

Cálculo de Volúmenes para Movimiento de Tierra

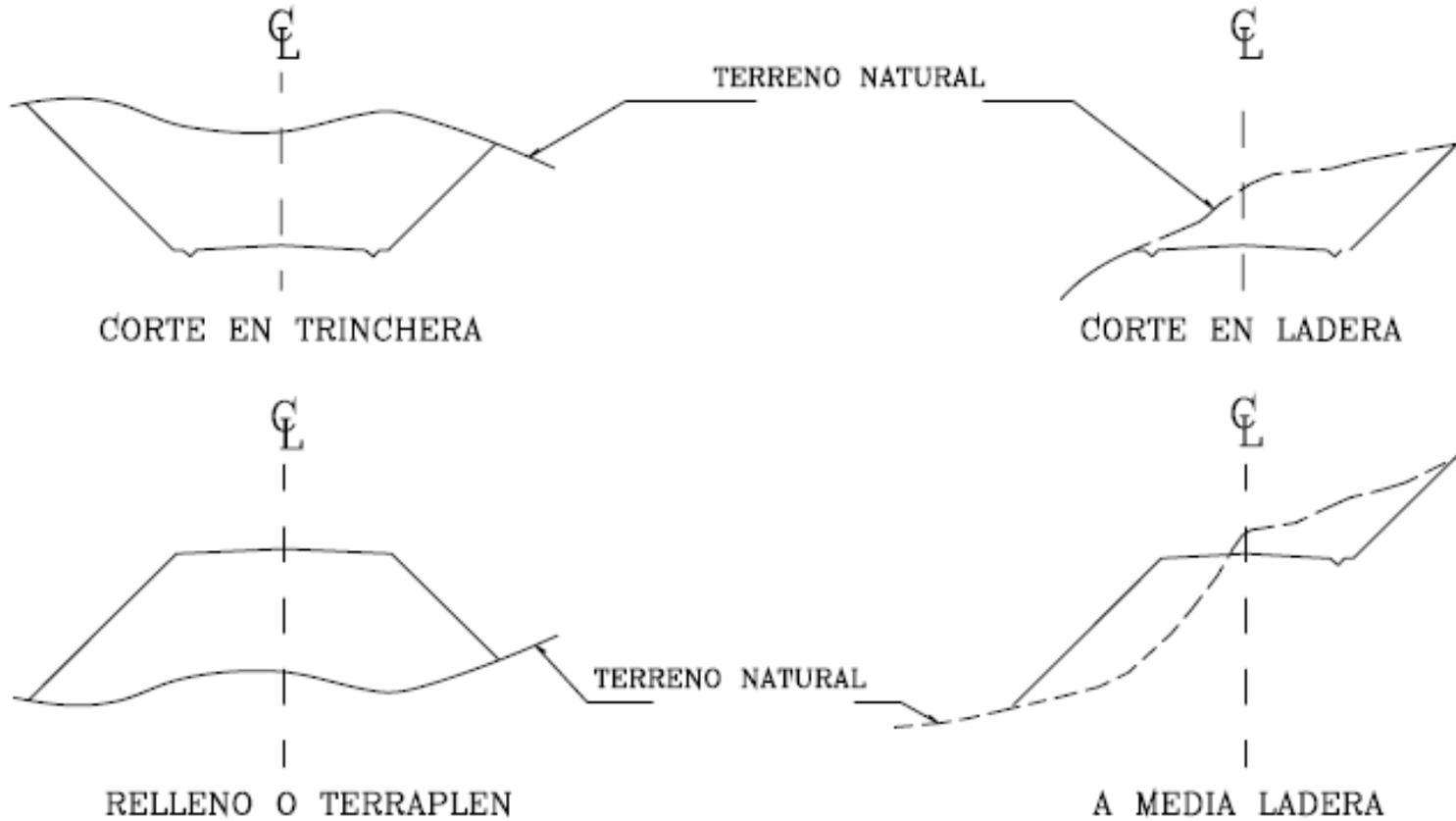
Cubicaciones

Recopilado por Ing. Sergio Navarro Hudiel - Noviembre 2010

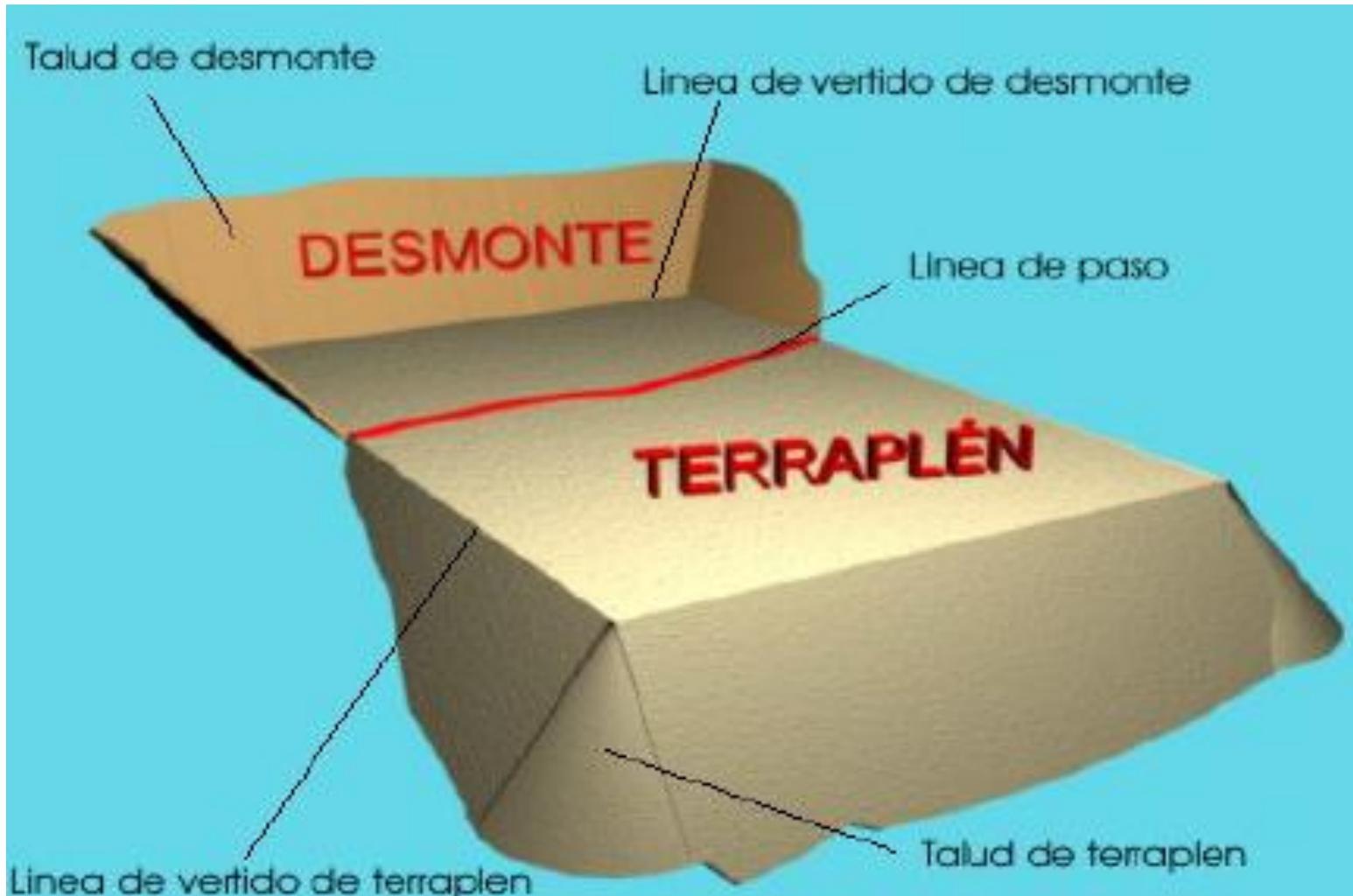


El Cálculo de Volúmenes de Tierra se determina a partir del área de las secciones Transversales.

