

Prova di singoli contenitori

(rif. On B2503:2009 6.5.5):

Per la prova di singoli contenitori (p. es. vasche di stoccaggio, strutture di sollevamento, strutture speciali, fosse di abbassamento, vasche di depurazione, piccoli depuratori, separatori di olio, separatori di grasso) valgono univocamente per tutti i materiali e per tutte le dimensioni i seguenti requisiti:

Riempire il contenitore fino al livello massimo di funzionamento. In casi speciali il committente deve prestabilire l'altezza del riempimento di acqua. Al momento della prova devono essere stati già montati tutti i componenti, come ad esempio ausili di risalita, raccordi di tubi, sostegni (piloni di sostegno).

Tutti gli strumenti di misura utilizzati devono essere calibrati e tarati.

L'altezza di riempimento h [m] deve essere misurata sul fondo del contenitore all'inizio e alla fine della prova in kPa, con una precisione di ± 5 kPa e trasmessa automaticamente nel rapporto di prova.

La determinazione della perdita di acqua avviene misurando la variazione effettiva del livello Δh_{eff} .

L'evaporazione dell'acqua utilizzata come mezzo di prova e una eventuale precipitazione durante il periodo della prova vanno tenute in considerazione e documentate nel rapporto di prova.

La perdita specifica ammessa di acqua Δl inizialmente è di $0,20 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ con 0 m^2 di superficie interna umettata e decresce in modo lineare fino a 400 m^2 di superficie interna umettata a $0,05 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ (vedere fig. 3).

La perdita specifica ammessa di acqua Δl [$\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$] è prestabilita (vedere fig. 3).

Da questo valore si deve calcolare la perdita totale ammessa (massima) di acqua Δl_b [m^3/h].

A tal fine si deve considerare la superficie interna umettata A_b in [m^2].

Da questo valore è possibile calcolare la variazione ammissibile del livello Δh_{max} [m/h].

