

# ***CAMINOS I***

***MOVIMIENTO DE SUELOS***

***DIAGRAMA de MASAS (BRUCKNER)***

**Ing. Federico A. Mainardi**

# Trazado de la Rasante

El factor primordial que se considera para trazar la rasante es el volumen de movimiento de suelos que será necesario efectuar.

**Método básico:** trazar la rasante lo más cerca posible del nivel del terreno natural.

- ❑ Llano
- ❑ Ondulado
- ❑ Montañoso



**Dificultad creciente**

**Método aplicado:** trazar la rasante de modo que exista un balance entre el volumen excavado y el volumen de terraplén => **minimizar el movimiento de suelos.**

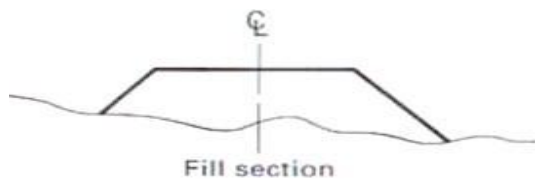
**Consideraciones:**

- ❑ Puntos fijos (FFCC, caminos y puentes existentes)
- ❑ Altura suficiente sobre niveles de agua
- ❑ Distancia visual mínima

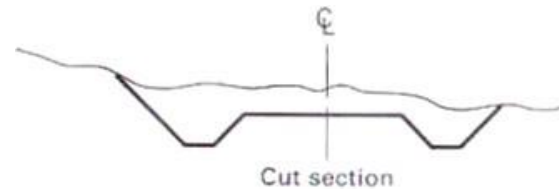
# Movimiento de Suelos

## Secciones Transversales

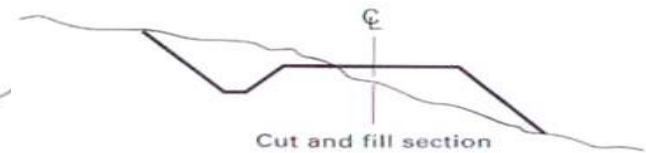
Son proyecciones sobre un plano perpendicular al eje del camino. Las secciones se toman cada  $x$  (m) de acuerdo a la topografía de la zona y se calculan las áreas.



Sección en Terraplén



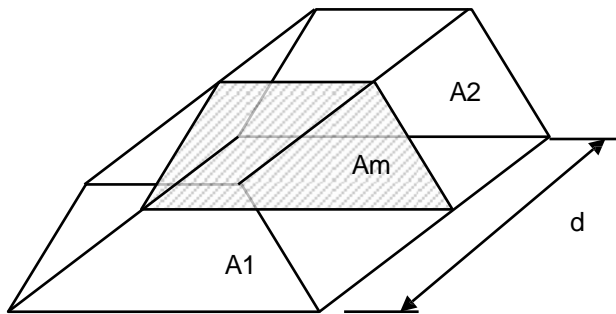
Sección en Desmonte



Semiperfil en Terraplén y Desmonte

## Volumen de Suelo entre Secciones

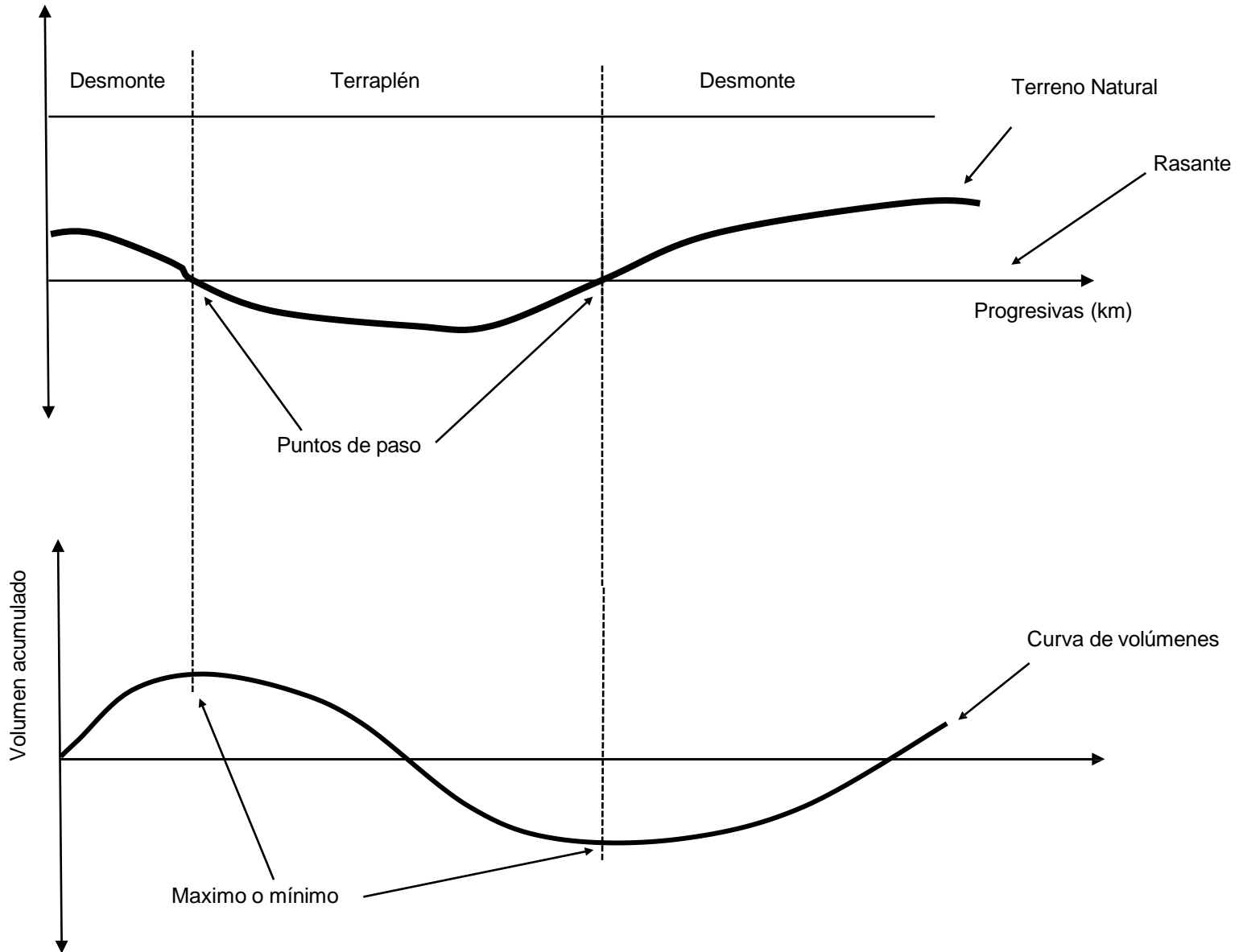
Una vez calculadas las áreas, se toma el volumen entre dos secciones considerando que la traza entre las mismas es recta.