VOLUMEN ENTRE SECCIONES TRANSVERSALES



Cómo debemos analizarlos?



Cómo determinar Áreas?

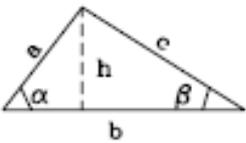
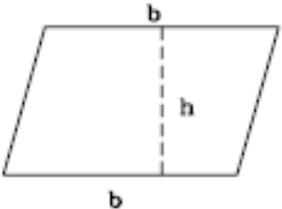
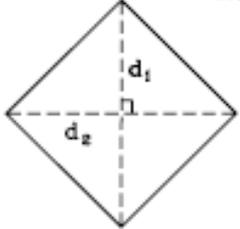
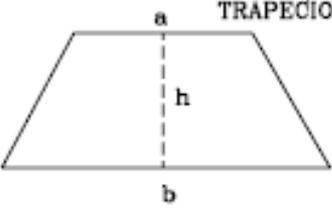
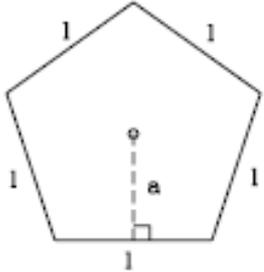
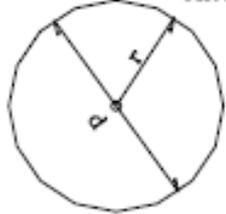
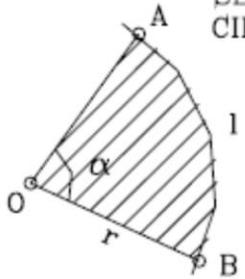
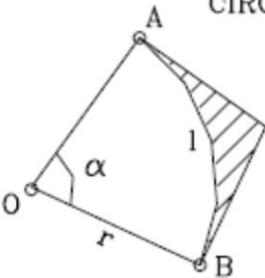
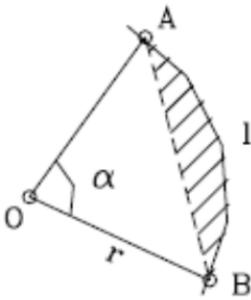
FIGURA	AREA
<p>TRIANGULO</p> 	$A = b \cdot h / 2$ $A = (b \cdot a \cdot \text{sen } \alpha) / 2$ $A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ <p>$p = \text{Semi perímetro}$</p>
<p>CUADRADO</p> 	$A = a \cdot a$ $A = a^2$
<p>RECTANGULO</p> 	$A = a \cdot b$
<p>PARALELOGRAMO</p> 	$A = b \cdot h$

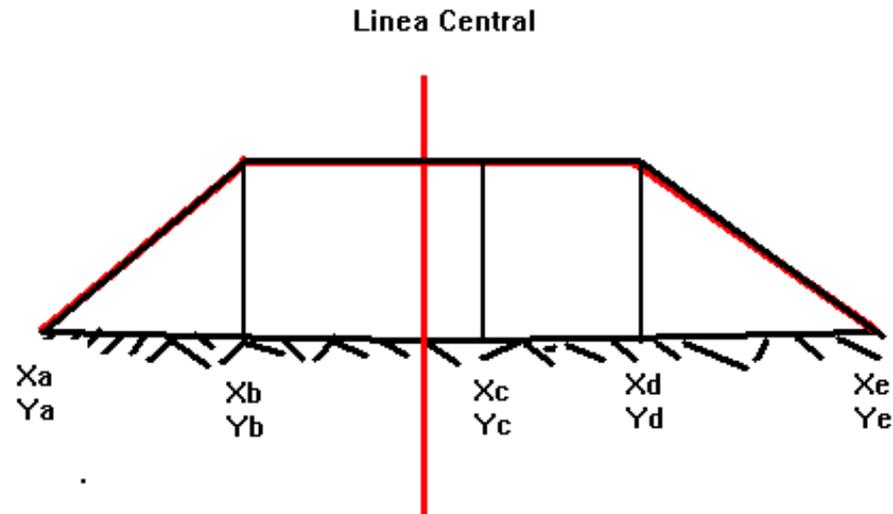
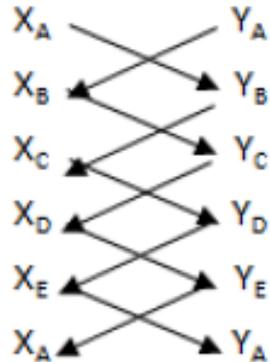
FIGURA	AREA
<p>ROMBO</p> 	$A = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2$
<p>TRAPECIO</p> 	$A = \frac{1}{2} h(a+b)$
<p>PENTAGONO</p> 	$A = a \cdot p$ $p = \sum l$ <p>$p = \text{Perímetro}$ $a = \text{Apothema}$ $l = \text{Lado}$</p> <p><i>Nota: Esta fórmula aplica para todos los polígonos regulares.</i></p>
<p>CIRCULO</p> 	$A = \pi r^2$ $A = \pi \frac{d^2}{4}$ <p>$r = \text{Radio}$ $d = \text{Diametro}$</p>

Áreas Básicas

FIGURA	AREA
<p data-bbox="473 121 666 185">SECTOR DEL CIRCULO</p> 	$A = \frac{l \cdot r}{2}$ $A = \alpha^\circ \frac{r}{2} = \frac{\pi r^2 \alpha^\circ}{360^\circ}$ $A = \alpha^\circ \frac{d}{4}$
<p data-bbox="473 478 666 542">EXCESO DEL CIRCULO</p> 	$A = r^2 \left[\tan \frac{\alpha}{2} - \left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha^\circ \right]$

<p data-bbox="1033 928 1207 999">ARCO DEL CIRCULO</p> 	$A = r^2 \left[\left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha^\circ - \frac{1}{2} \text{sen } \alpha \right]$
---	---

Cálculo de Áreas por Coordenadas

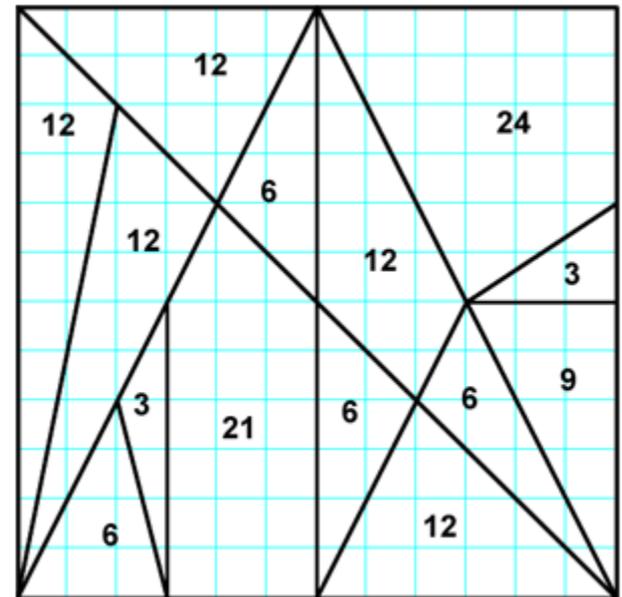


$$X_B Y_A + X_C Y_B + X_D Y_C + X_E Y_D + X_A Y_E - X_A Y_B - X_B Y_C - X_C Y_D - X_D Y_E - X_E Y_A$$

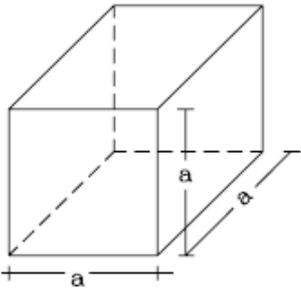
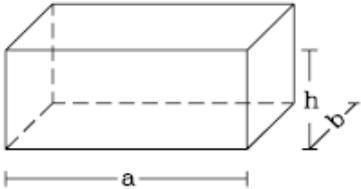
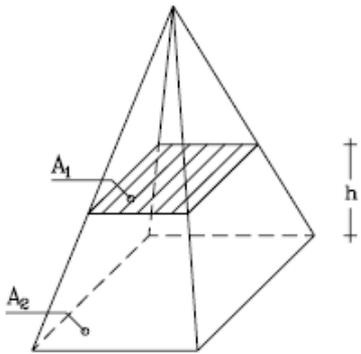
$$\text{Área} = \frac{1}{2} |\Sigma(+)-\Sigma(-)|$$