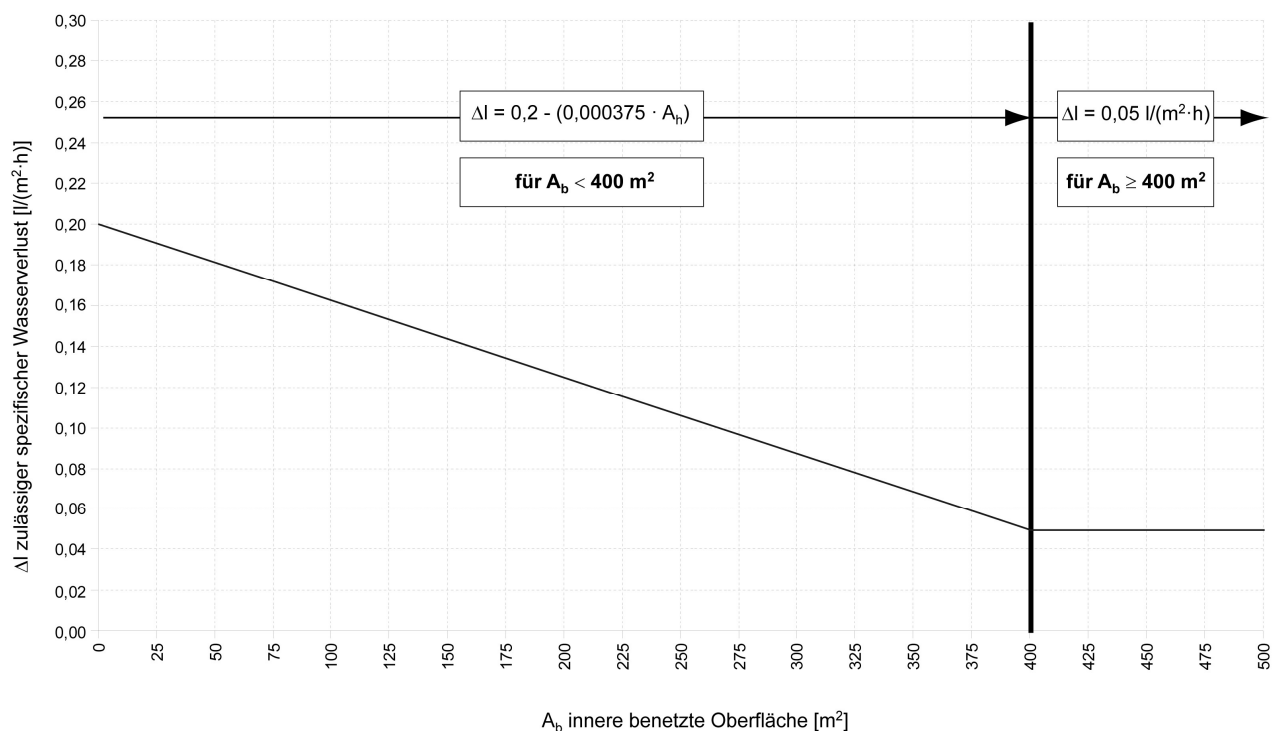


Fig. 3 - Rappresentazione della perdita di acqua specifica ammessa

L'effettiva perdita di acqua $\Delta l_{b\text{ eff.}}$ deve essere rilevata nel tempo di prova t misurando la variazione effettiva del livello $\Delta h_{\text{eff.}}$ in combinazione con A_w .

La perdita effettiva di acqua, nel periodo di prova, non deve superare la perdita totale ammessa di acqua.

Se la perdita di acqua effettiva è minore o uguale alla perdita di acqua totale ammessa (massima), il contenitore viene considerato "a tenuta" secondo la presente ÖNORM.

Lo scostamento massimo del valore misurato $\Delta h_{\text{eff.}}$ [m/h] nella misurazione dell'effettiva perdita di acqua è il rapporto tra la precisione G [m] del dispositivo di misura del livello nel tempo di prova t [h] sotto l'influsso della precisione desiderata della misurazione (rappresentato dal fattore f []).

Da questa relazione si ottiene il tempo di prova t [h].

Lo scostamento massimo del valore misurato $\Delta h_{\text{eff.}}$ non deve superare il 10% della variazione ammessa del livello $\Delta h_{\text{max.}}$. Si ottiene il fattore 10. Per precisioni maggiori si può utilizzare il 5%, e quindi il fattore 20.

Per una precisa misurazione bisogna applicare il fattore $f = 10$ o maggiore. Vedi tabella 8.

Tabella 8 - Percentuali e fattori

massimo scostamento dei valori Δl_b oppure Δh_{max} in %	Calcolo	Fattore f
10%	100% / 10% =	10
5 %	100% / 5% =	20
1 %	100% / 1% =	100

Da ciò si deduce che maggiore è il fattore, più preciso il risultato.

Si deduce anche che per una maggiore precisione di misurazione occorre aumentare il tempo di prova.

Calcolo del tempo di prova t :

$$t = \frac{A_w \cdot G \cdot f}{\Delta l_b}$$

Vale a dire:

t Tempo di prova t [h]

A_w Superficie livello acqua [m²]

Δl_b Perdita di acqua totale ammessa [m³/h]

G Precisione del dispositivo di misura del livello in [m]

f Fattore della precisione della misurazione []

Spiegazione esemplificata della misurazione del livello:

Nell'esempio 1 le formule vengono ricavate e spiegate in base ad un contenitore dato.

Gli esempi 2 e 3 contengono le variazioni di diverse forme di contenitore (cilindro e cubo) e differenti strumenti per la misurazione del livello e fattori f . Gli esempi 2 e 3 per maggiore chiarezza per gli utilizzatori possono essere anche forniti come allegato alla ÖNORM.

Esempio 1:

Si è scelto un contenitore cilindrico con un diametro da 0,936 m per poter utilizzare un recipiente di misura con un volume di 2 litri per una migliore e più semplice dimostrazione della perdita di acqua ammessa Δl_b (1 litro ca.).