Si  $d$  es pequeño se puede tomar: 
$$A_m = \frac{(A_1 + A_2)}{2}$$

Con lo cual el volumen resulta: 
$$V = A_m * d$$

# DIAGRAMA DE BRUCKNER



# DIAGRAMA DE BRUCKNER

PROG.	COTA ROJA	SECCIONES			SECCIONES MEDIAS			DISTANCIA	VOLUMENES			VOL. EQUIV		DIFERENCIAS		
		Desmonte	Cunetas	Terraplen	Desmonte	Cunetas	Terraplen		Desmonte	Cunetas	Terraplen	Desmonte	Terraplen	Parciales	Acumuladas	
0	0,4															
100	0,25															
200	0,1															
300	-0,2															
400	-0,5															
500	-0,8															
600	-0,75															
700	-0,5															
800	-0,15															
900	0,05															
1000	0,25															
1100	0,6															
1200	0,9															
1280	0,55															



COTA ROJA = COTA RASANTE - COTA TERRENO

$$\text{SEC. MEDIA} = \frac{S(i) + S(i+1)}{2}$$

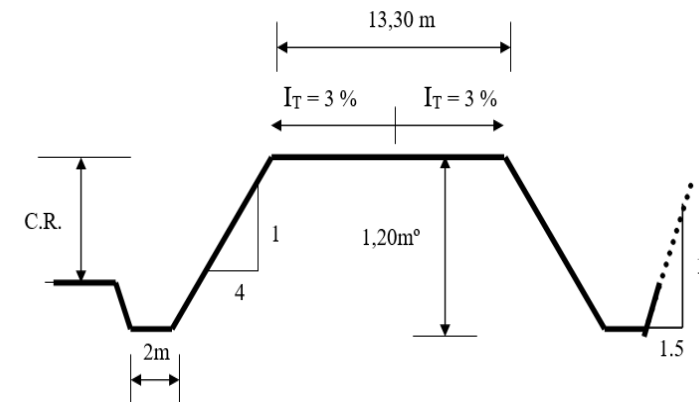
DISTANCIA = PROG (i) - PROG (i+1)

VOLUMENES = SEC. x DIST.

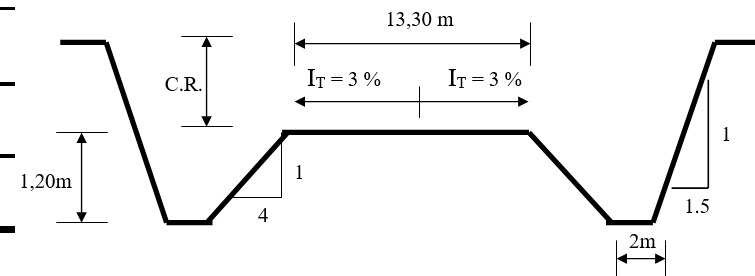
# DIAGRAMA DE BRUCKNER

PROG.	COTA ROJA	SECCIONES			D
		Desmonte	Cunetas	Terraplen	
0	0,4	0	3,1	28,4	
100	0,25	0	4,9	14,2	—
200	0,1	0	6,2	1,5	—
300	-0,2	12	8,3	0	—
400	-0,5	30	8,3	0	—
500	-0,8	58	8,3	0	—
600	-0,75	52	8,3	0	—
700	-0,5	30	8,3	0	—
800	-0,15	10	8,3	0	—
900	0,05	3	6,9	0,7	—
1000	0,25	0	4,9	14,2	—
1100	0,6	0	3,1	52,2	—
1200	0,9	0	0	80,4	—
1280	0,55	0	3,1	39,1	

*PERFIL TRANSVERSAL TERRAPLEN*



*PERFIL TRANSVERSAL DESMONTE*



# DIAGRAMA DE BRUCKNER

PROG.	COTA ROJA	SECCIONES			SECCIONES MEDIAS			DISTANCIA
		Desmante	Cunetas	Terraplen	Desmante	Cunetas	Terraplen	
0	0,4	0	3,1	28,4				
100	0,25	0	4,9	14,2	0	4	21,3	100
200	0,1	0	6,2	1,5	0	5,55	7,85	100
300	-0,2	12	8,3	0	6	7,25	0,75	100
400	-0,5	30	8,3	0	21	8,3	0	100
500	-0,8	58	8,3	0	44	8,3	0	100
600	-0,75	52	8,3	0	55	8,3	0	100
700	-0,5	30	8,3	0	41	8,3	0	100
800	-0,15	10	8,3	0	20	8,3	0	100
900	0,05	3	6,9	0,7	6,5	7,6	0,35	100
1000	0,25	0	4,9	14,2	1,5	5,9	7,45	100
1100	0,6	0	3,1	52,2	0	4	33,2	100
1200	0,9	0	0	80,4	0	1,55	66,3	100
1280	0,55	0	3,1	39,1	0	1,55	59,75	80

# DIAGRAMA DE BRUCKNER

n	SECCIONES MEDIAS			DISTANCIA	VOLUMENES		
	Desmonte	Cunetas	Terraplen		Desmonte	Cunetas	Terraplen
	0	4	21,3	100	0	400	-2130
	0	5,55	7,85	100	0	555	-785
	6	7,25	0,75	100	600	725	-75
	21	8,3	0	100	2100	830	0
	44	8,3	0	100	4400	830	0
	55	8,3	0	100	5500	830	0
	41	8,3	0	100	4100	830	0
	20	8,3	0	100	2000	830	0
	6,5	7,6	0,35	100	650	760	-35
	1,5	5,9	7,45	100	150	590	-745
	0	4	33,2	100	0	400	-3320
	0	1,55	66,3	100	0	155	-6630
	0	1,55	59,75	80	0	124	-4780



# DIAGRAMA DE BRUCKNER

C/A	VOLUMENES			VOL. EQUIV	
	Des monte	Cunetas	Terraplen	Des monte	Terraplen
	0	400	-2130	400	-2982
	0	555	-785	555	-1099
	600	725	-75	1325	-105
	2100	830	0	2930	0
	4400	830	0	5230	0
	5500	830	0	6330	0
	4100	830	0	4930	0
	2000	830	0	2830	0
	650	760	-35	1410	-49
	150	590	-745	740	-1043
	0	400	-3320	400	-4648
	0	155	-6630	155	-9282
	0	124	-4780	124	-6692

## VOLUMENES EQUIVALENTES

DESMONTE = VOL (DESMONTE) + VOL (CUNETAS)

TERRAPLEN = VOL (TERRAPLEN) x Coef.