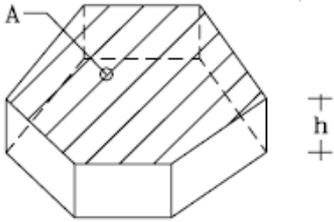
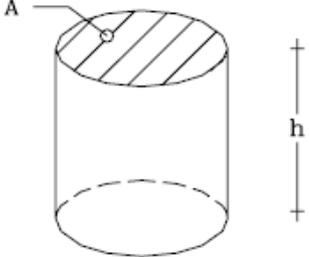
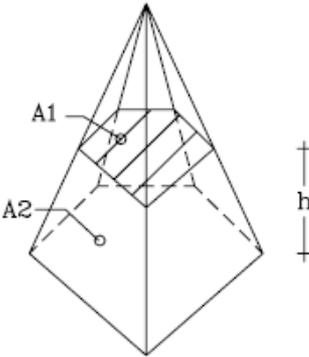
Cálculo de Áreas por cuadros:

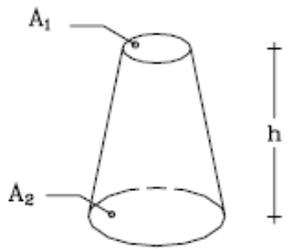
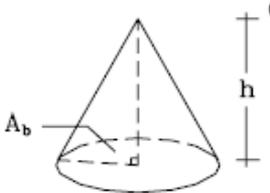
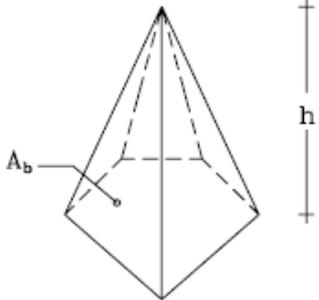
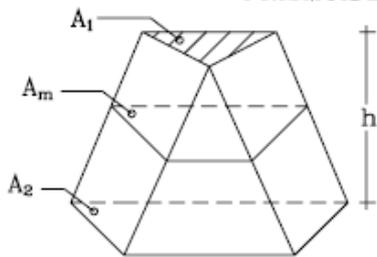
Para realizar al cálculo del área mediante este método se traza a escala la sección en papel cuadriculado y luego se cuenta el número de cuadros que hay en la sección y se multiplica por el área del cuadro.



VOLUMENES ELEMENTALES

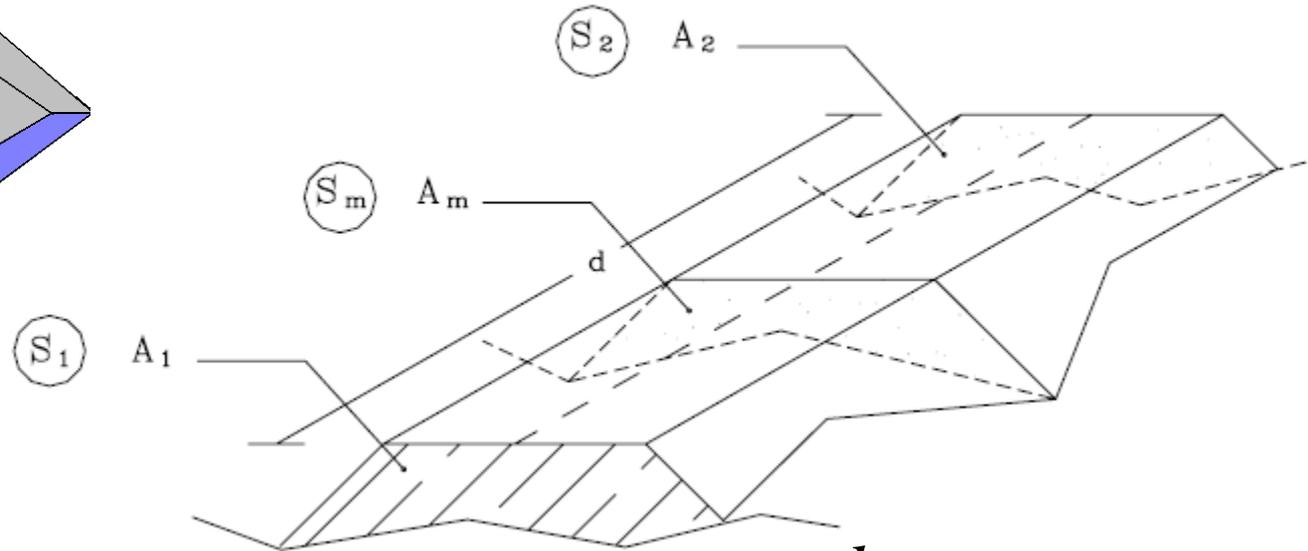
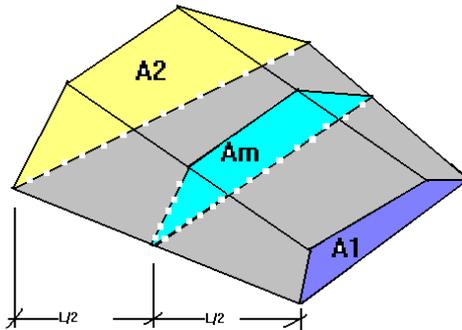
SOLIDO	VOLUMEN
<p>CUBO</p> 	$V = a^3$
<p>PARALELEPIPEDO</p> 	$V = a \cdot b \cdot h$
<p>PRISMA TRUNCADO</p> 	$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$

SOLIDO	VOLUMEN
<p>PRISMA</p> 	$V = A \cdot h$ A = Area de las caras paralelas.
<p>CILINDRO</p> 	$V = A \cdot h$ A = Area de las caras paralelas.
<p>PIRAMIDE TRUNCADA</p> 	$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$

SOLIDO	VOLUMEN
<p style="text-align: center;">CONO TRUNCADO</p> 	$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$
<p style="text-align: center;">CONO</p> 	$V = \frac{1}{3} A_b h$ <p>$A_b =$ Area de la base</p>
<p style="text-align: center;">PIRAMIDE</p> 	$V = \frac{1}{3} A_b h$ <p>$A_b =$ Area de la base</p>
<p style="text-align: center;">PRISMOIDE</p> 	$V = \frac{h}{6} (A_1 + A_2 + 4A_m)$ <p>$A_1 ; A_2 =$ Area de las caras paralelas extremas. $A_m =$ Area de la seccion a $h/2$. $h =$ Altura del prismoide.</p>

POR PRISMOIDE:

Prismoide en terraplen



$$V = \frac{d}{6} (A_1 + 4A_m + A_2)$$

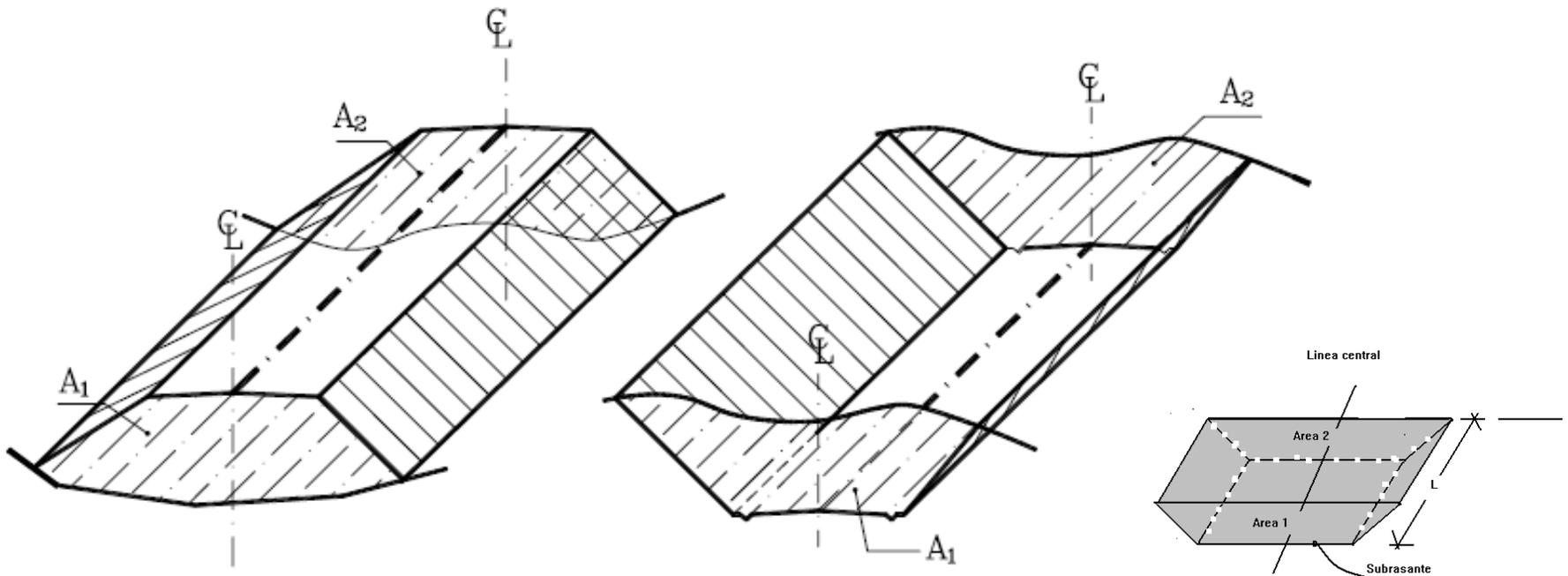
A1, A2 = Área de S1 y S2 en m²

d = Distancia entre S1 y S2 en m

Am = Área de la sección transversal en el punto medio entre S1 y S2 en m². Sus dimensiones serán el promedio de las dimensiones de las secciones extremas y no el promedio de áreas (Método de áreas extremas)

MÉTODO DE LAS ÁREAS MEDIAS

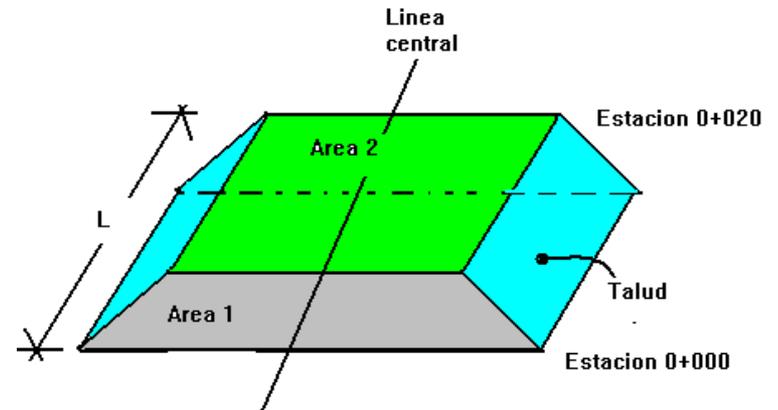
(Las dos secciones en corte o relleno)



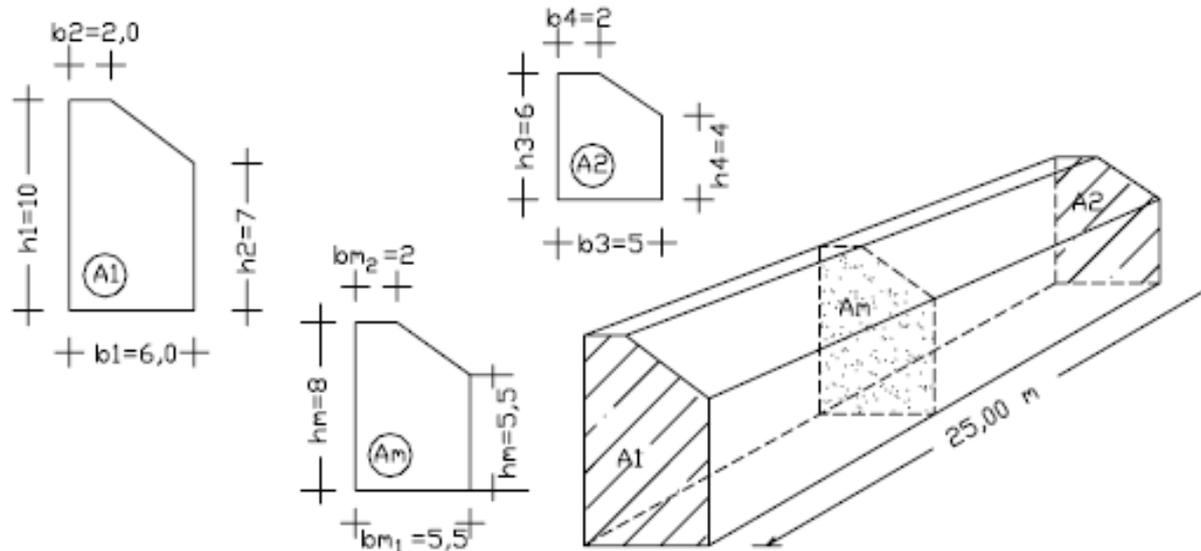
$$V = \frac{L}{2}(A_1 + A_2) * d$$

En donde:

V = Volumen entre ambas secciones en m^3
 A_1, A_2 = Area de las secciones S1 y S2 en m^2
 d = Distancia entre secciones en m



$$V = \frac{d}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$



b.- Volumen por la fórmula del Prismoide

a.- Volumen para aplicar la fórmula del Prismoide se requiere calcular el área de la sección media A_m . A_m no es el promedio de las áreas, pero sus dimensiones serán el promedio de las dimensiones de las secciones extremas.

