pollos 1,3 Kg	1,6
Gallinas 1,3 Kg	3,3
Gallinas 2,2 Kg	5,5

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.

Consideraciones para el llenado del reservorio.

- Distribución de la precipitación de la zona.
- Numero de días con lluvia.
- Área efectiva de captación de lluvia (si se capta de techos).

Consideraciones para el llenado del reservorio.

- Fecha de construcción y fecha en que inicia el llenado.
- Construirlo con suficiente antelación, para llenarlo con las lluvias del segundo semestre del año.

Precipitación media mensual en algunas localidades (mm).

Localidad	Mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Alajuela	7.5	14.9	18.3	72.7	300.6	211.6	148.9	236.2	328.4	323.2	164.8	39.3
Cartago	80.6	44	29.4	43.2	28.1	17.4	140.4	158.7	220.8	233.2	157.6	91.7
Los Chiles	90.7	39.3	29.2	37.3	170.8	230.7	268.6	221.7	193.9	209.7	167.8	136.1
Nicoya	1	8.1	7.8	34.3	249.1	259.1	168.3	234.4	366.7	403.9	115.6	7.9
Orotina	3.8	18.8	23	87.6	301.1	231	210.5	220.7	308.8	355.4	134	22.8
Puntarenas	5.4	2.3	2.9	29.9	233.6	177.2	106.1	167	238.1	318.4	73.7	18.6
San Carlos	395	135.1	63	132.7	354.4	379.3	420.2	364.2	383.9	336.4	511.4	432.6

• Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, IMN.2010



Instituto
Nacional de
Aprendizaje

Ejemplo de período de llenado.

- Localidad: Nicoya.
- Área de techo disponible: 200 m².
- Volumen del reservorio a llenar: 200 m³.
- Fecha de construcción: julio.

Ejemplo de período de llenado.

- Eficiencia de captación: 90%.
- Se empieza a llenar en agosto.
- No se considera la lluvia que cae sobre el reservorio.

Ejemplo de período de llenado.

- Entonces tenemos:
- Precipitación de meses agosto, setiembre, octubre, noviembre: $(234,4 + 366,7 + 403,9 + 115,6)$ mm.
- Precipitación total: 1120,6 mm
- Recordar que $1 \text{ mm} = 1 \text{ litro/m}^2$.

Ejemplo de período de llenado.

- Lluvia captada = precipitación x área de techo x eficiencia de captación.
- Lluvia captada = 1120,6 mm x 200 m² x 0,90
- Lluvia captada = 201,708 litros = 201,71 m³

Observaciones.

- Techos: deben contar con canoas y bajantes de capacidad adecuada para la zona y el área de techo.
- Conducción desde el techo hacia el reservorio: debe diseñarse de manera adecuada (diámetro de tubería o tamaño de zanja si es abierta).

Observaciones

- Entrada del agua al reservorio: debe ser protegida para evitar dañar los taludes.
- Instalar el vertedor de desfogue antes de llenar el reservorio, éste debe diseñarse previamente y tener salida protegida.

Capacidad de canoas AMANCO

Gradiente (%)	Caudal máximo (l/s) Colonial y española.	Caudal máximo (l/s) Alto caudal
0,2	3,30	7,24
0,5	5,22	11,45
1,0	7,39	16,19

Fuente: AMANCO, s.f.

Caudales máximos permisibles en bajantes pluviales.

Diámetro mm (pulgadas).	Caudal máximo (l/s).
50 (2)	0,90
75 (3)	2,50
100 (4)	5,10
Rectangular 60 x 101	3,75

- Fuente: Código de instalaciones mecánicas, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Numero de bajantes requeridos.

Área de techo (m ²)	Bajante 50 mm	Bajante 75 mm	Bajante 100 mm	Rectangular 60 x 101
10	1	1	1	1
50	3	1	1	1
100	5	2	1	2
160	8	3	2	3
200	10	4	2	3
300	12	5	3	4
500	25	9	5	7

- Fuente: AMANCO. S. f.

Llenado con aguas de escorrentía.

- Tramitar la concesión respectiva.
- Diseñar obras de toma y desarenador.
- Construir desarenador para remover sedimentos antes de llevar el agua al reservorio.

Desarenador con obra de regulación.



Fuente: SENARA, s.f.