Contenitore (forma = cilindrica):

Diametro $d = 0,936$ m

Altezza di riempimento $h = 1,5$ m

Precisione G del dispositivo di misura del livello = 0,00005 m

Scostamento massimo dal valore misurato con il 10% come fattore $f = 10$

Superficie interna umettata A_b in [m²]

A_b = superficie di parete umettata + superficie di fondo

Superficie di parete = $d \cdot \pi \cdot h = 0,936 \cdot \pi \cdot 1,5 = 4,41$ m²

Superficie di fondo = $(d^2 \cdot \pi) / 4 = (0,936^2 \cdot \pi) / 4 = 0,69$ m²

Superficie interna umettata: $A_b = 4,41$ m² + $0,69$ m² = **5,1 m²**

Superficie del livello di acqua A_w in [m²]

$A_w = (d^2 \cdot \pi) / 4 = (0,936^2 \cdot \pi) / 4 = \mathbf{0,69}$ m²

Precisione di misurazione del dispositivo di misura del livello G in [m]

Si ricava direttamente dall'autorizzazione di calibratura o viene calcolata da tale.

$G = 0,00005$ m

Perdita di acqua specifica ammessa Δl in [litri/ (m² · h)]

secondo fig. 3 - Bozza ÖNORM B2503 - 2009:

La perdita specifica ammessa di acqua Δl inizialmente è di 0,20 l/(m² · h) con 0 m² di superficie interna umettata e decresce in modo lineare fino a 400 m² di superficie interna umettata a 0,05 l/(m² · h).

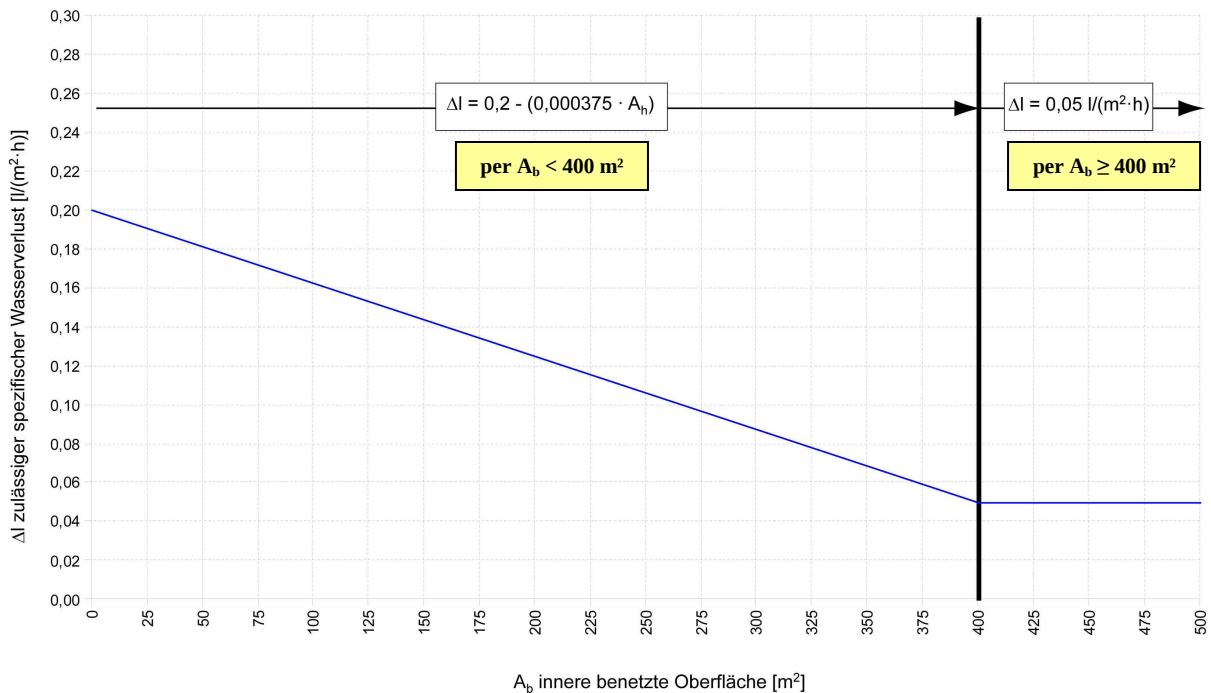


Figura 3: oppure tramite formula di calcolo:

Formula: Di seguito per Δl se $A_b < 400 \text{ m}^2$ (per $\Delta l = 0,05$ se $A_b \geq 400 \text{ m}^2$)

$$\Delta l = 0,2 - [(0,2-0,05)/400] \cdot A_b \quad \text{oppure} \quad \Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot A_b)$$

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot 5,1) = \mathbf{0,198 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}}$$

$$\Delta l = 0,198 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h) oppure } \mathbf{0,000198 \text{ m}^3 \text{/(m}^2 \cdot \text{h)}}$$

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \times A_b)$$

per $A_b < 400 \text{ m}^2$

$$\Delta l = 0,05$$

per $A_b \geq 400 \text{ m}^2$

$$\frac{l}{m^2 \times h}$$

Perdita di acqua totale ammessa del contenitore (100%) Δl_b in [m³/h]

$$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,000198 \cdot 5,1 = \mathbf{0,0010098 \text{ m}^3/\text{h}}$$
 (vedi fig. 1)

$$\frac{m^3}{m^2 \times h} \times m^2 = m^3 / h$$

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Fattore f []

La massima perdita di acqua ammessa Δl_b con 0,0010098 m³/h è 100 %.

La massima variazione ammessa del livello $\Delta h_{\max.}$ con 0,00146 m/h è 100 %.

Come da testo: Punto 6.5.5 Prova di singoli contenitori

Lo scostamento massimo del valore misurato $\Delta h_{\text{eff.}}$ non deve superare il 10% della variazione ammessa del livello $\Delta h_{\max.}$. Si ottiene il fattore 10. Per precisioni maggiori si può utilizzare il 5%, e quindi il fattore 20.

Informazione:

Lo **scostamento massimo dal valore Δl** è del 10%, quindi lo scostamento massimo dal valore è determinato con $\Delta l_{b10\%}$.

$$\Delta l_{b10\%} = \Delta l_b \cdot (10\%/100\%) = 0,0010098 \cdot 0,1 = \mathbf{0,00010098 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\frac{m^3}{h}$$

Non presente nella norma! Necessario solo qui per descrizione e calcolo!

$$\Delta l_{b10\%} = \frac{\Delta l_b \times 10\%}{100\%}$$

La **variazione massima ammessa del livello $\Delta h_{\max.}$** fa da legame fra la **precisione G** del dispositivo di misura del livello e del **fattore f** (per lo scostamento massimo ammesso della misurazione $\Delta h_{\max.10\%}$) (vedi fig. 1 e 2).

La **massima variazione ammessa del livello $\Delta h_{\max.}$** in [m/h]

$$\Delta h_{\max.} = \Delta l_b / A_w = 0,0010098 / 0,69 = \mathbf{0,00146 \text{ m} / \text{h}}$$

$$\Delta h_{\max.10\%} = \Delta l_b / A_w \cdot (10\%/100\%) = \mathbf{0,000146 \text{ m/h}}$$

Non presente nella norma! Necessario solo qui per descrizione e calcolo!

