

## SPECHI PER RETI DI DRENAGGIO URBANO CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE.

### 1. Definizioni ed unità di misura

$\omega$  = sezione bagnata,  $m^2$

$c$  = contorno bagnato,  $m$

$R$  = raggio idraulico,  $m$

$h$  = altezza idrica rispetto al fondo, altezza massima della sezione,  $m$

$b$  = larghezza della sezione,  $m$

$r$  = raggio base,  $m$

$GR$  = grado di riempimento,  $m/m$

$X_o$  = pedice "o" per valori al massimo riempimento della variabile  $X$

$X_{gg}$  = pedice "gg" per valori di  $X$  per grado di riempimento % =  $gg$

$\alpha$  = coeff. moltiplicativo del raggio base

$\varphi$  = angolo al centro in radianti, coefficiente di afflusso

$A$  = area drenata dal tronco  $i$ -esimo della rete,  $ha$

$S$  = cadente piezometrica e pendenza del canale,  $m/m$

$Q$  = portata di progetto dell' $i$ -esimo tronco,  $m^3/s$

$V$  = velocità media nel canale,  $m/s$

$Tc$  = tempo di corrivazione dell' $i$ -esimo tronco,  $s$

$\Delta Tc$  = incremento del tempo di corrivazione nell' $i$ -esimo tronco,  $s$

$w$  = volume specifico di invaso dell' $i$ -esimo tronco,  $m^3/ha$

$\Delta w$  = incremento dell'invaso specifico nell' $i$ -esimo tronco,  $m^3/ha$

$i$  = intensità di precipitazione,  $mm/ora$

$a$  = coefficiente della linea di possibilità pluviometrica,  $mm/ora^n$

$n$  = esponente della linea di possibilità pluviometrica

$n$  = coefficiente di resistenza di Manning,  $sm^{-1/3}$

$L$  = lunghezza del  $i$ -esimo canale,  $m$

### 2. Discretizzazione

Come consueto, i parametri geometrici degli specchi vengono riferiti a valori decrescenti di  $h/r$ .

## A. SEZIONE CIRCOLARE

$$\frac{h}{r} = [2, 0]; \quad \varphi = [2\pi, 0]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\varphi - \text{sen}\varphi}{2}$$

$$\frac{c}{r} = \varphi$$

$$\frac{h}{r} = 1 - \cos\frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{h}{2r}$$

$$\varphi = 2 \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right) = 2 \arccos(1 - 2GR)$$

Grado di riempimento

$$GR = \frac{h}{2r} = 0.5 \left(1 - \cos\frac{\varphi_{gr}}{2}\right)$$

$$\varphi_{gr} = 2 \arccos(1 - 2GR)$$

$$\varphi_{50} = \pi$$

$$\varphi_{70} = 3.965$$

$$\varphi_{80} = 4.429$$

Portata e velocità specifica per assegnato grado di riempimento (resistenza secondo Manning)

$$\frac{Q}{\sqrt{S}} = \frac{\omega R^{2/3}}{n} = \frac{r^{8/3}}{n} \frac{(\varphi_{gr} - \text{sen}\varphi_{gr})^{5/3}}{2^{5/3} \varphi_{gr}^{2/3}}$$

$$\frac{V}{\sqrt{S}} = \frac{R^{2/3}}{n} = \frac{r^{2/3}}{n} \left(\frac{\varphi_{gr} - \text{sen}\varphi_{gr}}{2\varphi_{gr}}\right)^{2/3}$$

Portate di pioggia. Metodo dell'invaso.

$$Q = 2.168A \frac{n \left( \frac{a}{1000} \right)^{1/n}}{\left( \frac{w}{10000} \right)^{(1-n)/n}}$$

$$w_i = w_{i-1} + \Delta w_i$$

$$\Delta w_i = L_i r^2 \left( \frac{\varphi_{gr} - \text{sen} \varphi_{gr}}{2} \right) \frac{1}{A}$$

