



DNM 707

MATEMATICAS
PARA
ARTILLERIA

MAY. 88

MANUAL DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA

**Matemáticas
para
Artillería**

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL,

DIR. GRAL. ART.

SECCION TECNICA.

MANUAL DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA

MATEMATICAS PARA ARTILLERIA,

I N D I C E

CAPITULO PRIMERO.

PAGINA

ARITMETICA.

1. FRACCIONES.	9
2. SUMA Y RESTA DE QUEBRADOS DE IGUAL DENOMINADOR.	9
3. SUMA O RESTA DE QUEBRADOS DE DIFERENTE DENOMINADOR	10
4. MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR.	10
5. RESTA DE NÚMEROS MIXTOS.	10
6. MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN DE QUEBRADOS.	11
7. FRACCIONES DECIMALES.	11
8. REDONDEO DE FRACCIONES DECIMALES.	13
9. RAZONES Y PROPORCIONES.	13
10. CUADRADO DE UN NÚMERO.	14
11. EJERCICIOS.	14

CAPITULO SEGUNDO.

ELEMENTOS DE ALGEBRA.

12. CANTIDADES ALGEBRAICAS.	17
13. SUMA ALGEBRAICA.	17
14. RESTA ALGEBRAICA.	17
15. MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN ALGEBRAICAS.	18
16. ECUACIONES.	18
17. EJERCICIOS.	19

<u>CAPITULO TERCERO.</u>	PAGINA
GEOMETRIA PLANA.	
18. GENERALIDADES.	21
19. ÁNGULOS.	21
20. TEOREMAS SOBRE SIMETRÍA DE ÁNGULOS.	22
21. TRIÁNGULOS.	23
22. TRIÁNGULOS IGUALES.	24
23. TRIÁNGULOS SEMEJANTES.	24
24. POLÍGONOS.	25
25. TEOREMA DE PITÁGORAS.	26
26. EJERCICIOS.	26
<u>CAPITULO CUARTO.</u>	
FUNCIONES TRIGONOMETRICAS.	
27. GENERALIDADES.	29
28. FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.	29
29. EL CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO.	31
30. RUMBO.	33
31. APLICACIÓN DE LAS FUNCIONES EN LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS DE LA ARTILLERÍA DE CAMPAÑA.	33
32. FUNCIONES SENO Y TANGENTE Y ARCOS DE ÁNGULOS PEQUEÑOS.	34
33. EL MILIT Y LA FÓRMULA DEL ARTILLERO.	35
34. EJERCICIOS.	37
<u>CAPITULO QUINTO.</u>	
LA LEY DE LOS SENOS.	
35. LA LEY DE LOS SENOS.	39
36. DETERMINACIÓN DE LOS ÁNGULOS EN UN CENTRO DE IMPACTOS.	40
37. EJERCICIOS.	42
<u>CAPITULO SEXTO.</u>	
INTERPOLACION.	
38. INTERPOLACIÓN SIMPLE.	43
39. EJERCICIOS.	47

CAPITULO SEPTIMO.

PAGINA

LOGARITMOS.

40. GENERALIDADES.	49
41. CARACTERÍSTICAS.	49
42. MANTISA.	50
43. ANTILOGARITMO.	50
44. LOGARÍTMO DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.	51
45. MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN DE NÚMEROS POR LOGARÍTMOS.	51
46. ELEVAR UN NÚMERO A UNA POTENCIA.	53
47. EXTRACCIÓN DE RAÍZ.	53
48. EJERCICIOS.	53

CAPITULO OCTAVO.

CONVERSION DE MEDIDAS ANGULARES.

49. CONVERSIÓN DE ÁNGULOS EN MILITS A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS.	55
50. CONVERSIÓN DE ÁNGULOS EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS A MILITS.	58
51. EJERCICIOS.	59

CAPITULO NOVENO.

FACTORES DE CONVERSION.

52. GENERALIDADES.	61
53. EJERCICIOS.	61

CAPITULO DECIMO.

REGLA MILITAR DE CALCULO.