Coef. = alrededor de 1,4 (compactación + perdidas)

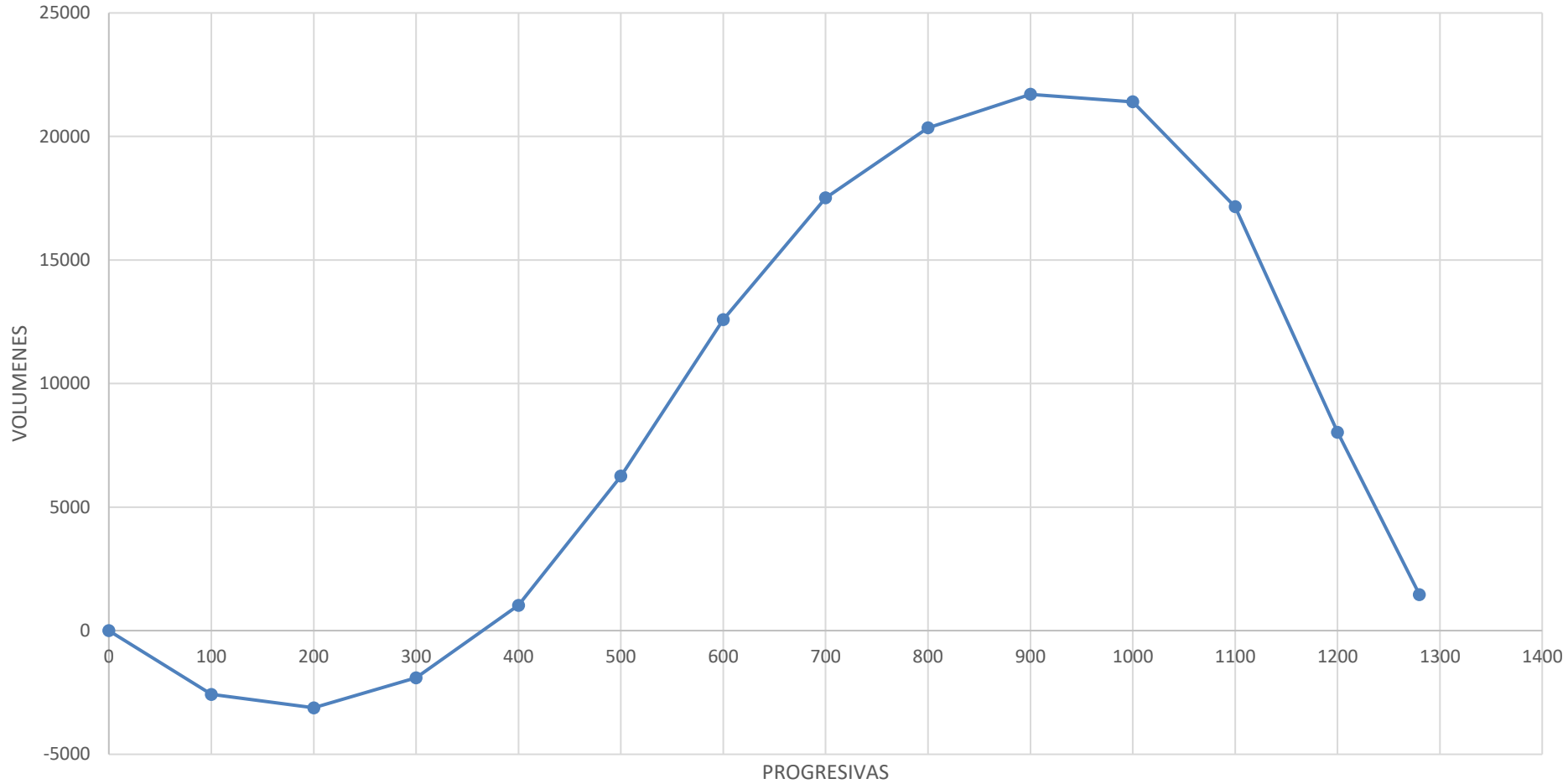
# DIAGRAMA DE BRUCKNER

	VOL. EQUIV		DIFERENCIAS	
an	Des monte	Terraplen	Parciales	Acumuladas
	400	-2982	-2582	
	555	-1099	-544	
	1325	-105	1220	
	2930	0	2930	
	5230	0	5230	----
	6330	0	6330	
	4930	0	4930	
	2830	0	2830	
	1410	-49	1361	
	740	-1043	-303	
	400	-4648	-4248	.....
	155	-9282	-9127	
	124	-6692	-6568	

# DIAGRAMA DE BRUCKNER

	VOL. EQUIV		DIFERENCIAS	
an	Des monte	Terraplen	Parciales	Acumuladas
	400	-2982	-2582	-2582
	555	-1099	-544	-3126
	1325	-105	1220	-1906
	2930	0	2930	1024
	5230	0	5230	6254
	6330	0	6330	12584
	4930	0	4930	17514
	2830	0	2830	20344
	1410	-49	1361	21705
	740	-1043	-303	21402
	400	-4648	-4248	17154
	155	-9282	-9127	8027
	124	-6692	-6568	1459