Portate di pioggia. Metodo cinematico

$$Q = \frac{\varphi A i}{360} = \frac{\varphi A a (T_{c,i-1} + \Delta T_{c,i})^{n-1}}{360}$$

$$\Delta T_{c,i} = \frac{L_i}{\sqrt{S} \frac{r^{2/3}}{n} \left( \frac{\varphi_{gr} - \text{sen} \varphi_{gr}}{2 \varphi_{gr}} \right)^{2/3}}$$

Le equazioni precedenti consentono di ricavare in modo diretto il diametro teorico dello speco. Il valore trovato dovrà essere approssimato al diametro commerciale immediatamente superiore. Le stesse equazioni precedenti, scelto il diametro commerciale, potranno essere risolte rispetto a  $\varphi_{gr}$  per ottenere il grado di riempimento.

B. SEZIONE OVALE VECCHIO INGLESE (b=2r; h=3r)

$$\varphi^* = \pi - 2 \arctan \frac{3}{4} = 1.854590$$

$$\frac{h^*}{r} = 0.5 \left( 1 - \cos \frac{\varphi^*}{2} \right) = 0.2$$

$$\frac{\omega_o}{r^2} = 5\pi - 4.375(\varphi^* - \text{sen}\varphi^*) - 12 \cos \frac{\varphi^*}{2} = 4.59413011$$

$$\frac{c_o}{r} = 4\pi - 2.5\varphi^* = 7.92989452$$

Zona III

$$\frac{h}{r} = [3, 2]; \quad \varphi = [2\pi, \pi]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\omega_o}{r^2} - \left( \pi - \frac{\varphi - \text{sen}\varphi}{2} \right)$$

$$\frac{c}{r} = \frac{c_o}{r} - (2\pi - \varphi)$$

$$\frac{h}{r} = 2 - \cos \frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( 2 - \frac{h}{r} \right) = 2 \arccos(2 - 3GR)$$

Zona II

$$\frac{h}{r} = (2, 0.2]; \quad \varphi = (\pi, \varphi^*]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.02$$

$$\frac{\omega}{r^2} = 3.02330 - 4.5(\pi - \varphi + \text{sen}\varphi) + 12 \cos \frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{c}{r} = \frac{c_o}{r} + 3\varphi - 4\pi$$

$$\frac{h}{r} = 2 - 3 \cos \frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( \frac{2}{3} - \frac{h}{3r} \right) = 2 \arccos \left( \frac{2}{3} - GR \right)$$

Zona I

$$\frac{h}{r} = (0.2, 0]; \quad \varphi = (\varphi^*, 0]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = 0.125(\varphi - \text{sen}\varphi)$$

$$\frac{c}{r} = 0.5\varphi$$

$$\frac{h}{r} = 0.5\left(1 - \cos\frac{\varphi}{2}\right); \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{r}\right) = 2 \arccos(1 - 6GR)$$

C. SEZIONE OVOIDALE NUOVO INGLESE (b=2r; h=3r)

$$\varphi^* = 2 \arccos \frac{21}{29} = 1.522026$$

$$\frac{h^*}{r} = 0.25 \left( 1 - \cos \frac{\varphi^*}{2} \right) = \frac{2}{29}$$

$$\frac{\omega_o}{r^2} = \frac{\varphi^* - \text{sen} \varphi^*}{32} + \frac{4}{3} \text{sen} \frac{\varphi^*}{2} \cos \frac{\varphi^*}{2} + \frac{32}{9} (\pi - \varphi^* + \text{sen} \varphi^*) +$$

$$- \frac{128}{9} \text{sen} \frac{\varphi^*}{2} \cos \frac{\varphi^*}{2} + \frac{\pi}{2} = 4.460154$$

$$\frac{c_o}{r} = 0.25 \varphi^* + \frac{8}{3} (\pi - \varphi^*) + \pi = 7.840944751$$

Zona III

$$\frac{h}{r} = [3, 2]; \quad \varphi = [2\pi, \pi]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\omega_o}{r^2} - \left( \pi - \frac{\varphi - \text{sen} \varphi}{2} \right)$$

$$\frac{c}{r} = \frac{c_o}{r} - (2\pi - \varphi)$$

$$\frac{h}{r} = 2 - \cos \frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( 2 - \frac{h}{r} \right) = 2 \arccos(2 - 3GR)$$