54. PARTES DE LA REGLA.	63
55. LECTURA DE LAS ESCALAS C Y D.	64
56. OPERACIÓN DE MULTIPLICACIÓN.	64
57. OPERACIÓN DE DIVISIÓN.	64
58. CONVERSIÓN DE METROS A YARDAS.	64
59. CONVERSIÓN DE GRADOS A MILITS.	65
60. CÁLCULO DE LA DISTANCIA POR VELOCIDAD DE SONIDO.	65

PAGINA

61. DETERMINACIÓN DEL SENO DE UN ÁNGULO EN MILITS.	65
62. DETERMINACIÓN DE LA TANGENTE DE UN ÁNGULO EN MILITS.	66
63. DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE ÁNGULOS MENORES DE 10 MILITS.	66
64. USO DE LAS ESCALAS APEX ANGLE Y OPPOSITE ANGLE.	67
65. ESCALA C 1.	68
66. ESCALA A.	69

CAPITULO ONCE.

SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS.

67. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO I.	71
68. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO II.	71
69. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO III.	72
70. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO IV.	73
71. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO V.	74
72. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO VI.	74
73. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO VII.	75
74. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO VIII.	75
75. SOLUCIONES DEL CAPÍTULO IX.	77

MATEMATICAS PARA ARTILLERIA

CAPITULO I

ARITMETICA

1. FRACCIONES.

- A). LAS FRACCIONES SIMPLES SIRVEN PARA EXPRESAR UNA PARTE DE LA -- UNIDAD.

EL QUEBRADO $\frac{3}{4}$ PUEDE SER REPRESENTADO COMO SE MUESTRA EN LA - SIGUIENTE FIGURA:

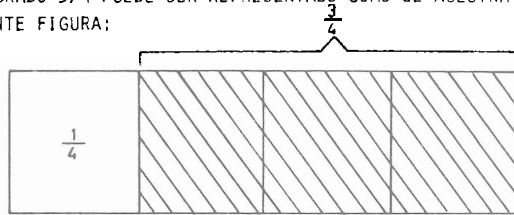


FIGURA 1. FRACCIONES O QUEBRADOS

- B). LOS TÉRMINOS DE UN QUEBRADO SON: EL NUMERADOR, QUE SE ESCRIBE_ ARRIBA DE LA LÍNEA Y EL DENOMINADOR QUE SE ESCRIBE ABAJO. EN LA FRACCIÓN $\frac{3}{4}$, EL 4 ES EL DENOMINADOR Y EXPRESA EL NÚMERO DE PARTES IGUALES EN QUE HA SIDO DIVIDIDA LA UNIDAD. EL 3 ES EL - NUMERADOR Y EXPRESA EL NÚMERO DE PARTES IGUALES EMPLEADAS.
- C). UN QUEBRADO EN QUE EL NUMERADOR ES MÁS PEQUEÑO QUE EL DENOMINADOR, SE LLAMA QUEBRADO PROPIO O FRACCIÓN PROPIA.
- D). FRACCIONES TALES COMO: $\frac{3}{3}$, $\frac{4}{3}$ Y $\frac{5}{2}$, EN LAS CUALES EL NUMERADOR ES IGUAL O MAYOR QUE EL DENOMINADOR, SE LLAMAN FRACCIONES_ IMPROPIAS.
- E). EXPRESIONES TALES COMO $2\frac{1}{2}$, $5\frac{2}{3}$, ETC., SE CONOCEN COMO - - NÚMEROS MIXTOS.
- #### 2. SUMA Y RESTA DE QUEBRADOS DE IGUAL DENOMINADOR.

- A). PARA SUMAR UN QUEBRADO CON OTRO, CUANDO EL DENOMINADOR ES IGUAL SE SUMAN LOS NUMERADORES Y SE PONE EL RESULTADO SOBRE EL COMÚN_ DENOMINADOR, POR EJEMPLO: $\frac{3}{12} + \frac{4}{12} = \frac{7}{12}$

- B). PARA RESTAR UNA FRACCIÓN DE OTRA CUANDO EL DENOMINADOR ES -- IGUAL, SE ENCUENTRA LA DIFERENCIA ENTRE LOS NUMERADORES Y SE -- COLOCA EL RESULTADO SOBRE EL COMÚN DENOMINADOR, POR EJEMPLO:

$$\frac{8}{9} - \frac{4}{9} = \frac{4}{9}$$

3. SUMA O RESTA DE QUEBRADOS DE DIFERENTE DENOMINADOR.

- A). EL VALOR DE UN QUEBRADO NO SE ALTERA SI AMBOS, NUMERADOR Y -- DENOMINADOR, SE MULTIPLICAN O DIVIDEN POR LA MISMA CANTIDAD. -- POR EJEMPLO:

$$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} = \frac{8}{12} \quad \text{ó} \quad \frac{2}{3} = \frac{6}{9} = \frac{18}{27}$$

