

Fórmulas Cartográficas Fundamentales

Las siguientes fórmulas se utilizan para calcular la relación de reducción (escala), distancias, áreas y pendientes en cartografía y topografía, según los datos proporcionados.

1. Fórmulas de Escala Lineal

La escala (E) es la proporción entre la distancia en el mapa (D_p) y la distancia en el terreno (D_t) **1** **2** . El denominador de la escala se representa como e **1** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Escala (E)	$E = \frac{D_p}{D_t}$ 3	
Denominador de la Escala (e)	$e = \frac{D_t}{D_p}$ 3	
Distancia en el Terreno (D_t)	$D_t = D_p \times e$ 1	

2. Fórmulas de Escala Superficial (Áreas)

Para magnitudes superficiales (área), la relación de proporción se expresa en función de la superficie en el plano (S_p) y la superficie en el terreno (S_t) **3** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Escala (E)	$E = \frac{S_p}{S_t}$ 3	
Denominador de la Escala (e)	$e = \frac{S_t}{S_p}$ 3	

*Nota: Aunque las fuentes indican la relación anterior para las áreas **3** , es importante recordar en cartografía que la relación entre la escala lineal y la de área es cuadrática. Si $E_{lineal} = 1/e$, entonces $E_{superficial} = 1/e^2$.

3. Fórmulas de Distancia y Coordenadas Cartesianas (Proyección UTM)

Estas fórmulas se utilizan en el contexto de las Coordenadas Cartesianas o proyectadas (como UTM) **4** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Distancia Reducida (D_r) (Distancia entre dos puntos A y B)	$D_r = \sqrt{(X_b - X_a)^2 + (Y_b - Y_a)^2}$ 4	
Cálculo de Coordenada X (proyectada)	$X_b = X_a + \Delta x$ o $X_b = X_a + (D_r \times \text{sen } \theta)$ 4	
Cálculo de Coordenada Y (proyectada)	$Y_b = Y_a + \Delta Y$ o $Y_b = Y_a + (D_r \times \text{cos } \theta)$ 4	

Donde D_r es la Distancia Reducida y θ es el Acimut/Orientación del segmento AB **4** .

4. Fórmulas de Orientación Angular (Acimut/Orientación UTM)

La orientación (O) o acimut se calcula a partir de las diferencias de coordenadas ΔX y ΔY **4** **5** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Cálculo de Orientación (O)	$O = \text{Arctg } \frac{\Delta X}{\Delta Y}$ 4 ...	

*Nota: El cálculo final del ángulo θ (Acimut) o O (Orientación UTM) debe considerar el cuadrante donde se ubica el punto para dar el valor correcto (por ejemplo, en el sistema centesimal: $0 \leq \theta < 100$ para el 1º Cuadrante, $100 \leq \theta < 200$ para el 2º, etc.) **4** .

5. Fórmulas de Relaciones Angulares (Norte Geográfico vs. Cuadrícula)

Estas fórmulas relacionan el Acimut Topográfico (θ) con la Orientación UTM (O) y el Rumbo Magnético (R) **4** .

Relación	Fórmula	Símbolos	Referencia
Acimut vs. Orientación UTM	$\theta = O \pm \omega$	ω = Convergencia de meridianos 4	
Rumbo vs. Acimut/Orientación	$R = \theta \pm \delta$ o $R = O \pm \omega \pm \delta$	δ = Declinación Magnética 4	

6. Fórmulas de Pendiente (Relieve)

La pendiente (P) puede expresarse en porcentaje, tangente o ángulo (α) **7** , donde h es el desnivel (ΔZ) y D_r es la Distancia Reducida **7** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Pendiente en Porcentaje (%)	$\% = \frac{h}{D_r} \times 100$ 7	
Pendiente como Tangente (P)	$P = \tan \alpha = \frac{h}{D_r} = \frac{\Delta Z}{D_r}$ 7	
Pendiente como Ángulo (α)	$\alpha = \arctan \frac{h}{D_r}$ 7	
Cálculo Completo de Pendiente (P) (usando coordenadas X, Y, Z)	$P = \frac{Z_2 - Z_1}{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}$ 7	

7. Fórmulas de Área por Coordenadas

El área de un polígono se puede calcular a partir de las coordenadas X_i, Y_i de sus n vértices **8** .

Concepto	Fórmula	Referencia
Área de un Polígono (Método de la Coordenada)	$\text{Área} = \frac{\sum_{i=1}^n [X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})]}{2}$ o $\text{Área} = \frac{\sum_{i=1}^n [Y_i \cdot (X_{i+1} - X_{i-1})]}{2}$ 5 8	

*Nota: La convención indica que si los vértices se enumeran en sentido antihorario, el resultado es positivo; si es horario, el valor es negativo y se debe cambiar el signo **8** .