Zona II

$$\frac{h}{r} = (2, 0.2]; \quad \varphi = (\pi, \varphi^*]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.02$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\varphi^* - \text{sen}\varphi^*}{32} + \frac{4}{3} \text{sen}\frac{\varphi^*}{2} \left( \cos\frac{\varphi^*}{2} - \cos\frac{\varphi}{2} \right) + \frac{32}{9} (\varphi - \varphi^* + \text{sen}\varphi^* - \text{sen}\varphi) +$$
$$- \frac{128}{9} \text{sen}\frac{\varphi^*}{2} \left( \cos\frac{\varphi^*}{2} - \cos\frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\frac{c}{r} = 0.25\varphi^* + \frac{8}{3}(\varphi - \varphi^*)$$

$$\frac{h}{r} = \frac{h^*}{r} + \frac{8}{3} \left( \cos\frac{\varphi^*}{2} - \cos\frac{\varphi}{2} \right); \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( \cos\frac{\varphi^*}{2} - \frac{3}{8} \left( \frac{h}{r} - \frac{h^*}{r} \right) \right) = 2 \arccos \left( \cos\frac{\varphi^*}{2} - \frac{3}{8} \left( 3GR - \frac{h^*}{r} \right) \right)$$

Zona I

$$\frac{h}{r} = \left( \frac{2}{29}, 0 \right]; \quad \varphi = (\varphi^*, 0]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{1}{32} (\varphi - \text{sen}\varphi)$$

$$\frac{c}{r} = 0.25\varphi$$

$$\frac{h}{r} = 0.5 \left( 1 - \cos\frac{\varphi}{2} \right); \quad GR = \frac{h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( 1 - \frac{4h}{r} \right) = 2 \arccos(1 - 12GR)$$

D. SEZIONE RIBASSATA NORMALE (b=2r; h=1.5r)

$$\varphi^* = 2 \arctan \frac{5}{12} = 0.78958224$$

$$\frac{h^*}{r} = 2 \left( 1 - \cos \frac{\varphi^*}{2} \right) = \frac{2}{13}$$

$$\frac{\omega_o}{r^2} = \frac{\pi}{2} + \frac{9}{128} (\pi - \varphi^*) + 2(\varphi^* - \text{sen} \varphi^*) + \frac{1}{2} \left( \frac{5}{4} + \text{sen} \frac{\varphi^*}{2} \right) \left( 2 \text{sen} \frac{\varphi^*}{2} - \frac{3}{2} \right) = 2.37783654$$

$$\frac{c_o}{r} = \frac{1}{8} (11\pi + 13\varphi^*) = 5.60276104$$

Zona III

$$\frac{h}{r} = [1.5, 0.5]; \quad \varphi = [2\pi, \pi]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\omega_o}{r^2} - \left( \pi - \frac{\varphi - \text{sen} \varphi}{2} \right)$$

$$\frac{c}{r} = \frac{c_o}{r} - (2\pi - \varphi)$$

$$\frac{h}{r} = 0.5 - \cos \frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{2h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( 0.5 - \frac{h}{r} \right) = 2 \arccos \left( 0.5 - \frac{3}{2} GR \right)$$



Zona II

$$\frac{h}{r} = \left( 0.5, \frac{2}{13} \right]; \quad \varphi = (\pi, \varphi^*]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = \frac{\omega_0}{r^2} - \frac{\pi}{2} - \left[ \frac{3}{8} \left( \frac{5}{4} + \frac{3}{4} \operatorname{sen} \frac{\varphi^*}{2} \right) \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{9}{128} (\pi - \varphi + \operatorname{sen} \varphi) - \frac{9}{32} \operatorname{sen} \frac{\varphi^*}{2} \cos \frac{\varphi}{2} \right]$$

$$\frac{c}{r} = \frac{c_0}{r} - \frac{11}{8} \pi + \frac{3}{8} \varphi$$

$$\frac{h}{r} = \frac{1}{2} - \frac{3}{8} \cos \frac{\varphi}{2}; \quad GR = \frac{2h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left[ \frac{8}{3} \left( \frac{1}{2} - \frac{h}{r} \right) \right] = 2 \arccos \left[ \frac{8}{3} \left( \frac{1}{2} - \frac{3}{2} GR \right) \right]$$

