



Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Engenharia Agrícola
Disciplina: Topografia Básica
Facilitadores: Nonato, Julien, Fabrício e Rogério



**AULA 08 – CÁLCULO E AJUSTE DE
POLIGONAIS FECHADAS**

Poligonação ou Caminhamento



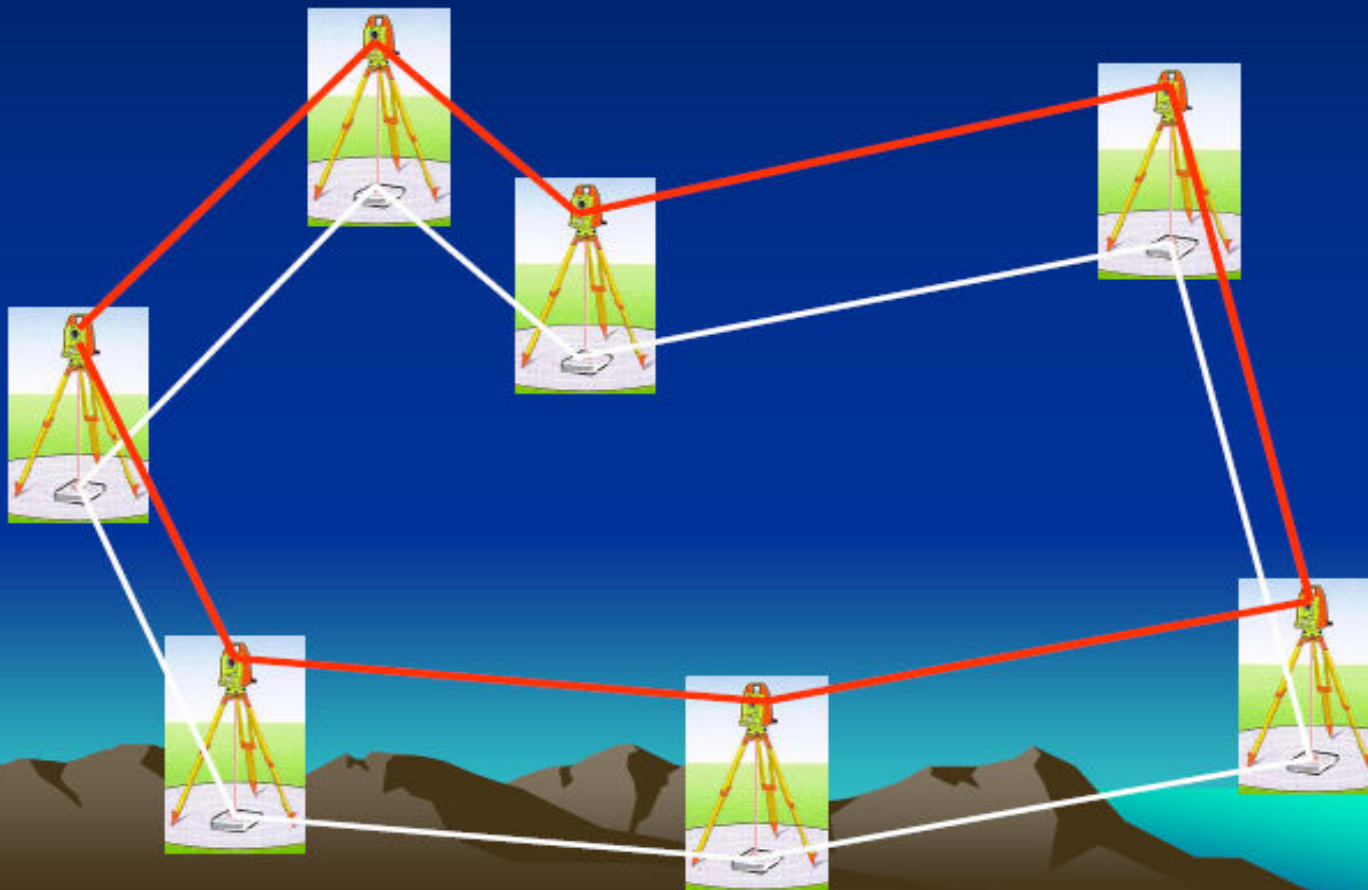
Este processo consiste na medida dos lados sucessivos de uma poligonal e na determinação dos ângulos que esses lados formam entre si, percorrendo os limites da poligonal, caminhando sobre ela.

Ângulos horizontais: internos ou deflexões.

Levantamento por caminhamento



Poligonação ou Caminhamento



Exemplo de dados obtidos no levantamento



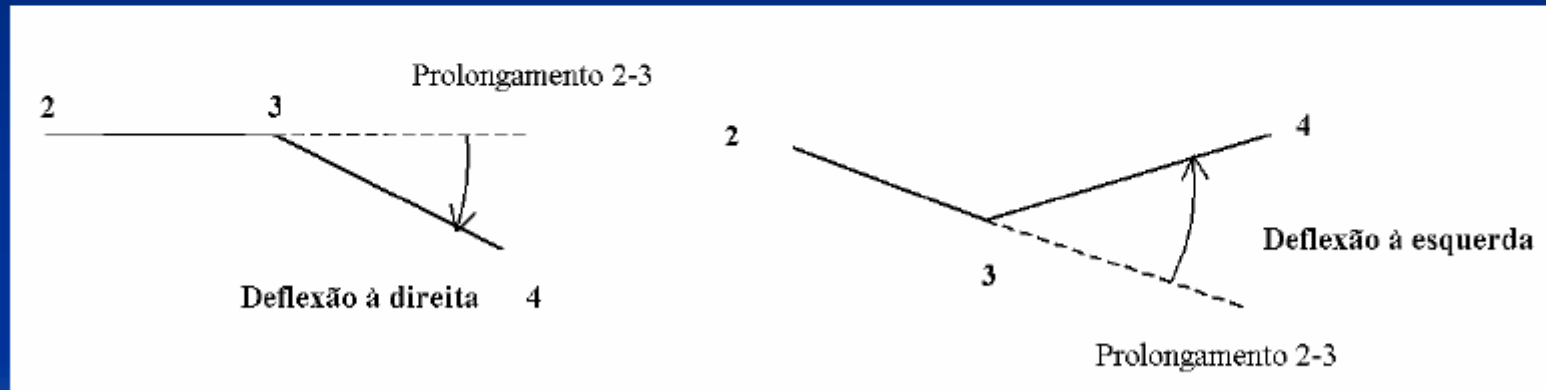
Alin.	φ	Dd	De	α	$L_s(m)$	$L_m(m)$	$L_i(m)$	DH(m)
MP – 1	148°40'			1°30'	1,305	1,1525	1,000	30,48
1 – 2			28°28'	2°28'	1,520	1,260	1,000	51,90
2 – 3		33°09'		2°20'	1,420	1,210	1,000	41,93
3 – 4		105°52'		1°08'	1,230	1,115	1,000	22,99
4 – 5		60°46'		2°14'	1,470	1,235	1,000	46,93
5 - 6			53°08'	2°30'	1,480	1,240	1,000	47,91
6 – 7		49°49'		1°02'	1,300	1,150	1,000	29,99
7 – MP		90°28'		1°30'	1,570	1,285	1,000	56,96
MP - 1		101°29'						$\Sigma=$