$$A_1 = h_1 \quad h_{m1} = (10+6)/2 = 8,00 \text{ m} \quad b_{m1} = (6+5)/2 = 5,50 \text{ m}$$

$$A_2 = h_3 \quad h_{m2} = (7+4)/2 = 5,50 \text{ m} \quad b_{m2} = (2+2)/2 = 2,00 \text{ m}$$

$$A_m = h_{m1} b_{m1} - 1/2 * (b_{m1} - b_{m2})(h_{m1} - h_{m2})$$

Volumen

$$A_m = 8,00 * 5,50 - 1/2 * (5,50 - 2,00)(8,00 - 5,50) = 39,625 \text{ m}^2$$

$$A_m = 39,625 \text{ m}^2$$

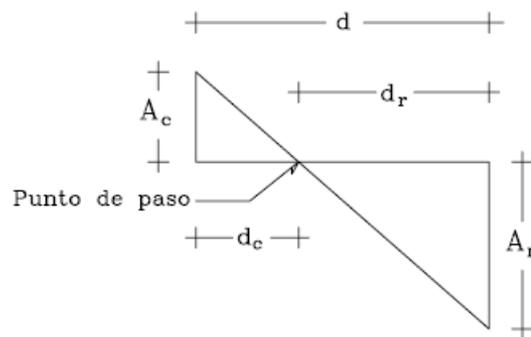
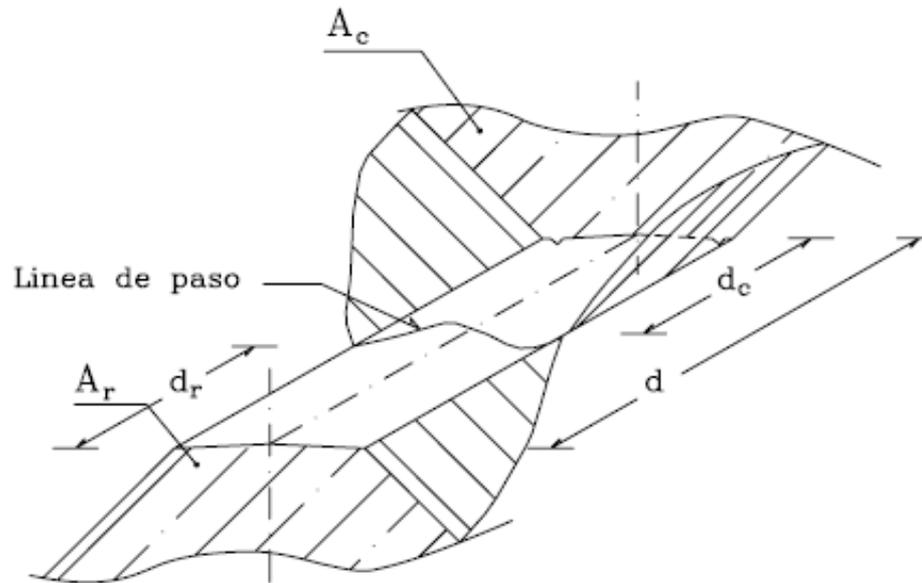
$V = 1/2$

Volumen

$$V = 25/6 * (54,000 + 27,000 + 4 * 39,625) = 997,917 \text{ m}^3$$

$$V = 997,917 \text{ m}^3$$

Otro caso Común es que una sección este en corte y otra en relleno.



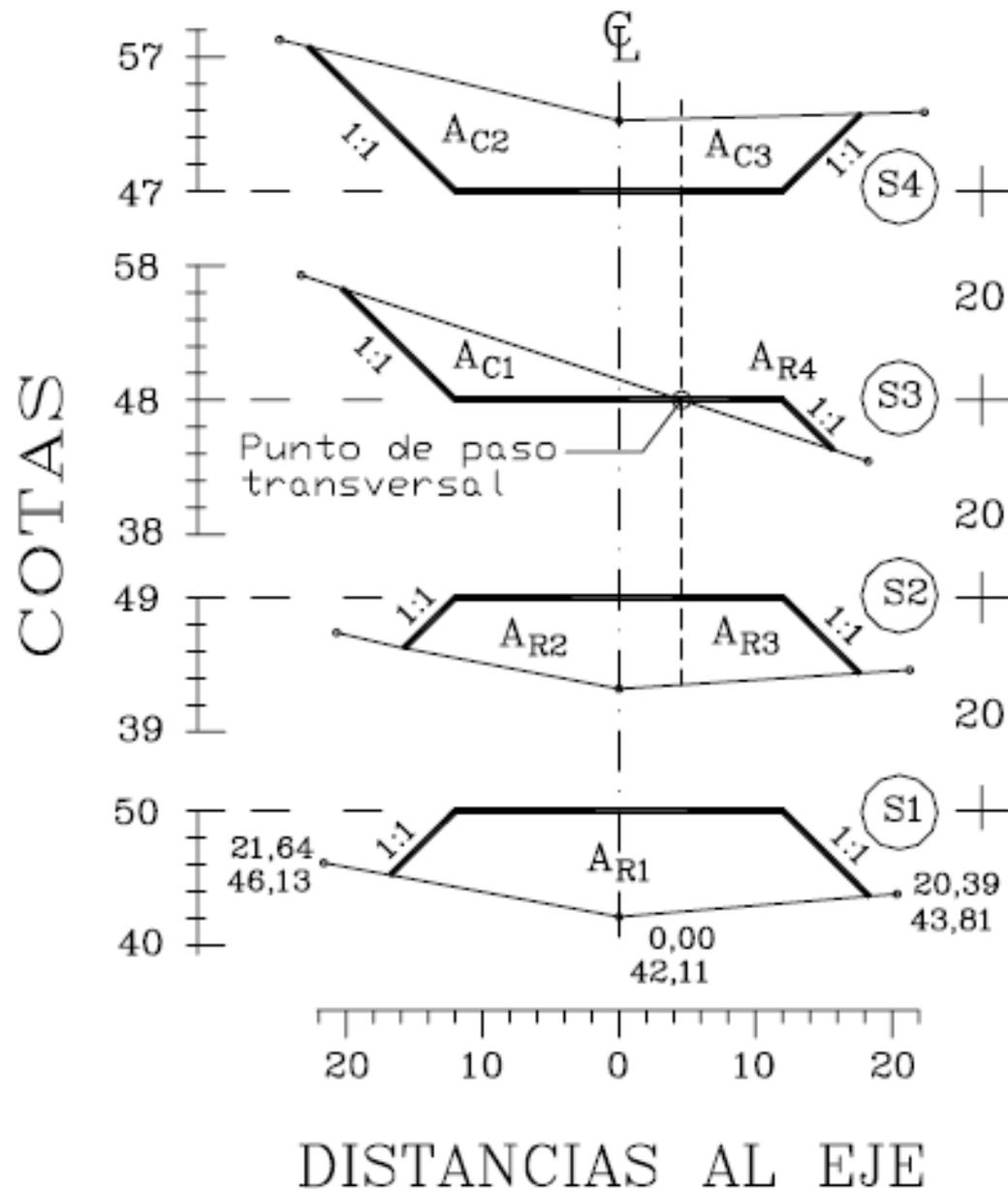
$$d_c = \frac{A_c}{A_c + A_r} * d$$

$$d_r = \frac{A_r}{A_c + A_r} * d$$

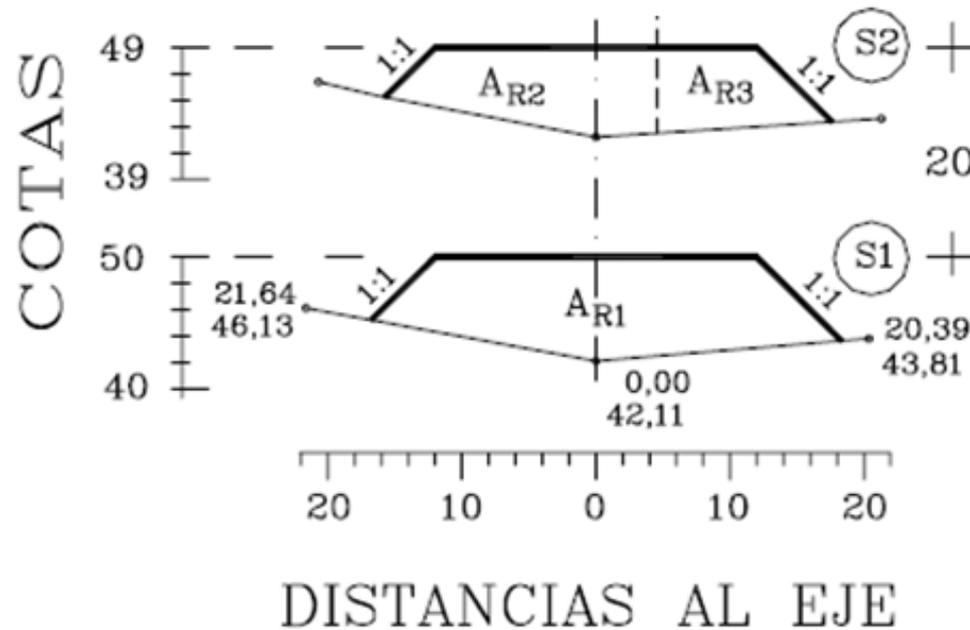
$$V_c = \frac{A_c^2}{(A_c + A_r)} * \frac{d}{2}$$