Zona I

$$\frac{h}{r} = \left( \frac{2}{13}, 0 \right]; \quad \varphi = (\varphi^*, 0]; \quad \frac{\Delta h}{r} = 0.01$$

$$\frac{\omega}{r^2} = 2(\varphi - \operatorname{sen} \varphi)$$

$$\frac{c}{r} = 2\varphi$$

$$\frac{h}{r} = 2 \left( 1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right); \quad GR = \frac{2h}{3r}$$

$$\varphi = 2 \arccos \left( 1 - 0.5 \frac{h}{r} \right) = 2 \arccos \left( 1 - \frac{3}{4} GR \right)$$

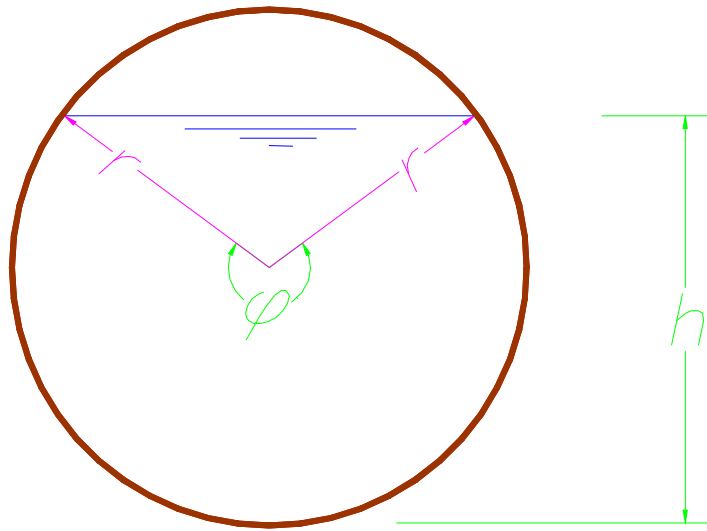