# DIAGRAMA DE BRUCKNER

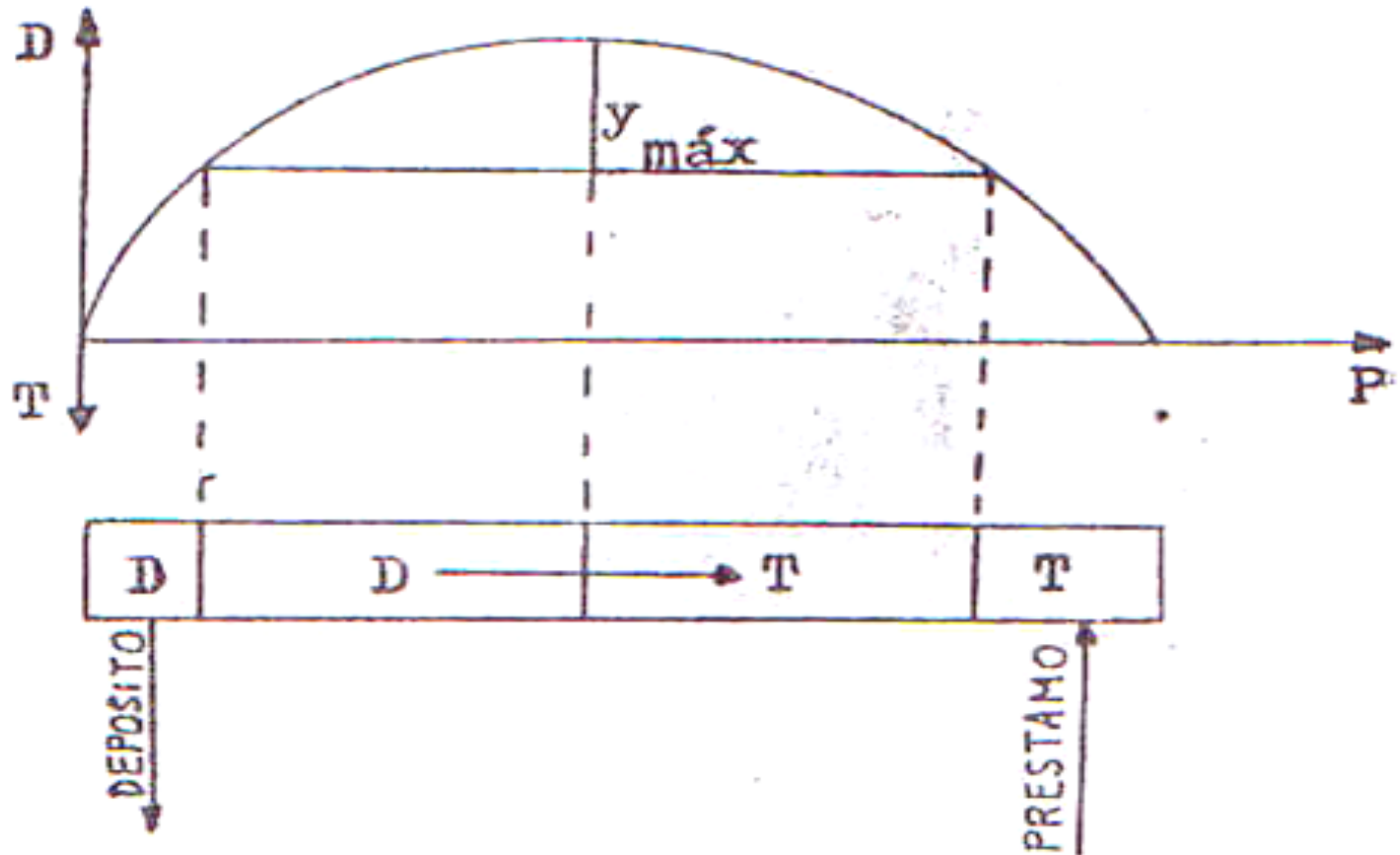


# DIAGRAMA DE BRUCKNER

- La ordenada de un punto cualquiera mide el volumen acumulado desde el origen.
- La curva de volúmenes es ascendente para desmontes y descendente para terraplenes.
- Un máximo o un mínimo de la curva, son puntos de paso entre terraplenes y desmontes.
- La diferencia entre dos ordenadas respecto de una horiz. cualquiera mide el volumen disponible entre ellas.

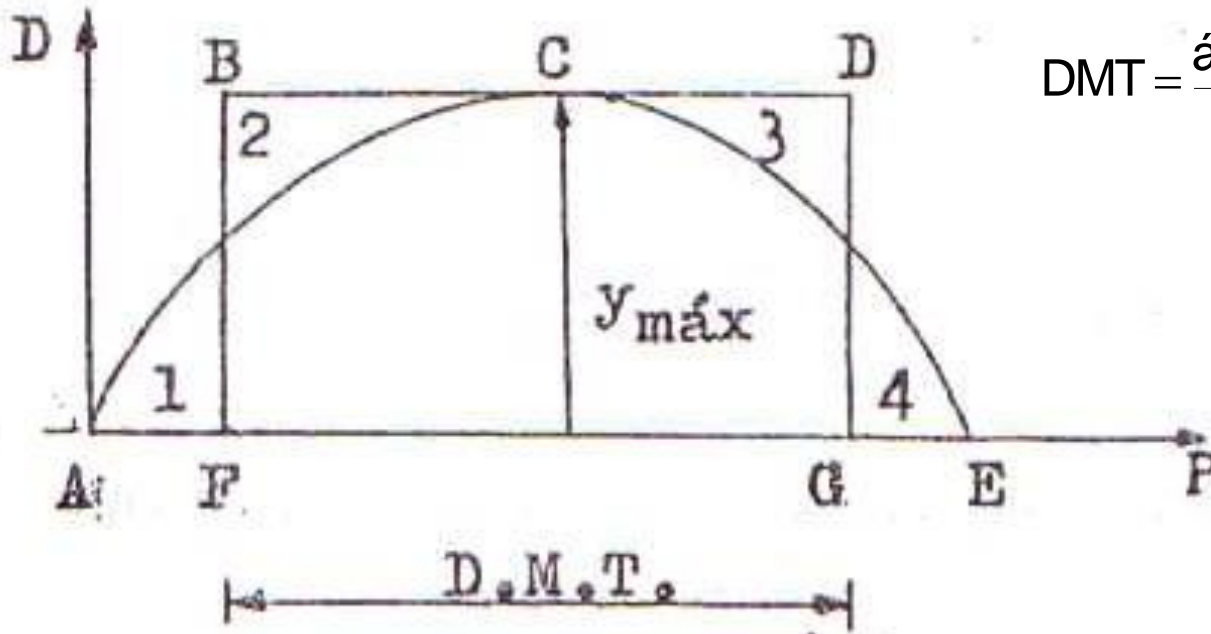
# DIAGRAMA DE BRUCKNER

➤ Entre las secciones correspondientes a los puntos de intersección de una horizontal cualquiera con la curva de volúmenes, existe compensación entre desmonte y terraplén. El volumen total de tierra a transportar está dado por la ordenada máxima.



# DIAGRAMA DE BRUCKNER

➤ El área de cada cámara de compensación respecto a una horizontal cualquiera mide el momento de transporte. El área dividida por la ordenada máxima es la distancia media de transporte (DMT). Existe entonces un rectángulo de área equivalente al área de la onda y que tiene por altura el volumen de tierra a transportar.