$$V_r = \frac{A_r^2}{(A_c + A_r)} * \frac{d}{2}$$

Para mejor comprensión revisemos este gráfico

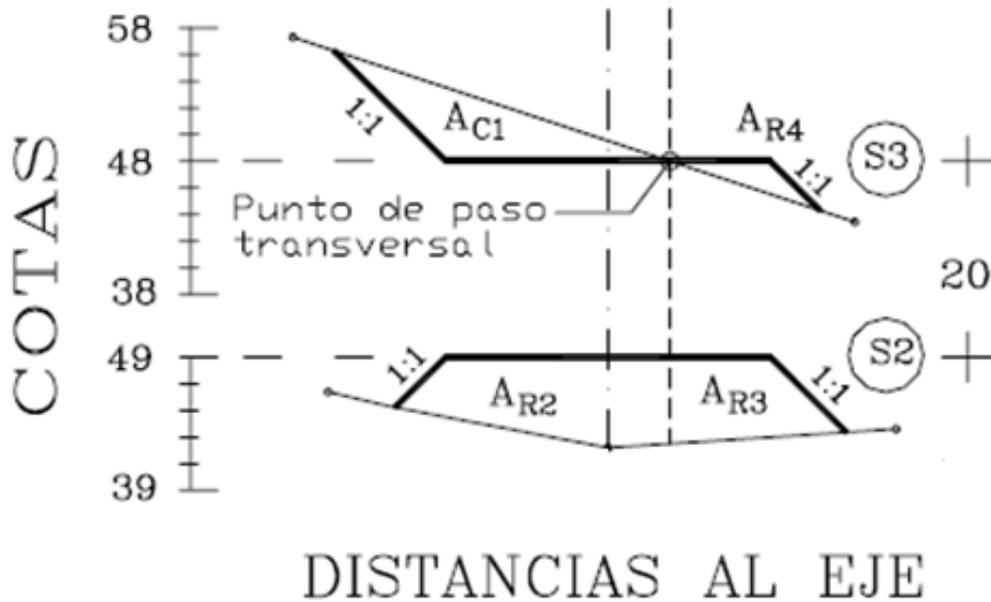


Fórmula de Cálculo



$$VR_{S1-S2} = \frac{l}{2} [AR_1 + (AR_2 + AR_3)] * d$$

Fórmula de Cálculo



Volumen de Relleno:

$$V_{R2-C1} = \frac{1}{2} \left(\frac{A_{R2}^2}{A_{C1} + A_{R2}} \right) * d$$

$$V_{R3-R4} = \left(\frac{A_{R3} + A_{R4}}{2} \right) * d$$

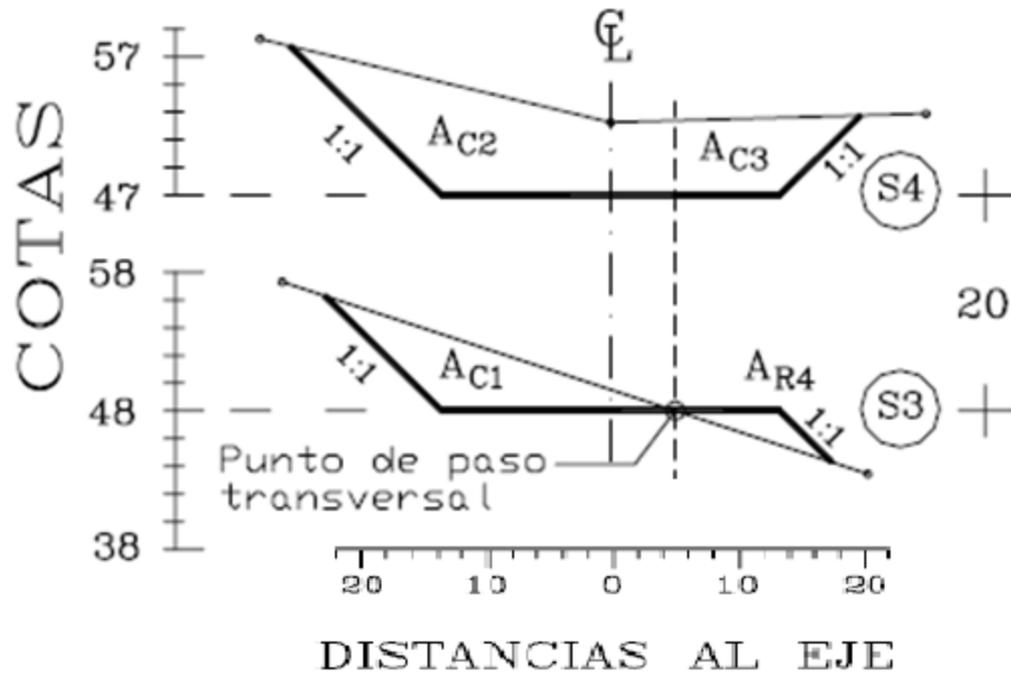
$$VR_{S2-S3} = V_{R2-C1} + V_{R3-R4}$$

Volumen de Corte:

$$V_{C1-R2} = \frac{1}{2} \left(\frac{A_{C1}^2}{A_{C1} + A_{R2}} \right) * d$$

$$VC_{S2-S3} = V_{C1-R2}$$

Fórmula de Cálculo



$$V_{C3-R4} = \frac{l}{2} \left(\frac{A_{C3}^2}{A_{C3} + A_{R4}} \right) * d$$

$$V_{C1-C2} = \left(\frac{A_{C1} + A_{C2}}{2} \right) * d$$

Otras Fórmulas Básicas

Secciones transversales a nivel:

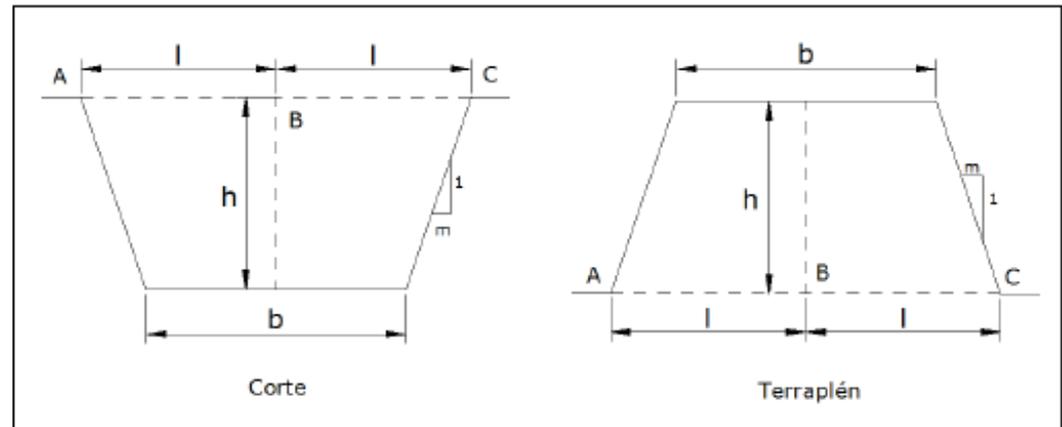


Figura 3.5 Secciones transversales a nivel.