Deflexão



Deflexão

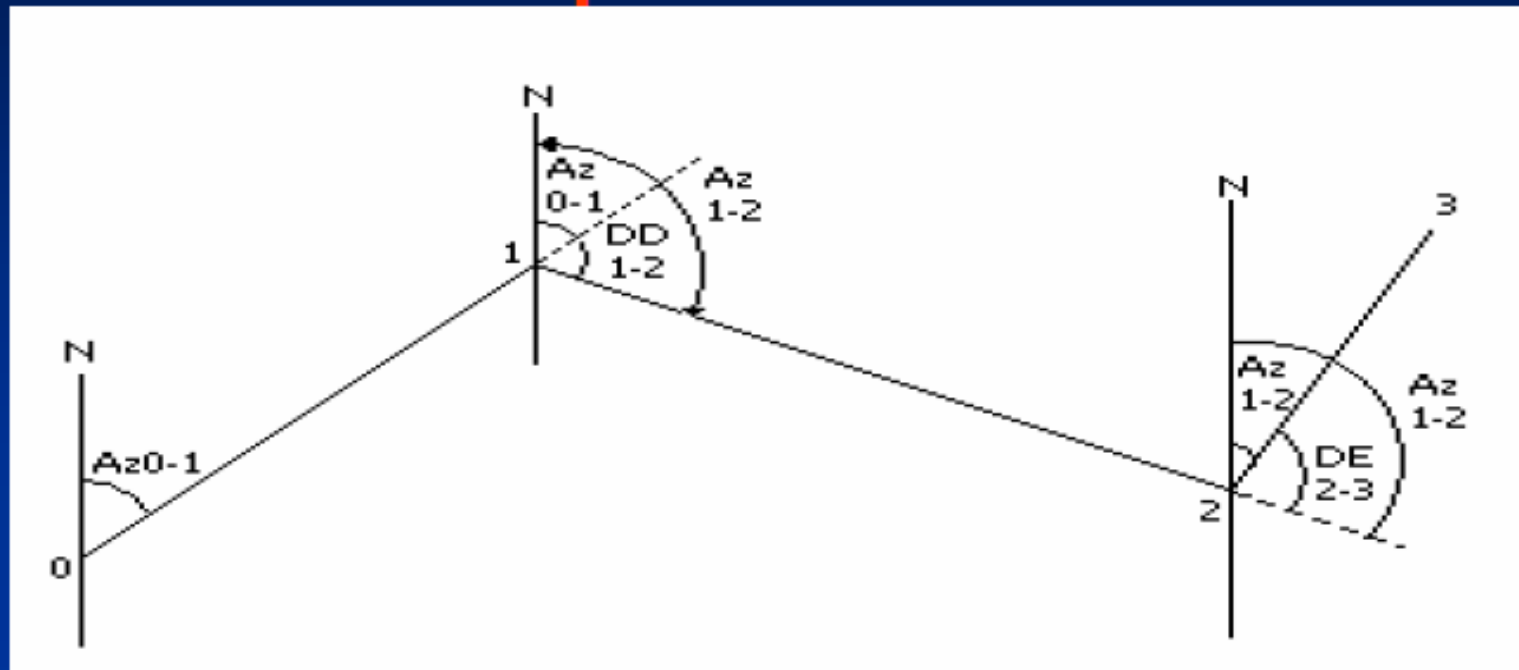
É o ângulo formado pelo prolongamento do alinhamento anterior do caminhamento e o novo alinhamento. Podem ter sentido a direita ou a esquerda, conforme a direção do novo alinhamento. Varia entre 0° e 180° .



Transporte de azimute



Transporte de Azimute:



$$AZ_{seg} = AZ_{ant} + DD$$

$$AZ_{seg} = AZ_{ant} - DE$$

Azimutes calculados



Alin.	φ	Dd	De	α	$L_s(m)$	$L_m(m)$	$L_i(m)$	DH(m)
MP - 1	148°40'			1°30'	1,305	1,1525	1,000	30,48
1 - 2	120°12'		28°28'	2°28'	1,520	1,260	1,000	51,90
2 - 3	153°21'	33°09'		2°20'	1,420	1,210	1,000	41,93
3 - 4	259°13'	105°52'		1°08'	1,230	1,115	1,000	22,99
4 - 5	319°59'	60°46'		2°14'	1,470	1,235	1,000	46,93
5 - 6	266°51'		53°08'	2°30'	1,480	1,240	1,000	47,91
6 - 7	316°40'	49°49'		1°02'	1,300	1,150	1,000	29,99
7 - MP	47°08'	90°28'		1°30'	1,570	1,285	1,000	56,96
MP - 1	148°37'	101°29'						$\Sigma=329,09$

Erro angular de fechamento (e.a.f)



- É um erro accidental
- Pode ser determinado: Deflexões ou diferença entre os azimutes calculados
- Cálculo do e.a.f por deflexões:

$$\text{e.a.f} = 360^\circ - (\sum \text{defl à direita} - \sum \text{defl à esquerda})$$

$$\text{e.a.f} = 360^\circ - (441^\circ 33' - 81^\circ 36') = \mathbf{0^\circ 03' \text{ (para menos)}}$$

- Cálculo do e.a.f por diferença entre os azimutes:

$$\text{e.a.f} = 148^\circ 40' - 148^\circ 37' = \mathbf{0^\circ 03' \text{ (para menos)}}$$

Erro tolerável admissível(Et)



$$Et = \pm m. a. \sqrt{n}$$

- m – precisão do levantamento (valores entre 1 e 3);
a – apreciação do aparelho (1');
n - número de observações.

Compensação do Erro Angular de Fechamento (e.a.f)



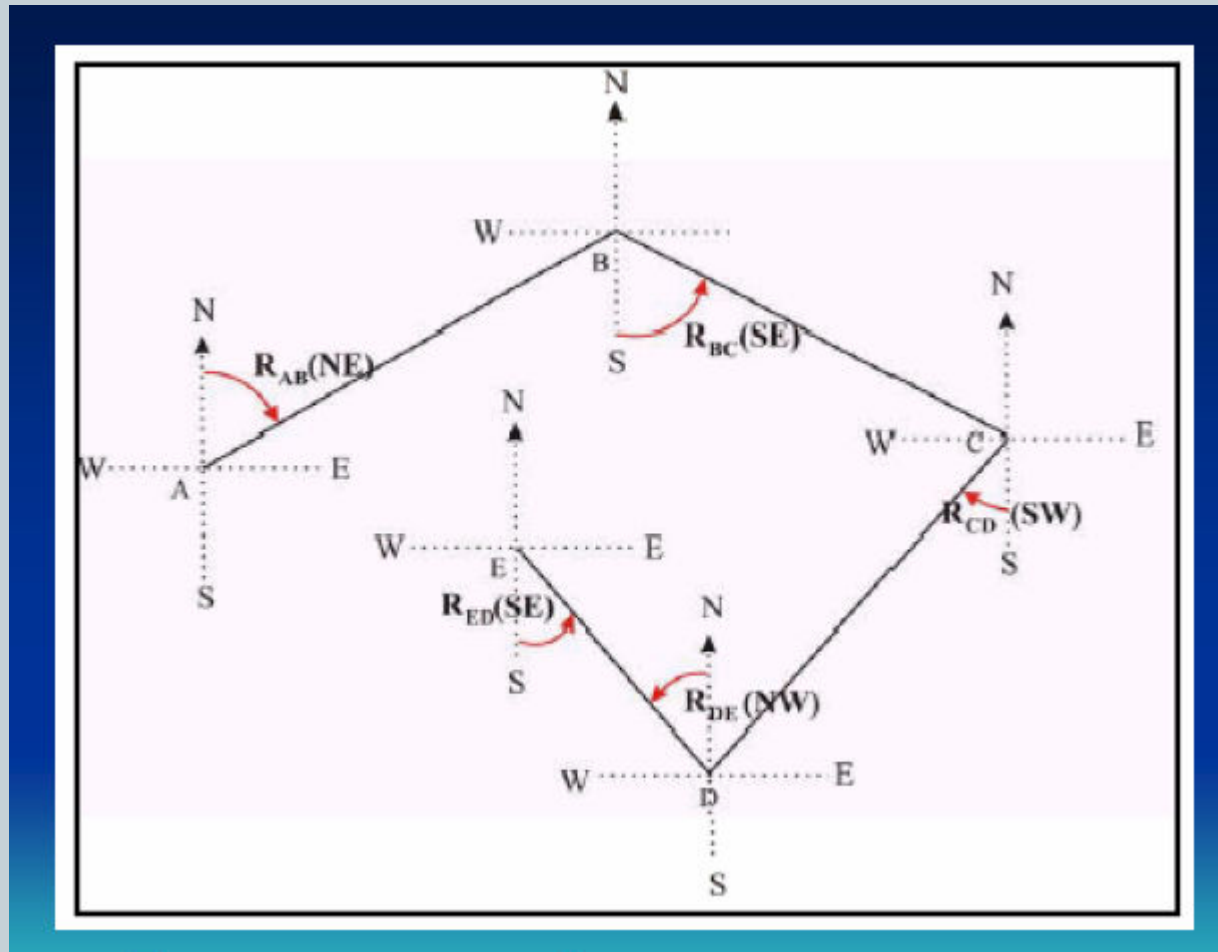
Estando o erro angular dentro do limite de tolerância, para que a planta feche nos ângulos, efetua-se uma compensação que pode ser positiva quando o erro é para menos e negativa quando o erro é para mais. Na planilha em estudo o erro foi para menos, devendo então a compensação ser positiva. Na prática, costuma-se compensar adicionando ou retirando o total do erro do último alinhamento (MP-1 de chegada), no penúltimo, o total menos um minuto e assim por diante.