$$\frac{m^3 / h}{m^2} = m / h$$

$$\Delta h_{\max.10\%} = \frac{\Delta l_b}{A_w} \times \frac{10\%}{100\%}$$

Figura 1

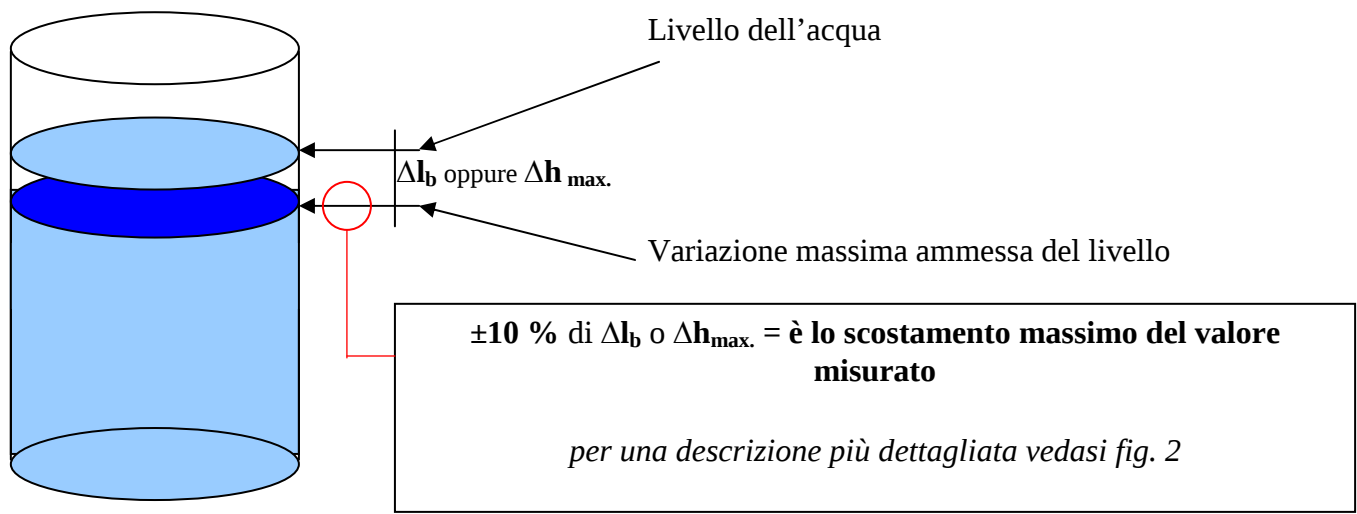
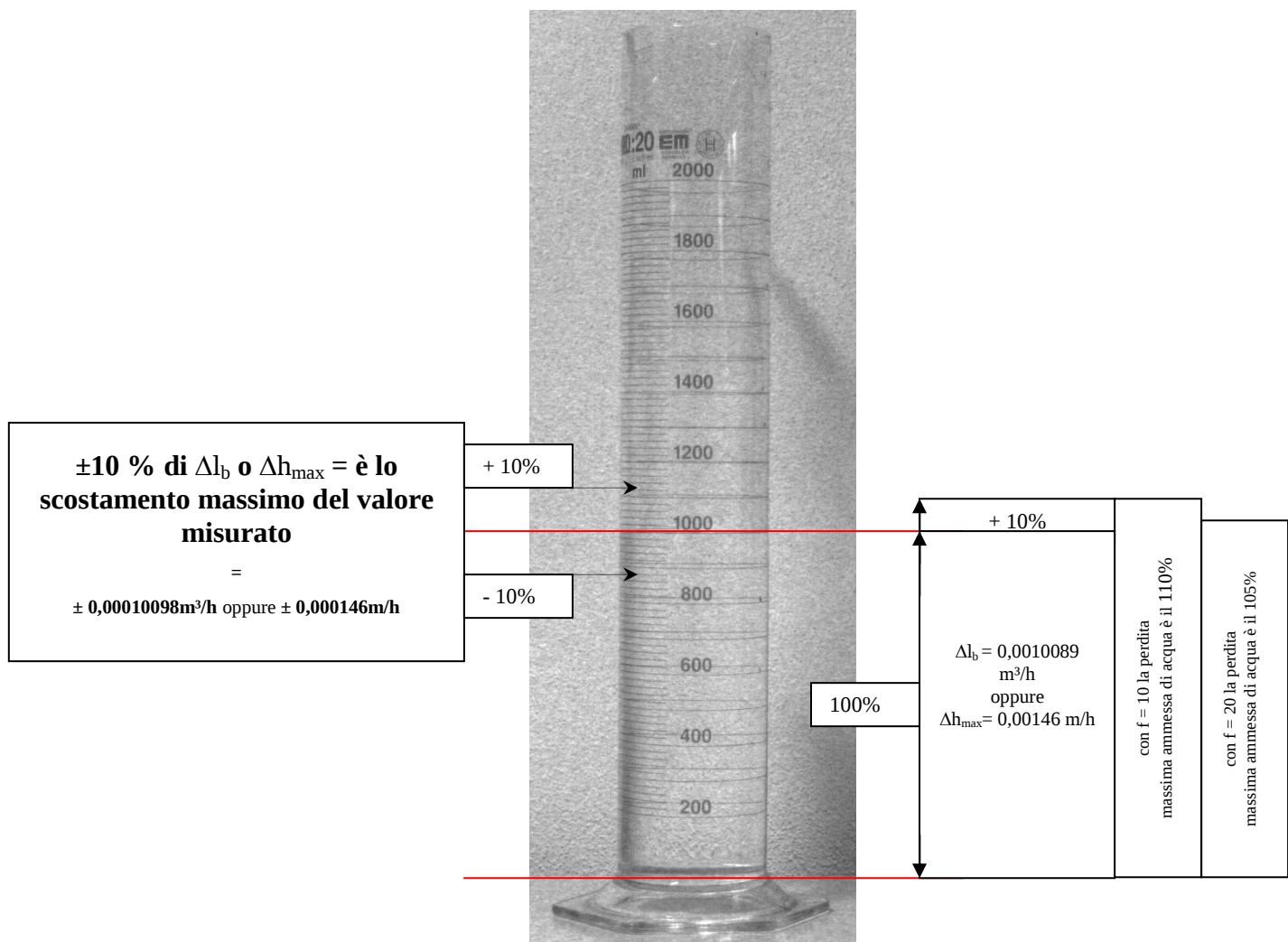