- B). SI LAS FRACCIONES QUE DEBEN SUMARSE O RESTARSE TIENEN DIFERENTES DENOMINADORES, DEBEN CONVERTIRSE A UN COMÚN DENOMINADOR. -- EN ESTA FORMA EL QUEBRADO PUEDE SER SUMADO O RESTADO DE ACUERDO CON EL MÉTODO DESCRITO EN EL PÁRRAFO 2. EJEMPLO:

$$\frac{3}{8} + \frac{4}{5} + \frac{3}{4} = \frac{15}{40} + \frac{32}{40} + \frac{30}{40} = \frac{77}{40} = 1 \frac{37}{40}$$

40 ES EL NÚMERO MÁS PEQUEÑO DIVISIBLE ENTRE 8, 5 Y 4 Y ES EL MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR.

4. MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR.

- A). PARA OBTENER EL MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR, SE OBTIENEN TODOS -- LOS FACTORES PRIMOS DE LOS DENOMINADORES Y SE MULTIPLICAN -- ENTRE SÍ, EJEMPLO: COMÚN DENOMINADOR DE 8, 5 Y 4.

8	5	4	2	(SE SACA MITAD A TODOS LOS QUE TENGAN MITAD).
4		2	2	(SE SACA MITAD A TODOS LOS QUE TENGAN MITAD).
2		1	2	(SE SACA MITAD A TODOS LOS QUE TENGAN MITAD).
1		1	5	(SE SACA QUINTA A TODOS LOS QUE TENGAN QUINTA).

SE MULTIPLICAN LOS FACTORES PRIMOS OBTENIDOS.

$$2 \times 2 \times 2 \times 5 = 40$$

40 ES EL MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR.

5. RESTA DE NÚMEROS MIXTOS.

- A). CUANDO EL MINUENDO CONTIENE UNA FRACCIÓN MAYOR QUE EL SUSTRANDO, LA RESTA ES NORMAL.

- B). CUANDO EL SUSTRANDO CONTIENE UNA FRACCIÓN MAYOR QUE EL MINUENDO, SE CONVIERTEN AMBOS NÚMEROS MIXTOS A QUEBRADOS IMPROPIOS Y SE EFECTUA LA RESTA COMO SE INDICÓ ANTES, EJEMPLO:

$$2 \frac{1}{2} - \frac{2}{3} = \frac{5}{2} - \frac{2}{3} = \frac{15}{6} - \frac{4}{6} = \frac{11}{6} = 1 \frac{5}{6}$$

6. MULTIPLICACION Y DIVISION DE QUEBRADOS.

- A). PARA MULTIPLICAR UN QUEBRADO POR UN ENTERO SE PONE AL ENTERO - DENOMINADOR 1 (UNO) Y LUEGO SE MULTIPLICA NUMERADOR POR NUMERADOR Y DENOMINADOR POR DENOMINADOR, EJEMPLO:

$$2 \times \frac{1}{4} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

- B). PARA MULTIPLICAR UN QUEBRADO POR OTRO, SE MULTIPLICA NUMERADOR POR NUMERADOR Y DENOMINADOR POR DENOMINADOR, EJEMPLO:

$$\frac{3}{5} \times \frac{4}{7} = \frac{12}{35}$$

- C). DOS NÚMEROS SON RECÍPROCOS CUANDO SU PRODUCTO ES IGUAL A LA UNIDAD, $\frac{3}{5}$ ES EL RECÍPROCO DE $\frac{5}{3}$ Y $\frac{5}{3}$ ES EL RECÍPROCO DE $\frac{3}{5}$. DE LA MISMA MANERA $\frac{1}{8}$ ES EL RECÍPROCO DE 8

- D). PARA DIVIDIR QUEBRADOS, EL PRIMERO SE MULTIPLICA POR EL RECÍPROCO DEL OTRO O SIMPLEMENTE SE INVIERTE EL SEGUNDO Y SE MULTIPLICA. EJEMPLO:

$$\frac{5}{8} \div \frac{3}{4} = \frac{5}{8} \times \frac{4}{3} = \frac{20}{24} = \frac{5}{6}$$

7. FRACCIONES DECIMALES.

- A). GENERALIDADES.