Fuente: La autora.

$$AB = BC = l = \frac{b}{2} + mh$$

$$Area = h(b + mh)$$

Donde:

h = Altura o profundidad

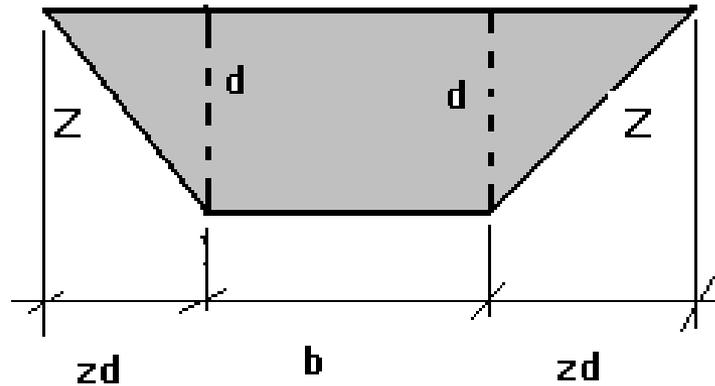
b = Ancho de la corona

l = Ancho lateral

m = Talud

Otras Fórmulas Básicas

**Secciones
transversales a
nivel:**



$$A = \frac{1}{2} d (b + 2zd) + b$$

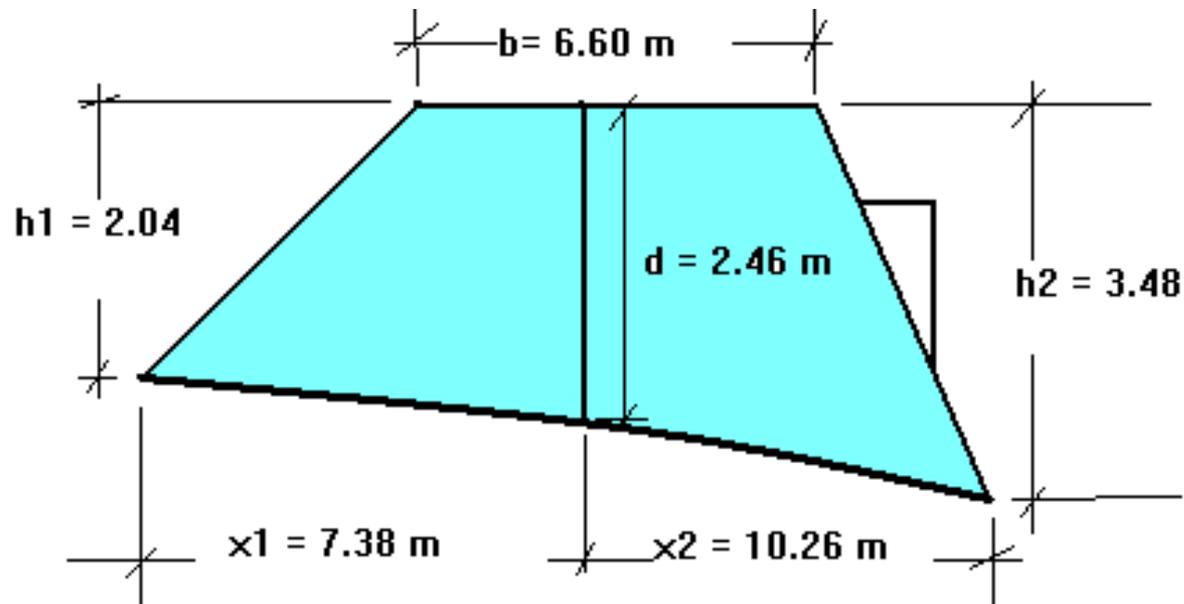
$$A = zd^2 + bd \text{ donde,}$$

d: es la profundidad de corte

b: ancho de la base

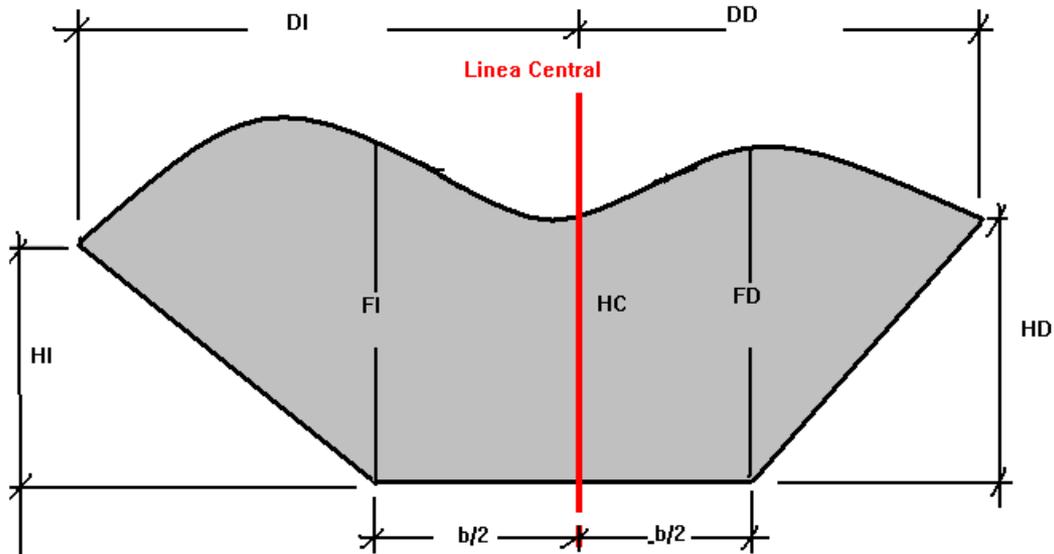
z: pendiente de taludes

Secciones con nivel variable o a tres niveles:



$$A = \frac{1}{2} [b/2 (h_1 + h_2) + d (x_1 + x_2)]$$

Sección a cinco niveles:



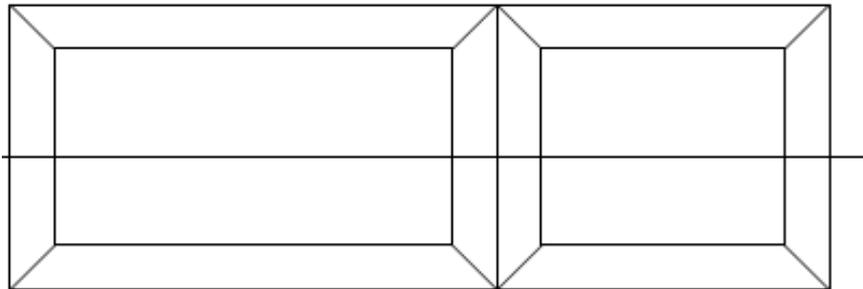
$$A = \frac{1}{2} [DI FI + B HC + DB FD]$$