Compensação do Erro Angular de Fechamento (e.a.f)



Alin.	φ	Compensação	$\varphi_{\text{comp.}}$
MP - 1	148 ⁰ 40'	-	148 ⁰ 40'
1 - 2	120 ⁰ 12'	-	120 ⁰ 12'
2 - 3	153 ⁰ 21'	-	153 ⁰ 21'
3 - 4	259 ⁰ 13'	-	259 ⁰ 13'
4 - 5	319 ⁰ 59'	-	319 ⁰ 59'
5 - 6	266 ⁰ 51'	-	266 ⁰ 51'
6 - 7	316 ⁰ 40'	+0 ⁰ 01'	316 ⁰ 41'
7 - MP	47 ⁰ 08'	+0 ⁰ 02'	47 ⁰ 10'
MP - 1	148 ⁰ 37'	+0 ⁰ 03'	148 ⁰ 40'

Coordenadas parciais ou relativas

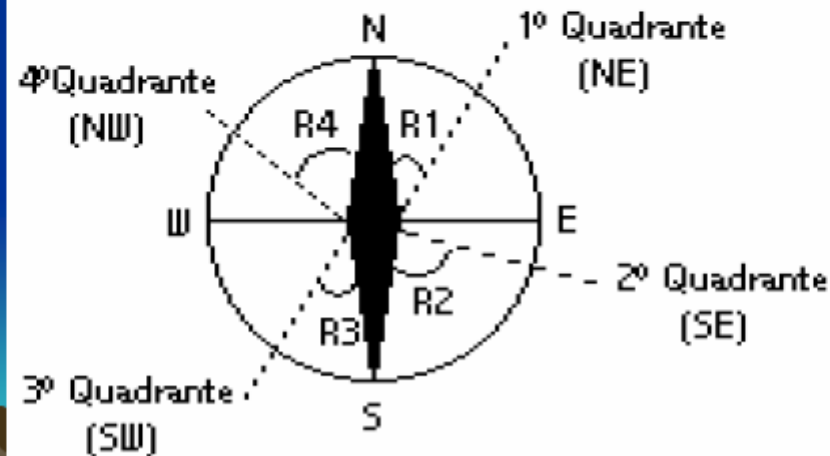


Coordenadas parciais ou relativas



Medidas Angulares: Rumos

Rumo \Rightarrow é o menor ângulo que o alinhamento faz com o meridiano (direção Norte-Sul). Os rumos são contados a partir do Norte ou do Sul, no sentido horário ou anti-horário, conforme os quadrantes em que se encontram, e variam de 0° a 90° .

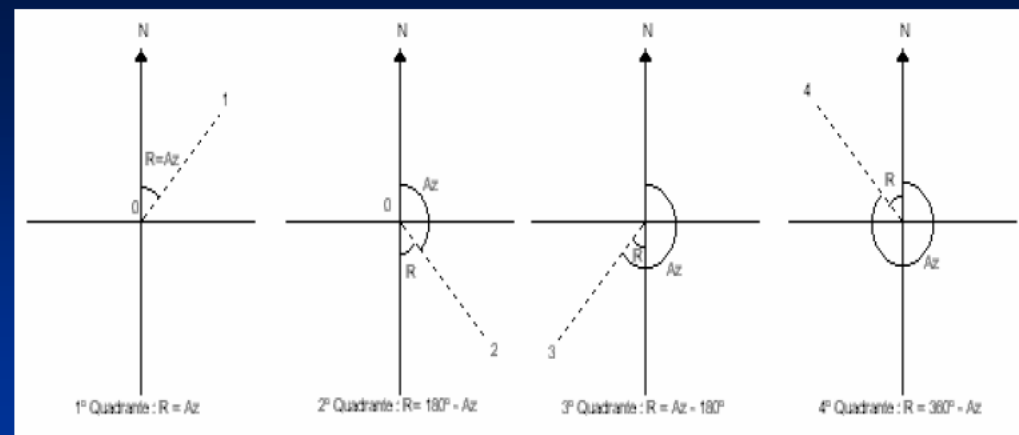


Coordenadas parciais ou relativas



Alin.	DH(m)	$\varphi_{\text{comp.}}$	Rumos
MP – 1	30,48	148 ⁰ 40'	
1 – 2	51,90	120 ⁰ 12'	
2 – 3	41,93	153 ⁰ 21'	
3 – 4	22,99	259 ⁰ 13'	
4 – 5	46,93	319 ⁰ 59'	
5 – 6	47,91	266 ⁰ 51'	
6 – 7	29,99	316 ⁰ 41'	
7 – MP	56,96	47 ⁰ 10'	
	$\Sigma=329,09$		