Figura 2



Tempo di prova t in [h]

In base all'equazione: „Lo scostamento (10%) della variazione massima ammessa del livello $\Delta h_{\max}$ è il rapporto fra la precisione G del dispositivo di misura del livello nel tempo di prova t “. Quindi si ottiene, dopo una conversione della formula, il tempo di prova t . La scelta del dispositivo di misura del livello è libera, il massimo scostamento del valore misurato può essere reso minore con il fattore f e quindi la misurazione può risultare più precisa.

Equazioni:

$$\Delta h_{\max.10\%} = \frac{G}{t}$$
$$\Delta h_{\max.10\%} = \frac{\Delta l_b}{A_w} \times \frac{10\%}{100\%}$$
$$\frac{\Delta l_b}{A_w} \times \frac{10\%}{100\%} = \frac{G}{t}$$

Trasformata:

$$t = \frac{A_w \times G}{\Delta l_b} \times \frac{100\%}{10\%}$$

% di precisione desiderata	Calcolo	Fattore f
10%	100% / 10% =	10
5 %	100% / 5% =	20
1 %	100% / 1% =	100

$$f = \frac{100\%}{10\%} = 10$$

Ridotta e con introduzione del fattore f :

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

La formula pronta per il calcolo del tempo di prova:

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

Quindi vanno inseriti i valori calcolati e quelli fissi:

$$\frac{m^2 \times m \cdot 10}{m^3/h} = h$$

$$\frac{0,69m^2 \times 0,00005m \cdot 10}{0,0010089 m^3/h} = 0,34h$$

Il **tempo di prova t** = 0,34 h · 60 min = 20,4 = **20 minuti 24 sec.**

Ora è possibile calcolare il tempo di prova per la perdita di acqua massima ammissibile e per la variazione del livello.

$\Delta l_b \cdot t = 0,0010089 m^3/h \cdot 0,34 h = 0,000343 m^3$ oppure **0,34 litri nel tempo di prova t** di 20 min 24 sec.

oppure

$\Delta h_{max} \cdot t = 0,00146 m/h \cdot 0,34 h = 0,0005 m$ oppure **0,50 mm nel tempo di prova t** di 20 min 24 sec.