CONSTRUCCIÓN DE TERRRAZAS

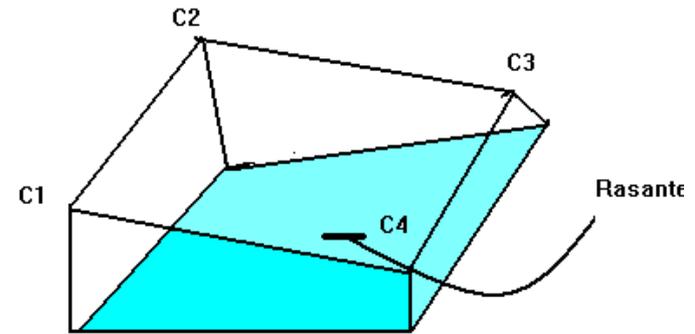
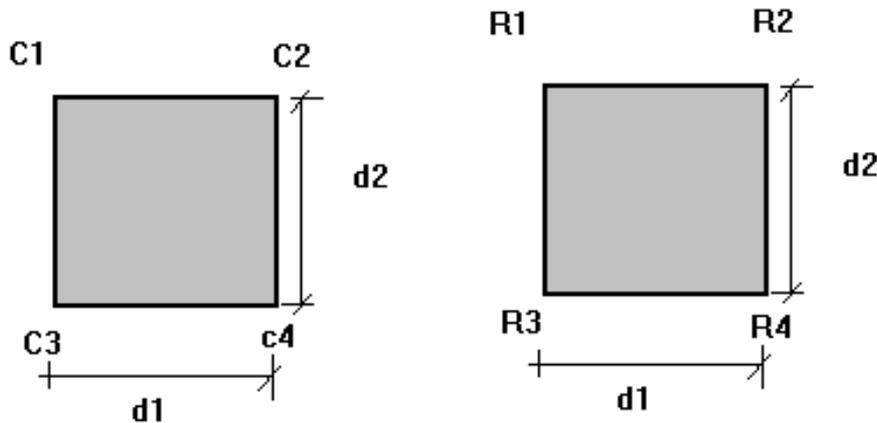
Perfil del terreno



Vista en planta



Caso I. Todos los vértices en corte o relleno



$$V_c = A_c * C$$

$$A_c = d1 * d2$$

$$C = C1 + C2 + C3 + C4$$

donde,

A_c = Área de corte

C = Corte promedio

V_c = Volumen de corte

*Igual si es sólo relleno.

Caso II. Dos puntos en relleno y dos en corte en igual dirección

Los volúmenes de corte y relleno serán

$$V_c = \frac{1}{2} (X_1 + X_2) (d_1) C$$

$$C = (C_1 + C_2)/4$$

$$X_1 = [d_2/(R_1+C_1)] * C_1$$

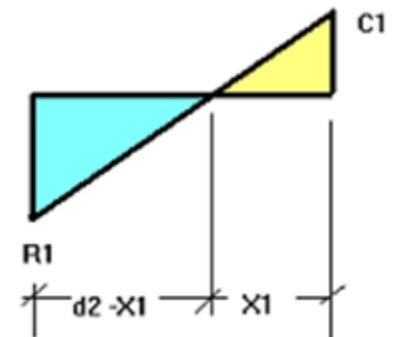
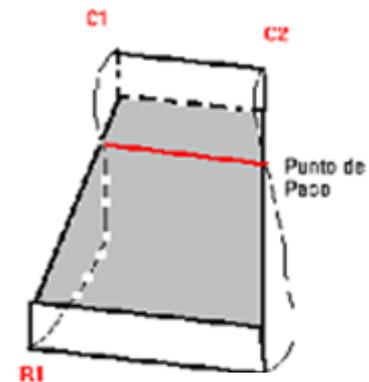
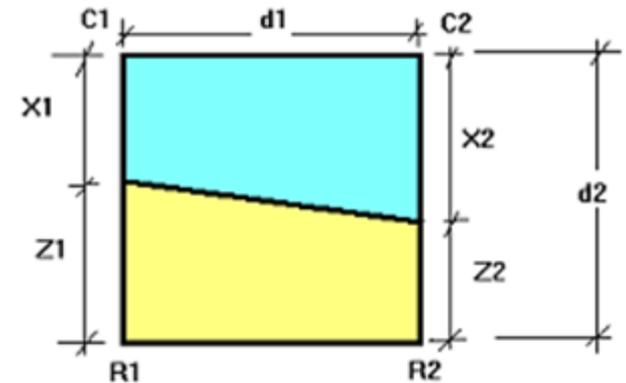
$$X_2 = [d_2/(R_2+C_2)] * C_2$$

$$V_R = \frac{1}{2} (z_1 + z_2) (d_1) R$$

$$R = (R_1 + R_2)/4$$

$$Z_1 = d_2 - x_1$$

$$Z_2 = d_2 - X_2$$



Caso III. Tres vértices en corte y uno en relleno o viceversa.

Por relaciones se puede establecer que:

$$X1 = R1 \, d1 / (R1 + C3)$$

$$Y1 = R1 \, d2 / (R1 + C1)$$

$$AR = \frac{1}{2} X1 \, Y1$$

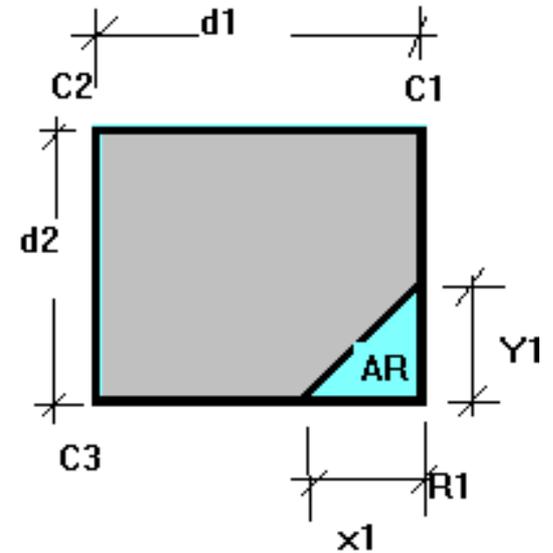
$$R = R1 / 3$$

$$\text{Volumen de relleno} = VR = AR * R$$

$$\text{Área de corte} = Ac = \text{Área total} - \text{Área de relleno}$$

$$\text{Volumen de corte} = Ac * C$$

$$C = (C1 + C2 + C3) / 5$$



Caso IV. Dos vértices en corte y dos en diagonal

$$AR1 = \frac{1}{2} X2 X1$$

$$AR2 = \frac{1}{2} Y2 Y1$$

$$R1 = R1/3$$

$$R2 = R2/3$$

$$VR1 = AR1 R1$$

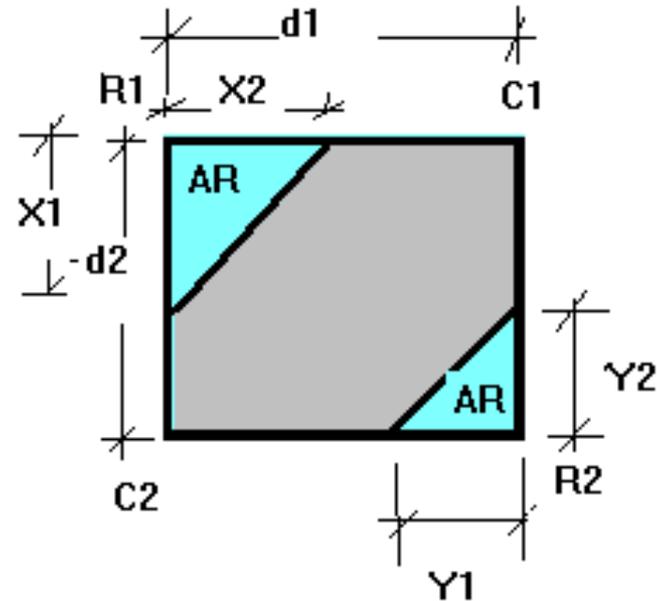
$$VR2 = AR2 R2$$

$$V_{total} = VR1 + VR2$$

Área de corte = Área total – Área de relleno

$$C = (C1 + C2)/6$$

$$\text{Volumen de corte} = Vc = Ac * C$$



Bibliografía consultada

- Sergio Navarro Hudiel. UNI Norte. Topografía II. Disponible en <http://sjnavarro.wordpress.com/topografia-ii/>
- Leonardo Casanova M. Capítulo 1. Elementos de Geometría.
- Topografía Aplicada. Nadia Chacón Mejía. Disponible en <http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-3-replanteo-y-calculo-de-volumenes.pdf>

GRACIAS