Transformando Azimutes em Rumos



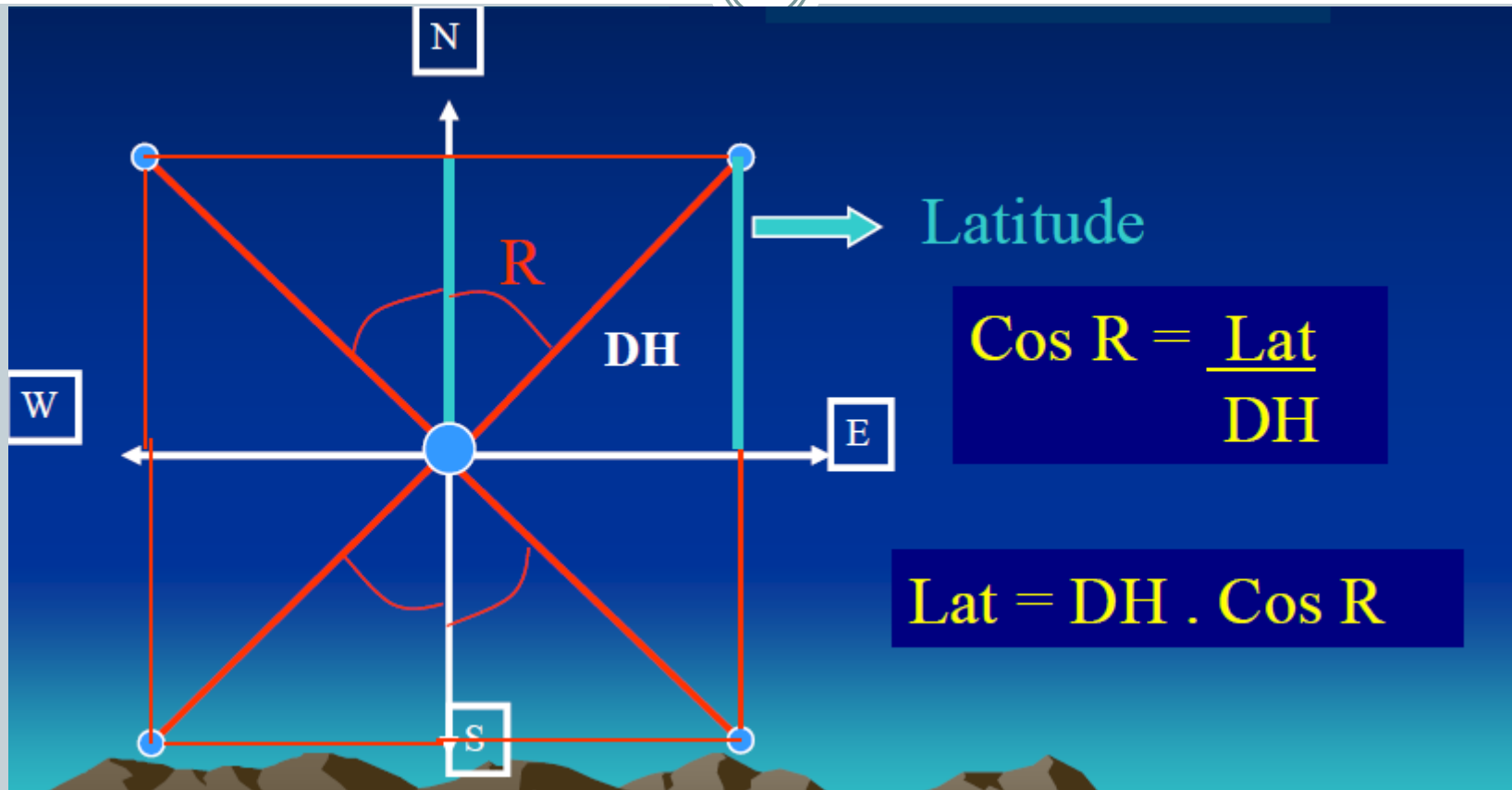
- 1º Quadrante: Rumor = Azimute
- 2º Quadrante: Rumor = 180° - Azimute
- 3º Quadrante: Rumor = Azimute - 180°
- 4º Quadrante: Rumor = 360° - Azimute

Coordenadas parciais ou relativas

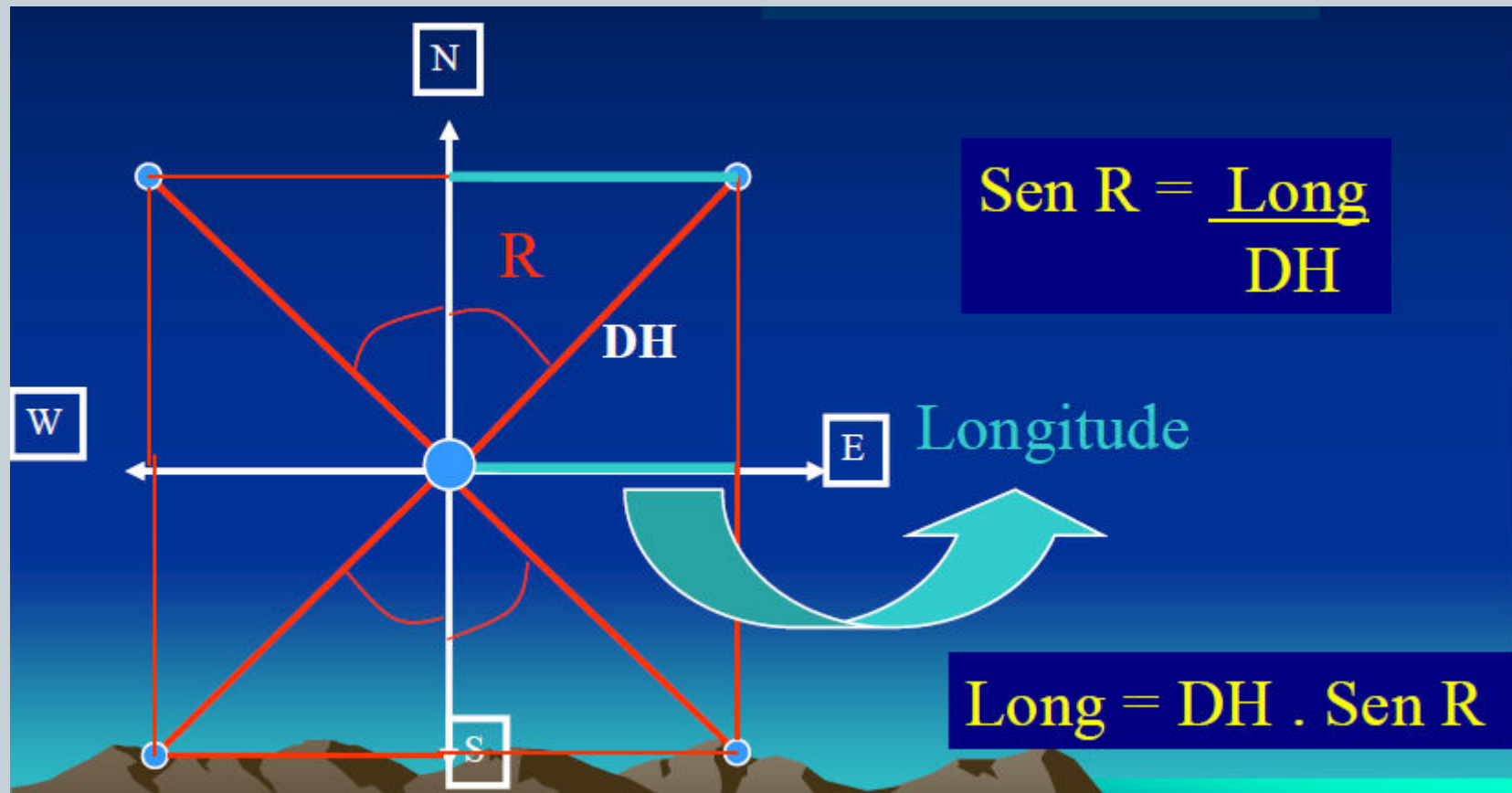


Alin.	DH(m)	$\varphi_{\text{comp.}}$	Rumos
MP – 1	30,48	148⁰40'	31 ⁰ 20' SE
1 – 2	51,90	120⁰12'	59 ⁰ 48' SE
2 – 3	41,93	153⁰21'	26 ⁰ 39' SE
3 – 4	22,99	259⁰13'	79 ⁰ 13' SW
4 – 5	46,93	319⁰59'	40 ⁰ 01' NW
5 - 6	47,91	266⁰51'	86 ⁰ 51' SW
6 – 7	29,99	316⁰41'	43 ⁰ 19' NW
7 – MP	56,96	47⁰10'	47 ⁰ 10' NE
	$\Sigma=329,09$		