$$DMT = \frac{\text{área de la onda o cámara}}{\text{ordenada máxima}}$$

$$\text{área ACE} = \text{área FBDG}$$

$$\text{área 1} = \text{área 2}$$

$$\text{área 3} = \text{área 4}$$

# REGLAS DE CORINI

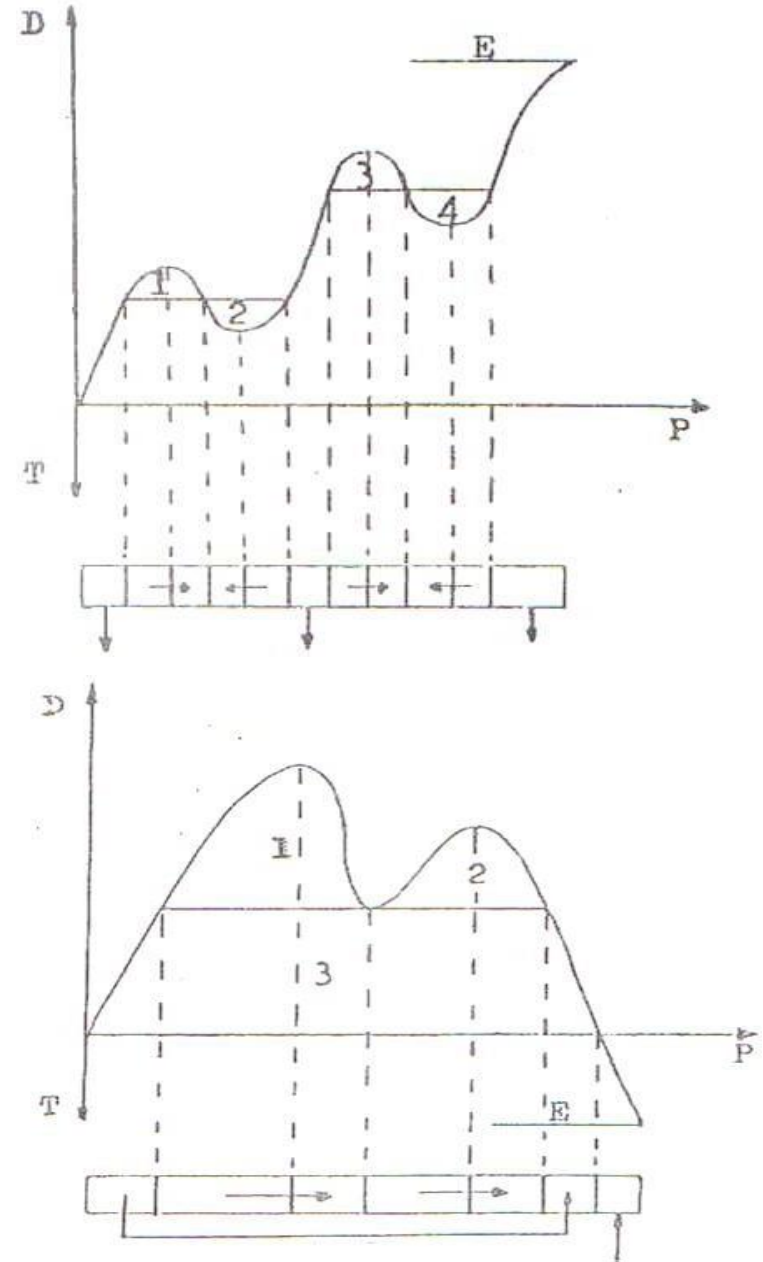
**Ayudan a optimizar el movimiento de suelos**

1.-La long. de distribución estará comprendida entre la fundamental y una horizontal trazada por la sección extrema.

2.-Se trazarán diversas horizontales de compensación comprendiendo cada una un monte y un valle de igual base.

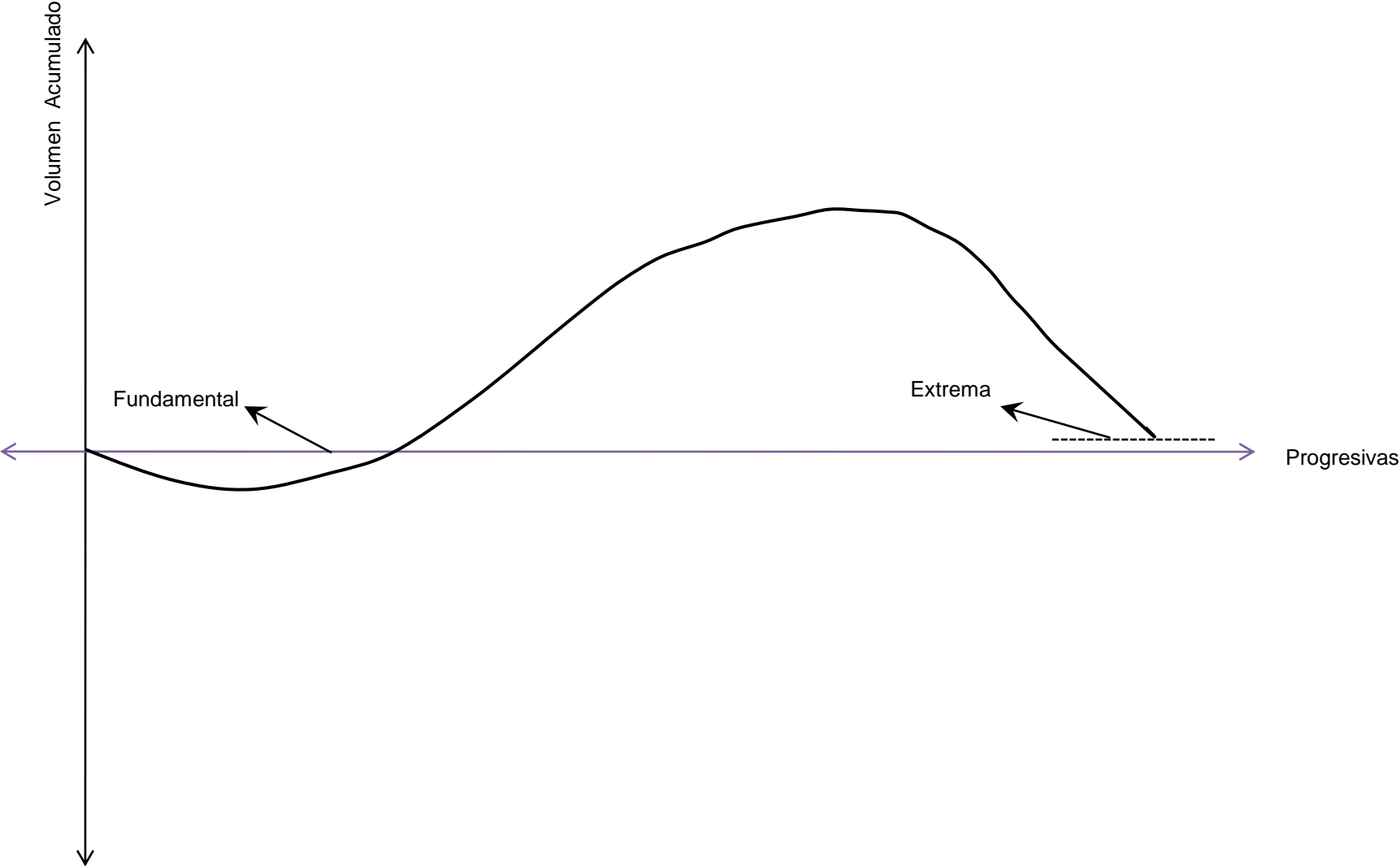
3.-De no ser posible la 2, se trazarán horizontales, en sentido ascendente o descendente, comprendiendo más valles y más montes, de modo que la suma de la base de los montes sea igual a la suma de la base de los valles.

4.-La horizontal de distribución secundaria (dentro de una cámara autocompensada) debe ser tangente a la onda.