Esempio 2:

Contenitore (forma = cilindrica):

Diametro $d = 6,0$ m

Altezza di riempimento $h = 3,5$ m

Precisione G del dispositivo di misura del livello = **0,00005 m** (0,05mm)

Scostamento massimo dal valore misurato con il 10% come **fattore $f = 10$**

Superficie interna umettata A_b in $[m^2]$

A_b = superficie di parete + superficie di fondo

Superficie di parete = $d \cdot \pi \cdot h = 6,0 \cdot \pi \cdot 3,5 = 65,97$ m²

Superficie di fondo = $(d^2 \cdot \pi) / 4 = (6,0^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27$ m²

Superficie interna umettata: $A_b = 65,97$ m² + $28,27$ m² = **94,24 m²**

Superficie livello acqua A_w in $[m^2]$

$A_w = (d^2 \cdot \pi) / 4 = (6,0^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27$ m²

Perdita di acqua specifica ammessa Δl in [litri / (m² · h)]

$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot 94,24) = 0,165$ l/(m²·h)

$\Delta l = 0,000165$ m³/(m²·h)

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \times A_b)$$

per $A_b < 400$ m²

Perdita di acqua totale ammessa del contenitore (100%) Δl_b in [m³/ h]

$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,000165 \cdot 94,24 = 0,0155$ m³/h

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Tempo di prova t in [h]

$$t = \frac{28,27 m^2 \times 0,00005 m \cdot 10}{0,0155 m^3/h} = 0,91 h$$

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

$\Delta l_b \cdot t = 0,0155$ m³/h · 0,91 h = 0,0141 m³ oppure **14,1 litri nel tempo di prova t** di 54 min 36 sec.

oppure $\Delta h_{max} = \Delta l_b / A_w = 0,0155 / 28,27 = 0,00055$ m/h

$\Delta h_{max} \cdot t = 0,00055$ m/h · 0,91 h = 0,0005 m oppure **0,50 mm nel tempo di prova t** di 54 min 36 sec.

Esempio 3:

Contenitore (forma = cubica):

Lunghezza $l = 15,0$ m

Larghezza $b = 7,5$ m

Altezza di riempimento $h = 7,8$ m

Precisione G del dispositivo di misura del livello = **0,0002 m** (0,2mm)

Scostamento massimo dal valore misurato con il 5% come **fattore $f = 20$**

Superficie interna umettata A_b in $[m^2]$

A_b = superficie di parete + superficie di fondo

Superficie di parete = $U \cdot h = (l + l + b + b) \cdot h = (15,0 + 15,0 + 7,5 + 7,5) \cdot 7,8 = 351,0$ m²

Superficie di fondo = $l \cdot b = 15,0 \cdot 7,5 = 112,5$ m²

Superficie interna umettata: $A_b = 351,0$ m² + $112,5$ m² = **463,5 m²**

Superficie livello acqua A_w in $[m^2]$

$A_w = l \cdot b = 15,0 \cdot 7,5 = 112,5$ m²

Perdita di acqua specifica ammessa Δl in $[litri / (m^2 \cdot h)]$

$\Delta l = 0,05$ l/(m²·h)

$\Delta l = 0,00005$ m³/(m²·h)

$$\Delta l = 0,05$$

per $A_b \geq 400$ m²

Perdita di acqua totale ammessa del contenitore (100%) Δl_b in $[m^3 / h]$

$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,00005 \cdot 463,5 = 0,0232$ m³/h

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Tempo di prova t in $[h]$

$$t = \frac{112,5 m^2 \times 0,0002 m \cdot 20}{0,0232 m^3/h} = 19,4 h$$

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

$\Delta l_b \cdot t = 0,0232$ m³/h · 19,4 h = 0,45 m³ oppure **450,1 litri nel tempo di prova t di 19h 24 min**

oppure $\Delta h_{max} = \Delta l_b / A_w = 0,0232 / 112,5 = 0,00021$ m/h

$\Delta h_{max} \cdot t = 0,00021$ m/h · 1,94 h = 0,004 m oppure **4 mm nel tempo di prova t di 19h 24 min**

Esempio 4:

La tabella 8 comprende le percentuali e i fattori non ammessi.

Tabella 8 - Percentuali e fattori

massimo scostamento dei valori Δl_b oppure $\Delta h_{\max}$ in %	Calcolo	Fattore <i>f</i>
100 %	100% / 100% =	1
50 %	100% / 50% =	2
20%	100% / 20% =	5
10%	100% / 10% =	10
5 %	100% / 5% =	20
1 %	100% / 1% =	100

Il 10% è stato scelto in base a criteri tecnici, ambientali, economici e giuridici.