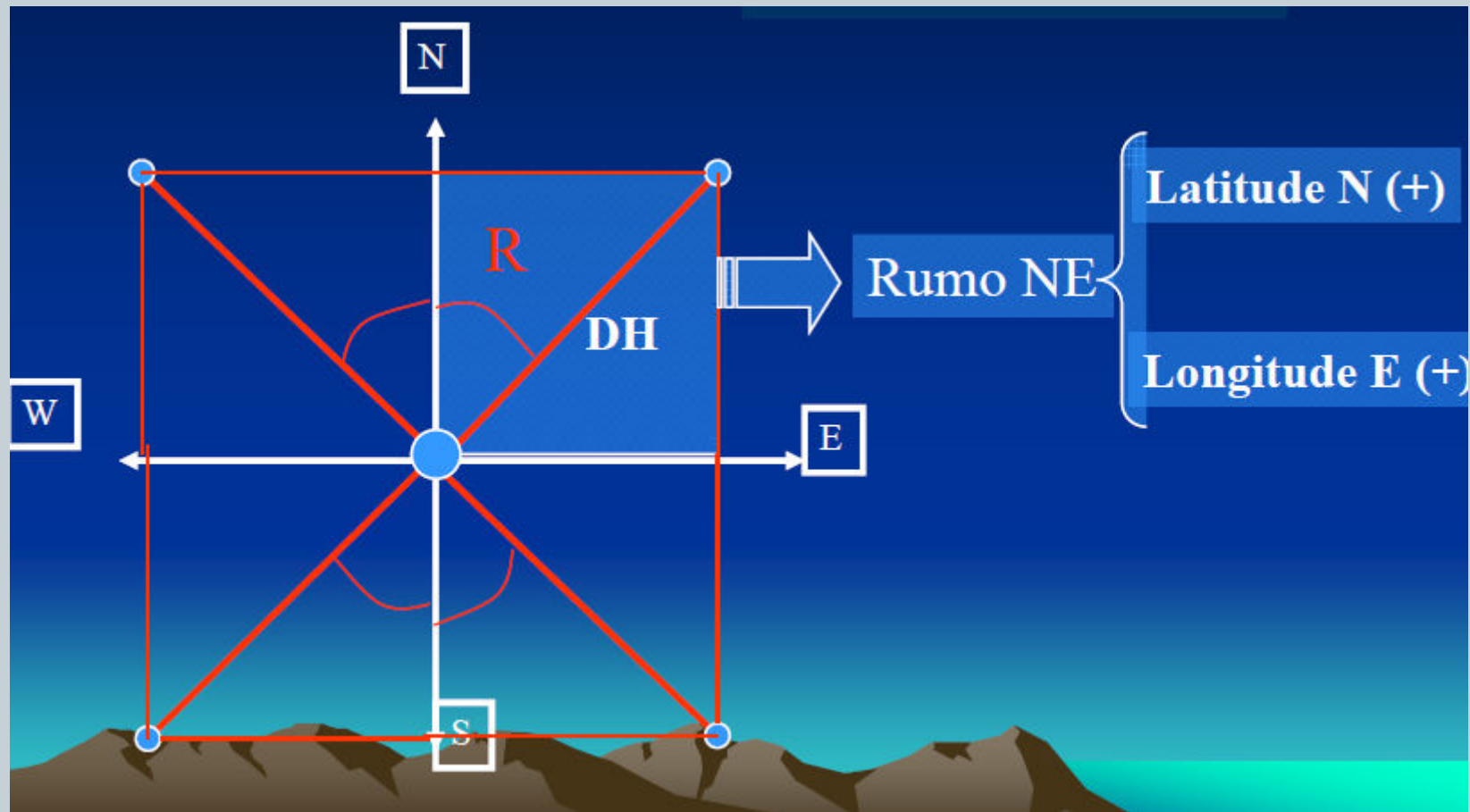
Coordenadas parciais ou relativas



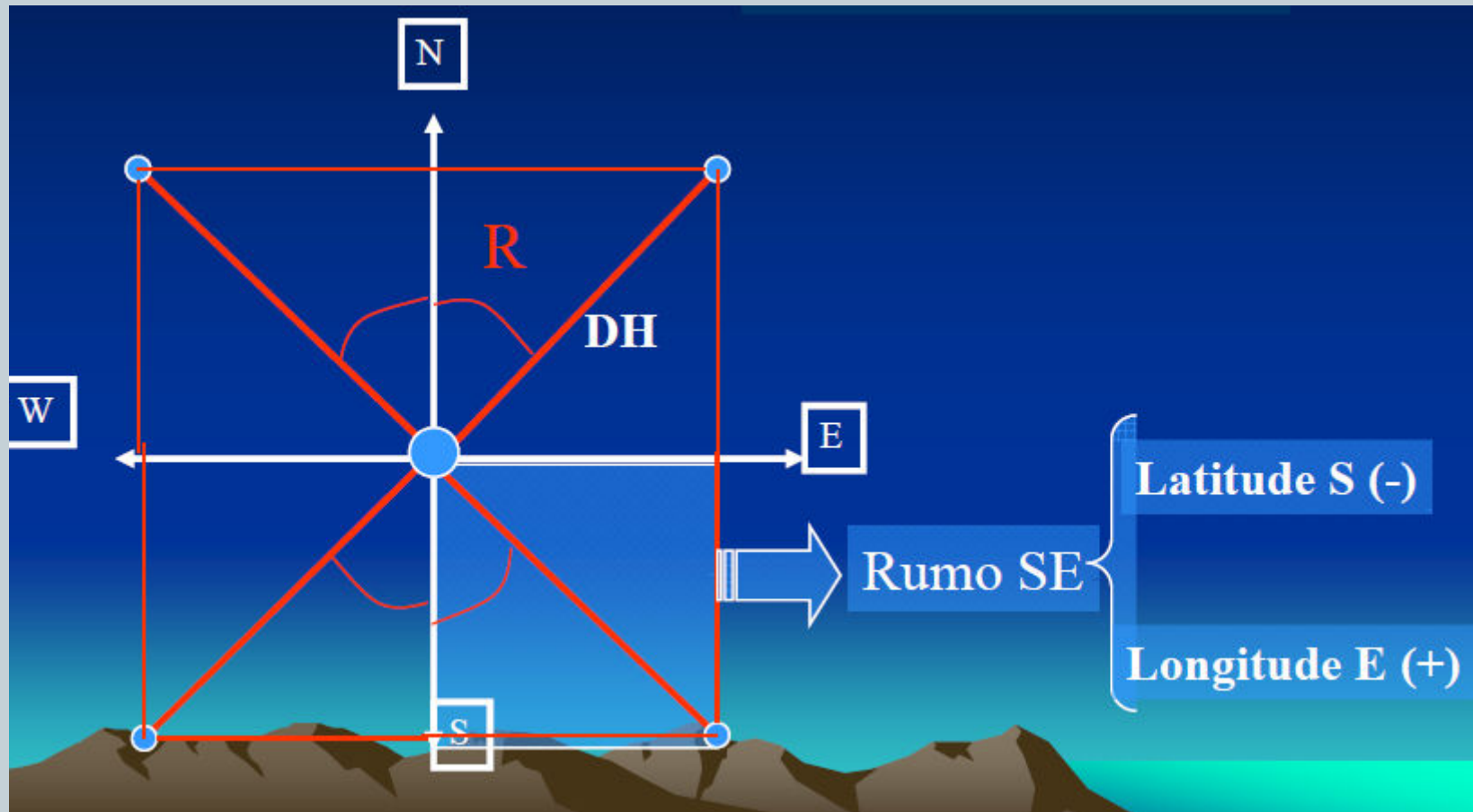
Coordenadas parciais ou relativas



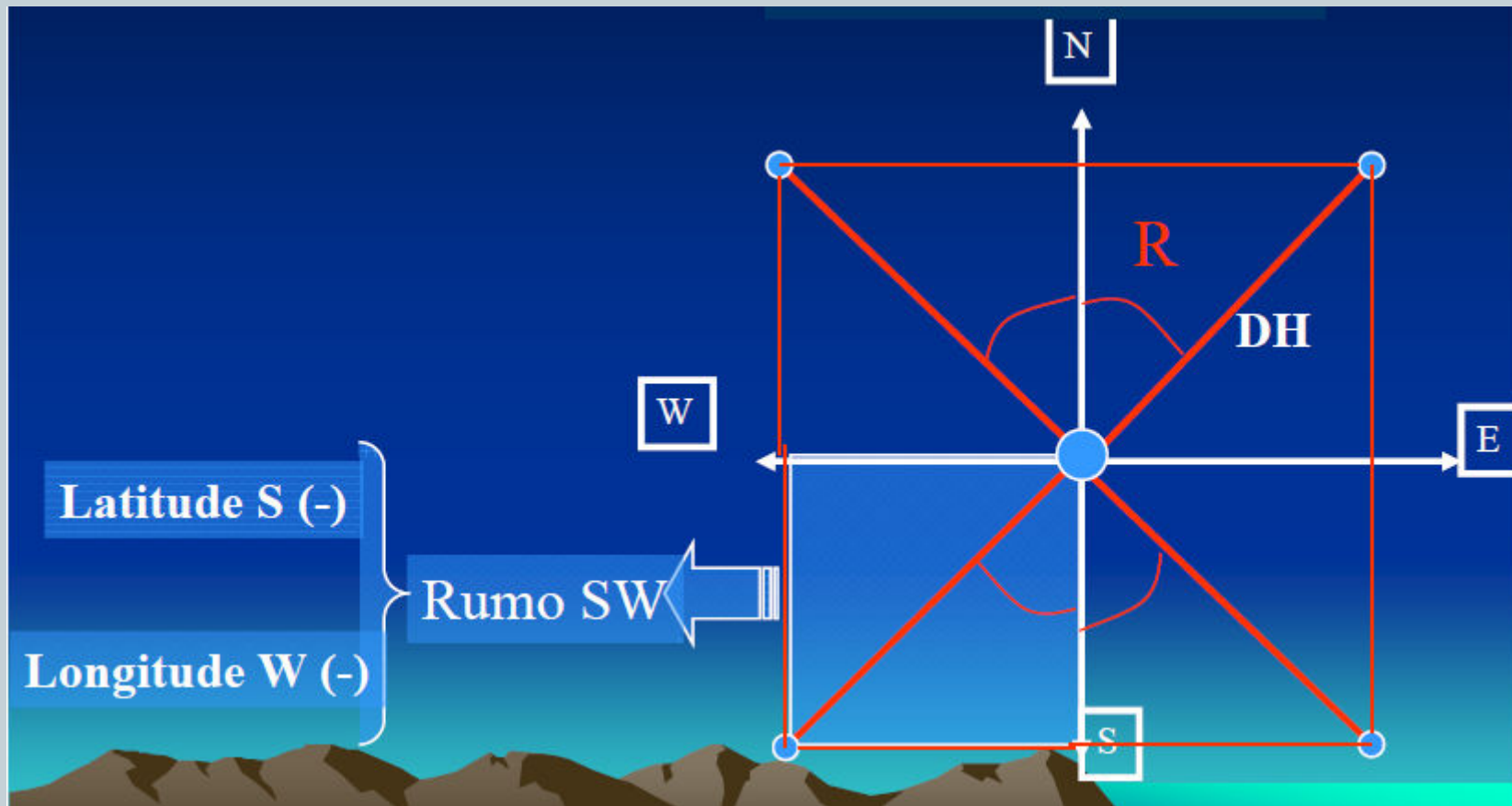
Coordenadas parciais ou relativas



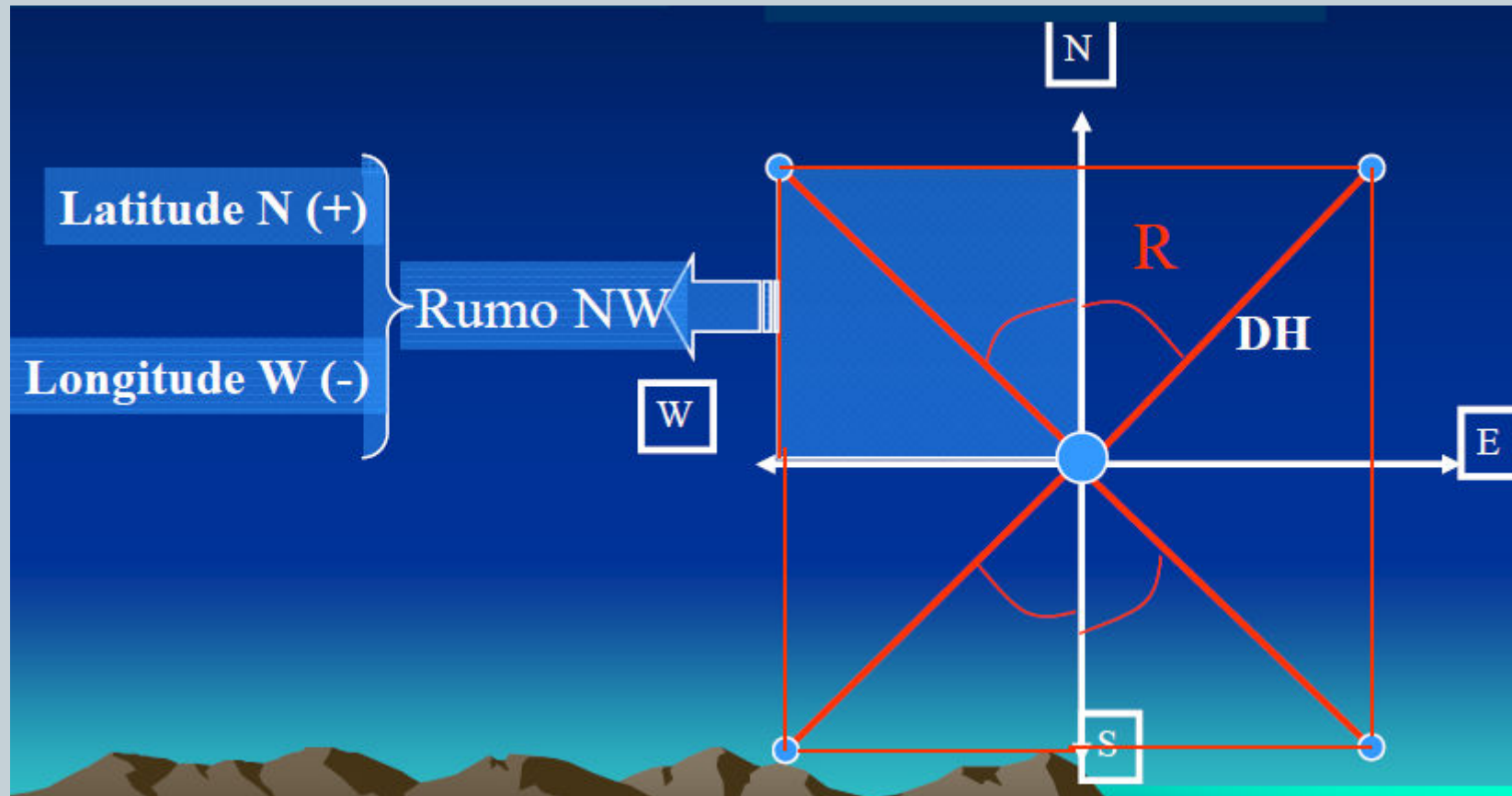
Coordenadas parciais ou relativas



Coordenadas parciais ou relativas



Coordenadas parciais ou relativas



Coordenadas parciais ou relativas



Alin.	DH(m)	$\phi_{comp.}$	Rumos	Sen R	Cos R	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)
MP – 1	30,48	148 ^U 40'	31 ^U 20' SE						
1 – 2	51,90	120 ^U 12'	59 ^U 48' SE						
2 – 3	41,93	153 ^U 21'	26 ^U 39' SE						
3 – 4	22,99	259 ^U 13'	79 ^U 13' SW						
4 – 5	46,93	319 ^U 59'	40 ^U 01' NW						