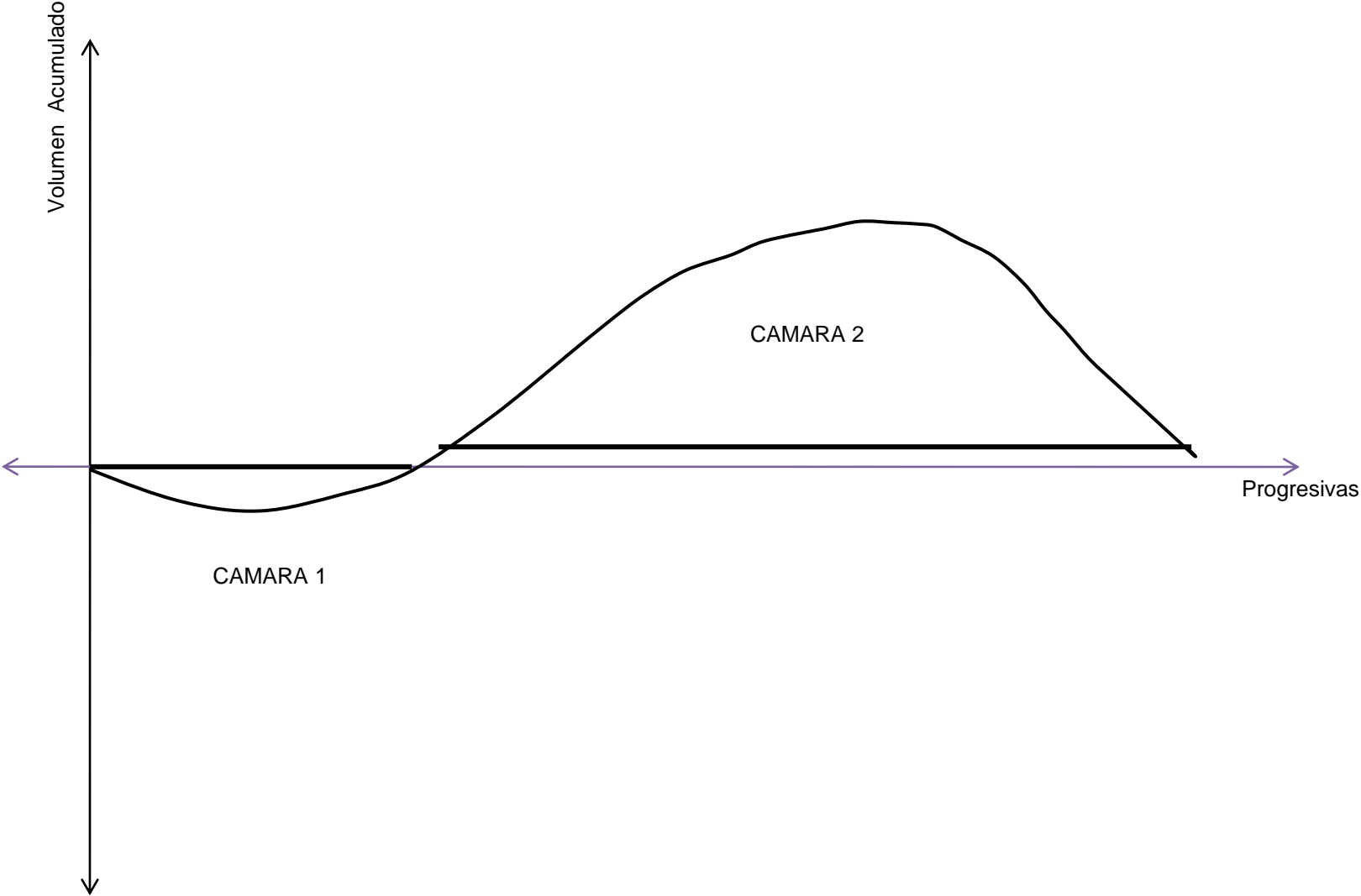




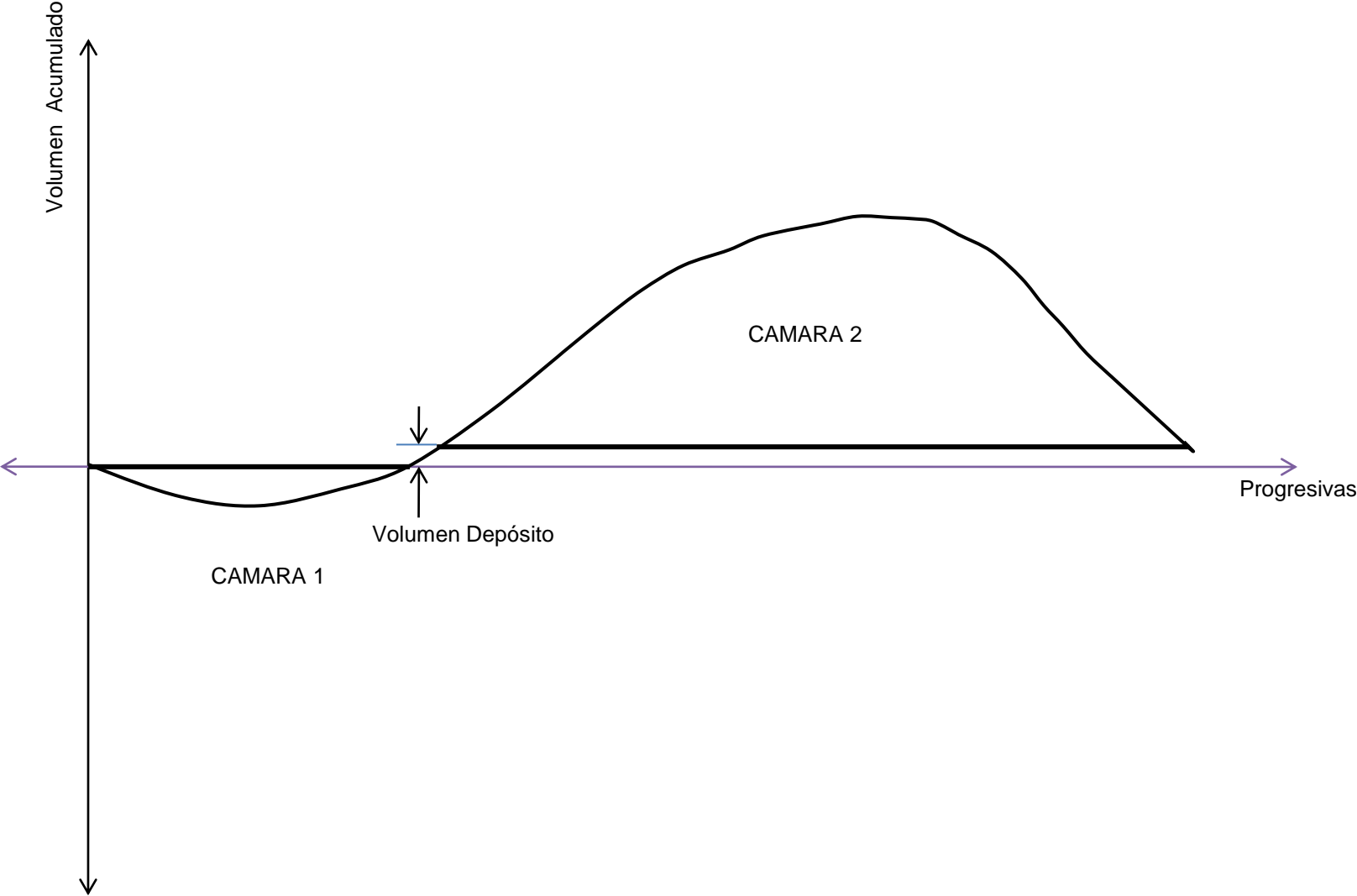
# DIAGRAMA DE BRUCKNER



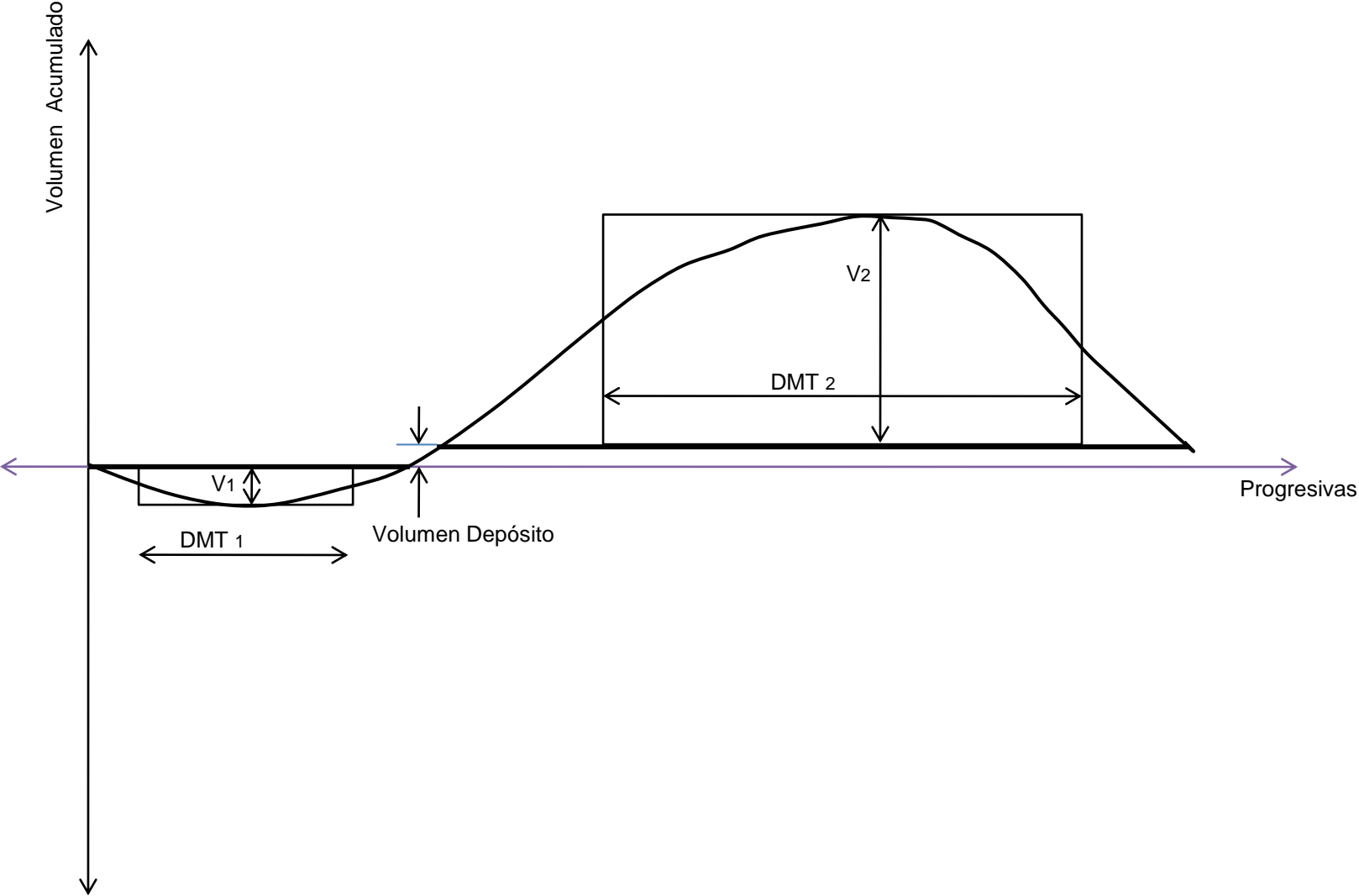
# DIAGRAMA DE BRUCKNER



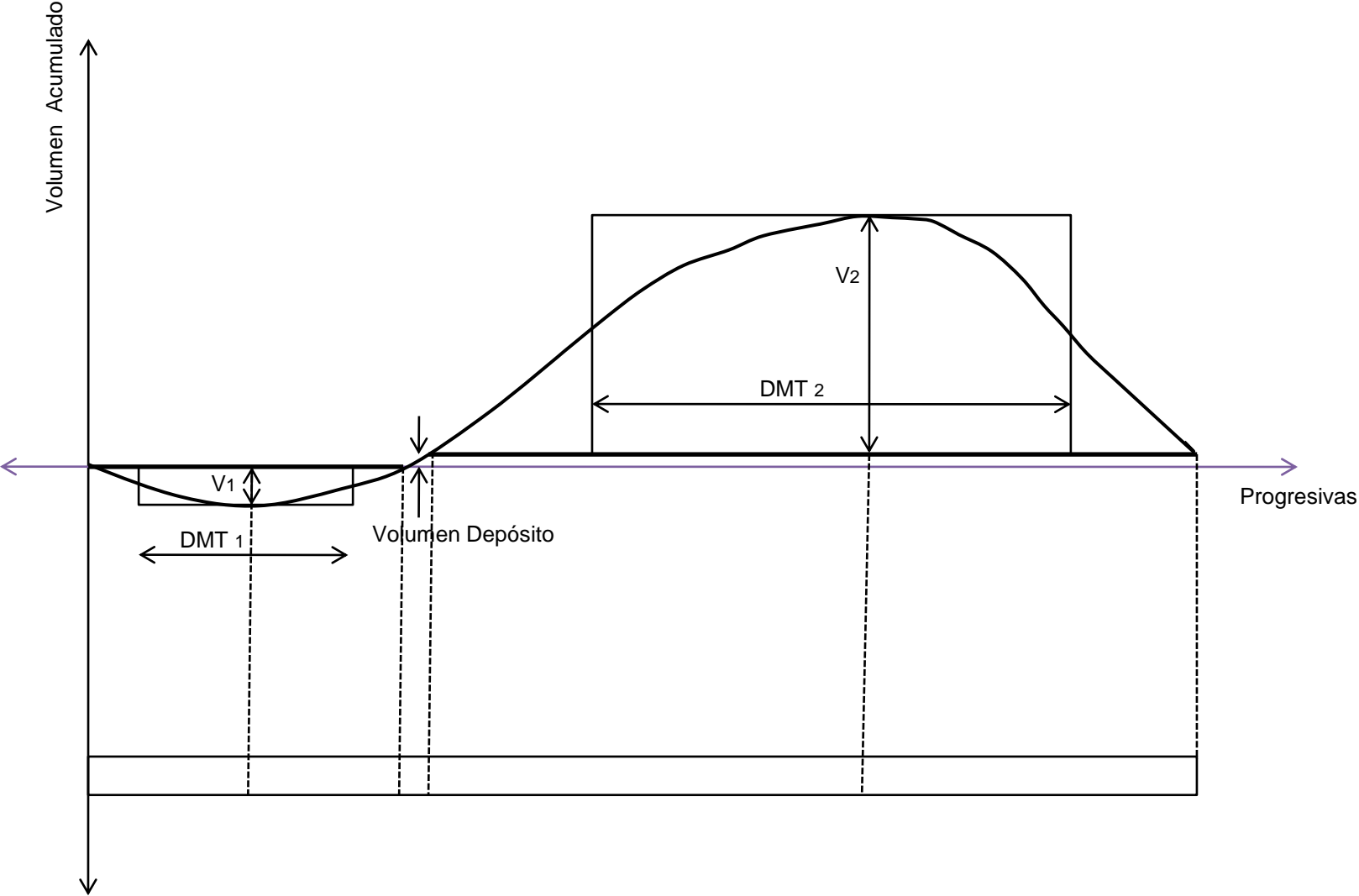
# DIAGRAMA DE BRUCKNER



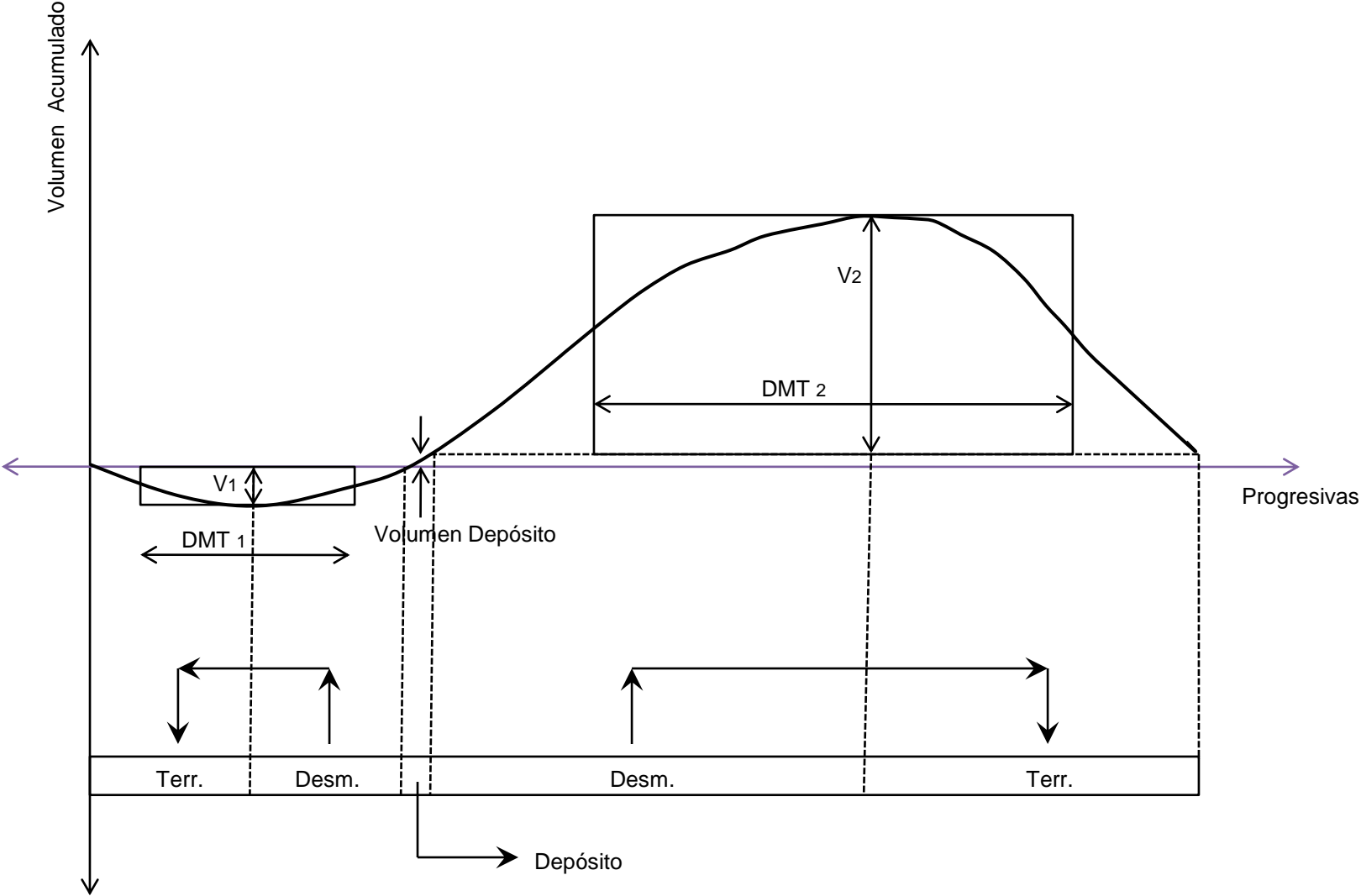
# DIAGRAMA DE BRUCKNER



# DIAGRAMA DE BRUCKNER



# DIAGRAMA DE BRUCKNER





# COMPENSACIÓN LONGITUDINAL DE SUELOS

---

**MOMENTO DE TRANSPORTE:** es el trabajo necesario para mover un volumen de suelo desde su posición original, una determinada distancia, hasta la posición final de proyecto.

Puede calcularse como el producto del volumen transportado (ordenada) por la D.M.T. (abscisa).-

$$MT [Hm-m^3] = vol. tierra [m^3] * DMT [Hm]$$

Gráficamente, es el área entre la curva del Diagrama de masas y la fundamental



# COMPENSACIÓN LONGITUDINAL DE SUELOS

---

## DISTANCIAS:

- **Distancia Media de Transporte.**- Es la distancia comprendida entre el centro de gravedad de la zona de excavación y la zona donde se va a terraplenar.
- **Distancia Libre de Transporte.**- Es la distancia por la cual el transporte de suelo no recibe pago directo, pues su precio se halla incluido en el precio del contrato de movimiento de suelo. Es la distancia de movimiento que necesitan los equipos para realizar la carga de suelo
- **Distancia Excedente de Transporte.**- Es la distancia a pagar por los trabajos de movimientos de suelo y resulta de restar la **Distancia media de Transporte** menos la **Distancia Libre de Transporte**.