Figura 1: sezione circolare

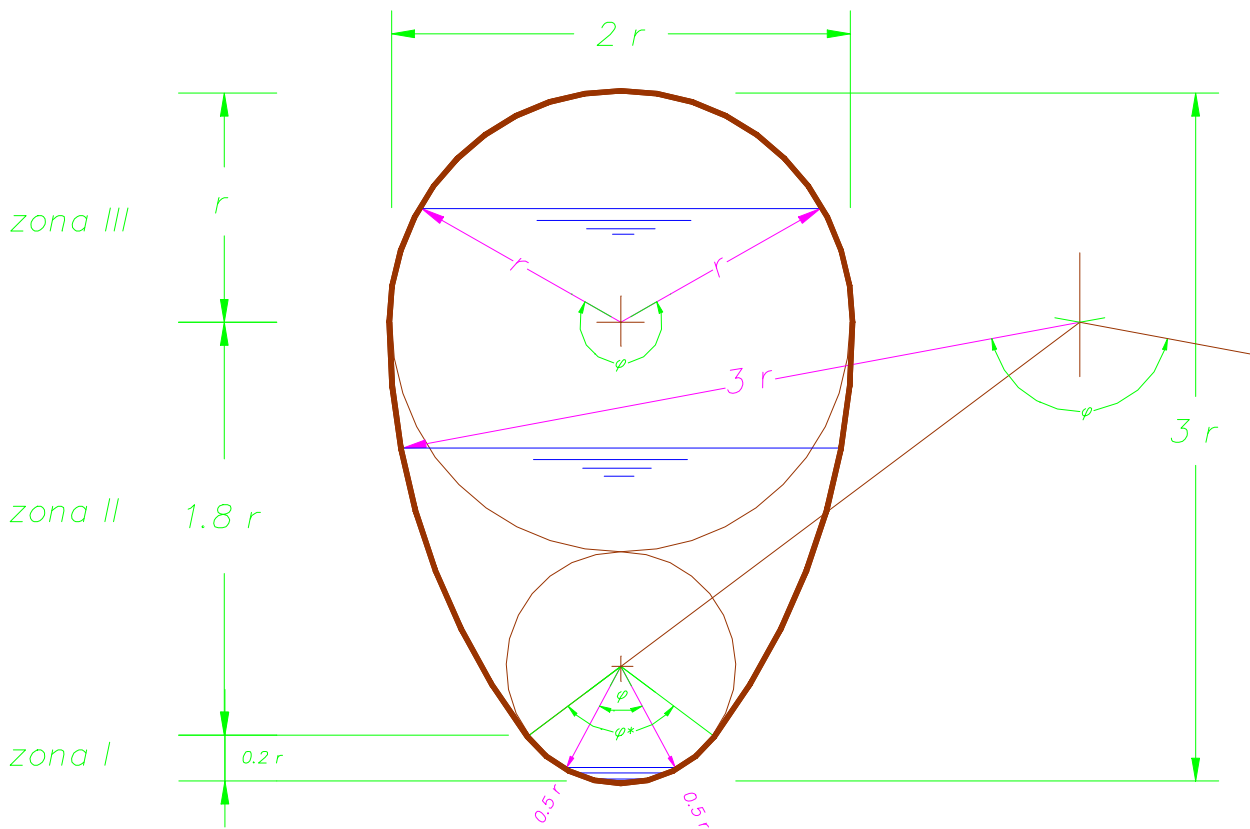


Figura 2: Ovoide vecchio inglese

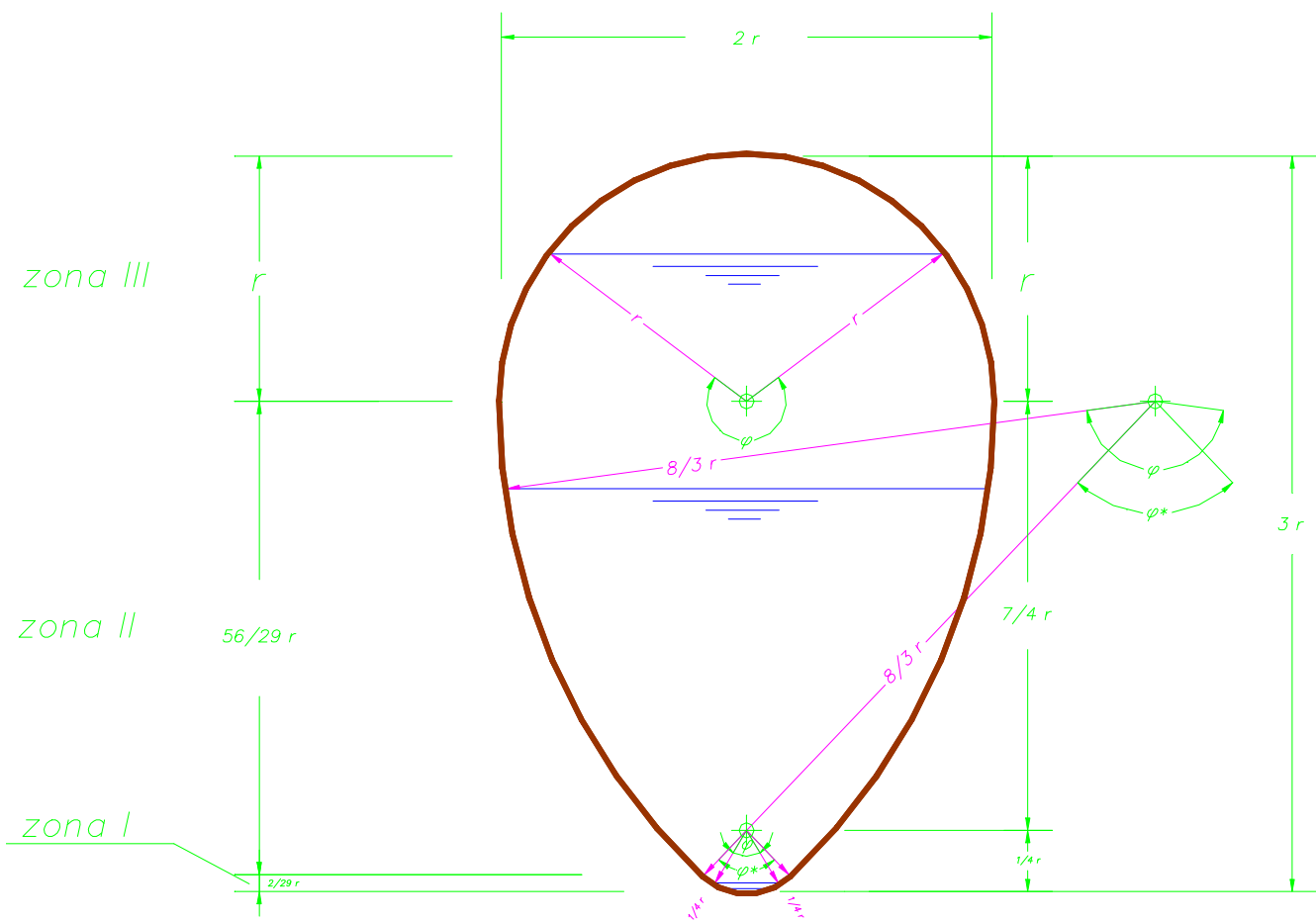


Figura 3: Ovoide nuovo inglese

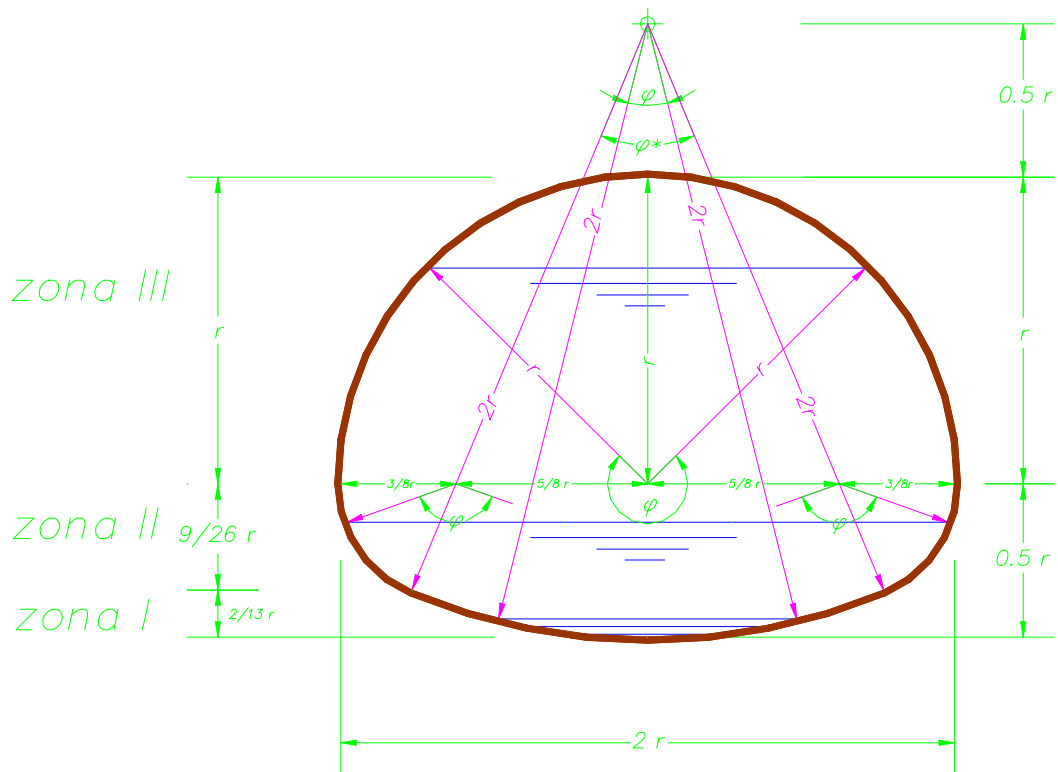


Figura 4: Sezione ribassata