5 – 6	47,91	266 ^U 51'	86 ^U 51' SW						
6 – 7	29,99	316 ^U 41'	43 ^U 19' NW						
7 – MP	56,96	47 ^U 10'	47 ^U 10' NE						

Coordenadas parciais ou relativas



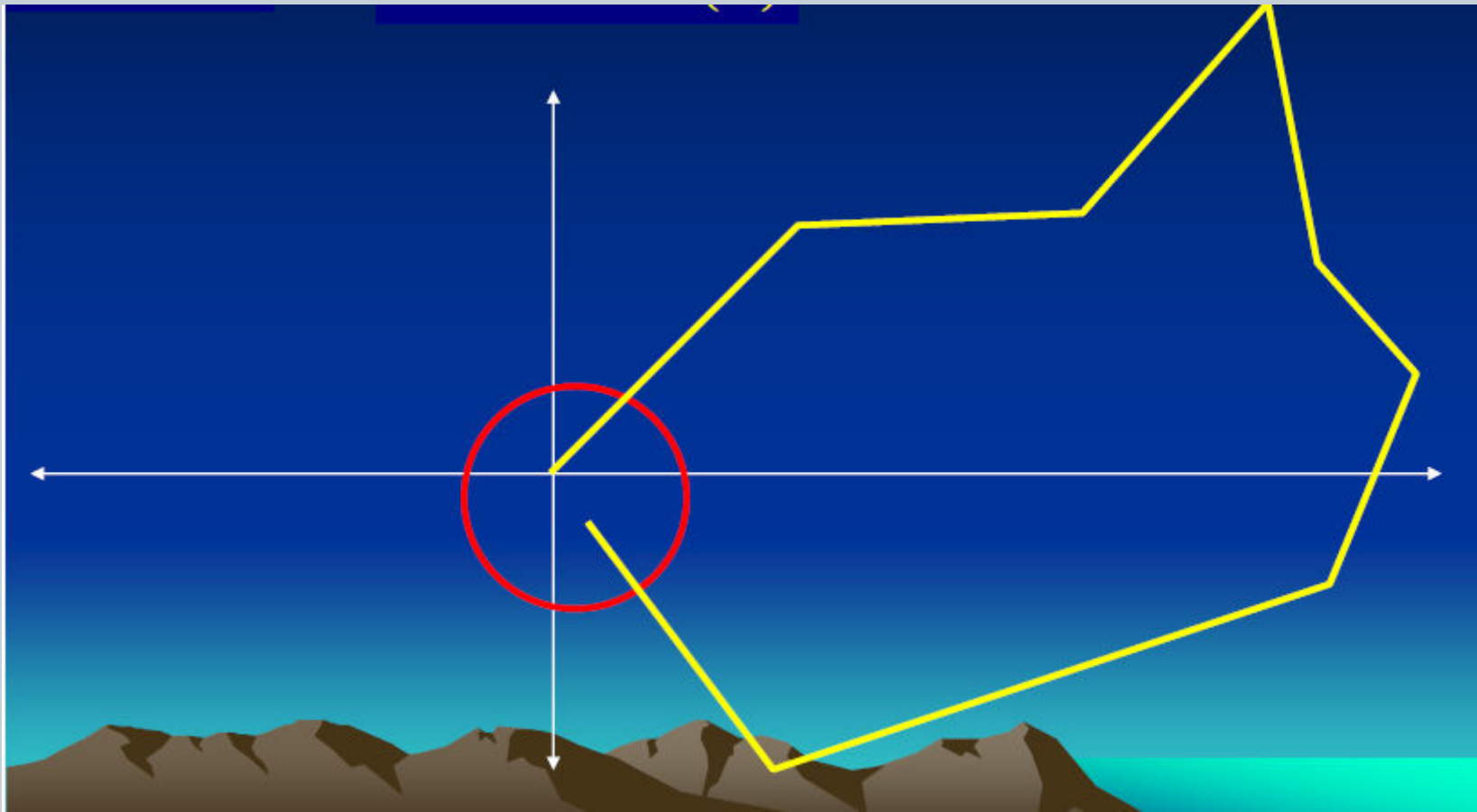
Alin.	DH(m)	$\phi_{comp.}$	Rumos	Sen R	Cos R	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)
MP – 1	30,48	148 ^U 40'	31 ^U 20' SE	0,5200	0,8542				
1 – 2	51,90	120 ^U 12'	59 ^U 48' SE	0,8643	0,5030				
2 – 3	41,93	153 ^U 21'	26 ^U 39' SE	0,4485	0,8938				
3 – 4	22,99	259 ^U 13'	79 ^U 13' SW	0,9823	0,1871				
4 – 5	46,93	319 ^U 59'	40 ^U 01' NW	0,6430	0,7659				
5 – 6	47,91	266 ^U 51'	86 ^U 51' SW	0,9985	0,0549				
6 – 7	29,99	316 ^U 41'	43 ^U 19' NW	0,6860	0,7276				
7 – MP	56,96	47 ^U 10'	47 ^U 10' NE	0,7333	0,6799				

Coordenadas parciais ou relativas



Alin.	DH(m)	$\varphi_{comp.}$	Rumos	Sen R	Cos R	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)
MP – 1	30,48	148 ^o 40'	31 ^o 20' SE	0,5200	0,8542	15,85			26,04
1 – 2	51,90	120 ^o 12'	59 ^o 48' SE	0,8643	0,5030	44,86			26,11
2 – 3	41,93	153 ^o 21'	26 ^o 39' SE	0,4485	0,8938	18,81			37,48
3 – 4	22,99	259 ^o 13'	79 ^o 13' SW	0,9823	0,1871		22,58		4,30
4 – 5	46,93	319 ^o 59'	40 ^o 01' NW	0,6430	0,7659		30,18	35,94	
5 – 6	47,91	266 ^o 51'	86 ^o 51' SW	0,9985	0,0549		47,84		2,63
6 – 7	29,99	316 ^o 41'	43 ^o 19' NW	0,6860	0,7276		20,57	21,82	
7 – MP	56,96	47 ^o 10'	47 ^o 10' NE	0,7333	0,6799	41,77		38,73	
	$\Sigma=329,09$					$\Sigma=121,29$	$\Sigma=121,17$	$\Sigma=96,49$	$\Sigma=96,56$

Erro Linear (E)

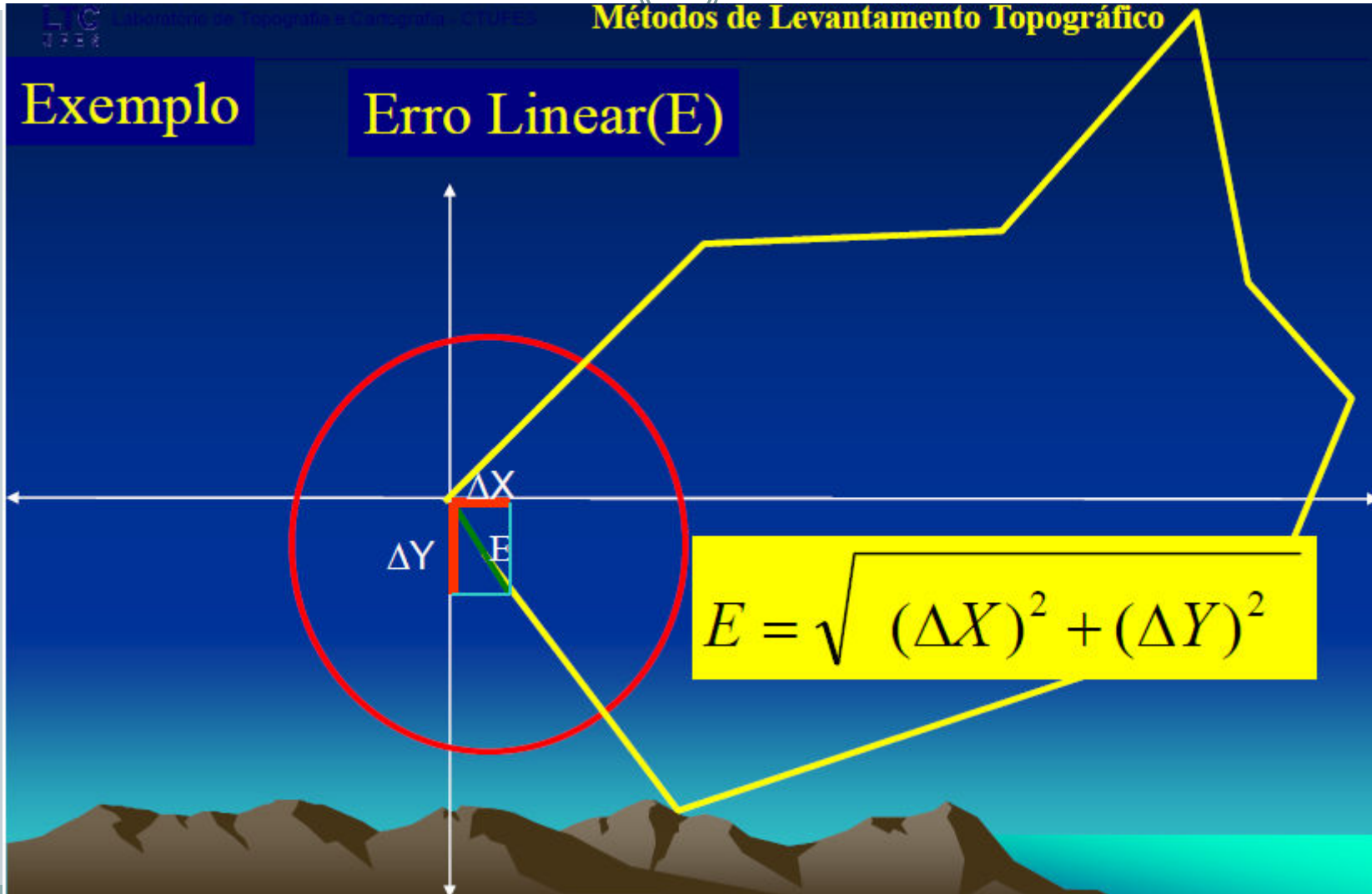


Erro Linear (E)

Métodos de Levantamento Topográfico

Exemplo

Erro Linear(E)



Erro Linear (E) e Erro linear de fechamento (e)



Para o nosso exemplo:

$$\text{Erro em x (longitude)} = 121,29 - 121,17 = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Erro em y (latitude)} = 96,56 - 96,49 = 0,07 \text{ m}$$

Assim,

$$E = \sqrt{(0,12^2 - 0,07^2)}$$

$$E = \sqrt{(0,0144 - 0,0049)} = 0,13892 \text{ m}$$

Erro Linear (E) e Erro linear de fechamento (e)



O erro linear de fechamento é definido em termos de proporcionalidade com o perímetro (P), do polígono levantado. Então:

$$e = E/P$$

Costuma-se expressar o valor de “e” em termos de ‰; sendo assim:

$$e = E/P \times 1000$$

$$E = \frac{0,13892 \times 1000}{329,09} = 0,42\text{‰}$$

e → 1:1000 ou 2:1000 (Bom índice de trabalho)

Compensação do erro linear de fechamento (e)



Para a longitude: $c = (0,12/329,09) \times 30,48 = 0,01112$

Para a latitude: $c = (0,07/329,09) \times 30,48 = 0,00648 \cong 0,01$

Compensação do erro linear de fechamento (e)



Alin.	DH(m)	E (+)	W (-)	Corr.	N (+)	S (-)	Corr.	E _c (+)	W _c (-)	N _c (+)	S _c (-)
MP – 1	30,48	15,85		- 0,01		26,04	- 0,01	15,84			26,03
1 – 2	51,90	44,86		- 0,02		26,11	- 0,01	44,84			26,10
2 – 3	41,93	18,81		- 0,01		37,48	- 0,01	18,80			37,47
3 – 4	22,99		22,58	+ 0,01		4,30			22,59		4,30
4 – 5	46,93		30,18	+ 0,02	35,94		+ 0,01		30,20	35,95	
5 - 6	47,91		47,84	+ 0,02		2,63			47,86		2,63
6 – 7	29,99		20,57	+ 0,01	21,82		+ 0,01		20,58	21,83	
7 – MP	56,96	41,77		- 0,02	38,73		+ 0,02	41,75		38,75	
	Σ=329,09	Σ=121,29	Σ=121,17		Σ=96,49	Σ=96,56		121,23	121,23	96,53	96,53

Compensação do erro linear de fechamento (e)



Alin.	$E_c (+)$	$W_c (-)$	$N_c (+)$	$S_c (-)$	Long. totais	Lat. totais	Long. totais	Lat. totais
MP – 1	15,84			26,03	15,84	- 26,03	57,59	12,72
1 – 2	44,84			26,10	60,68	- 52,13	102,43	- 13,38
2 – 3	18,80			37,47	79,48	- 89,60	121,23	- 50,85
3 – 4		22,59		4,30	56,89	- 93,90	98,64	- 55,15
4 – 5		30,20	35,95		26,69	- 57,95	68,44	- 19,20
5 - 6		47,86		2,63	- 21,17	- 60,58	20,58	- 21,83
6 – 7		20,58	21,83		- 41,75	- 38,75	0,00	0,00
7 – MP	41,75		38,75		0,00	0,00	41,75	38,75
	121,23	121,23	96,53	96,53				