UNA FRACCIÓN DECIMAL ES UNA FRACCIÓN PROPIA EN LA CUAL, EL DENOMINADOR ES ALGUNA POTENCIA DE 10 (ESTO ES 10, 100, 1000, - - 10000, ETC.), NORMALMENTE EXPRESADA POR UN PUNTO DECIMAL COLOCADO A LA IZQUIERDA DEL NUMERADOR, COMO EN $\frac{2}{10} = 0.2$

LOS DÍGITOS A LA DERECHA DEL PUNTO DECIMAL SE LLAMAN DÉCIMOS, CENTÉSIMOS, MILÉSIMOS, ETC. EJEMPLO: $61 + 27/100 = 61.27$ (SE DICE 61 ENTEROS 27 CENTÉSIMOS). PARA EL PROPÓSITO DE ESTA DISCUSIÓN, EL TÉRMINO "DECIMAL" SE EMPLEA PARA EXPRESAR UN NÚMERO -- QUE INCLUYE FRACCIONES DECIMALES. EJEMPLO: 6.3, 0.3, 0.03, ETC.

B). SUMA Y RESTA DE DECIMALES.

PARA SUMAR O RESTAR DECIMALES, ESCRIBA EL PUNTO DECIMAL ABAJO DE OTRO PUNTO DECIMAL, DÉCIMOS ABAJO DE DÉCIMOS, CENTÉSIMOS -- ABAJO DE CENTÉSIMOS, ETC.

C). MULTIPLICACION DE DECIMALES.

PARA MULTIPLICAR DECIMALES, SE MULTIPLICA EXACTAMENTE IGUAL -- QUE SI SE TRATARA DE ENTEROS, LUEGO SE SEPARAN EN EL PRODUCTO, DE DERECHA A IZQUIERDA, TANTAS CIFRAS COMO DECIMALES HAYA TANTO EN EL MULTIPLICANDO COMO EN EL MULTIPLICADOR. EJEMPLO:

$$.257 \times .5 = .1285$$

D). DIVISION DE DECIMALES ENTRE UN NUMERO ENTERO.

PARA DIVIDIR UN DECIMAL ENTRE UN ENTERO, SE IGUALAN LOS DECIMALES Y LUEGO SE APLICA EL MISMO PROCEDIMIENTO QUE CUANDO SE MANEJAN NÚMEROS ENTEROS.

E). DIVISION DE UN DECIMAL ENTRE OTRO DECIMAL.

PARA DIVIDIR UN DECIMAL ENTRE OTRO, SE IGUALAN LOS DECIMALES Y SE APLICA EL MISMO PROCEDIMIENTO QUE CUANDO SE MANEJAN NÚMEROS ENTEROS.

F). PARA IGUALAR DECIMALES, SE AUMENTAN CEROS AL DIVIDENDO O AL -- DIVISOR HASTA QUE APAREZCA IGUAL NÚMERO DE CIFRAS DECIMALES EN AMBOS MIEMBROS, LUEGO SE TACHA EL PUNTO DECIMAL Y SE EFECTUA LA DIVISIÓN COMO SI SE TRATARA ÚNICAMENTE DE NÚMEROS ENTEROS. EJEMPLO:

$$2.37 : 0.027 = 0.027 \overline{)2.370} = 27 \overline{)2370}$$

$$5.38 : 47 = 47.00 \overline{)5.38} = 4700 \overline{)538}$$

$$0.3864 : 0.000475 = 0.000475 \overline{)0.386400} = 475 \overline{)386400}$$

EJEMPLO DE DIVISIÓN CON DECIMALES: $82.818 \div 6.42$

$$\begin{array}{r} 12.9 \\ 6.420 \overline{)82.818} \\ \underline{18618} \\ 57780 \\ \underline{0000} \end{array}$$

g). CONVERSION DE FRACCIONES COMUNES A DECIMALES,

PARA CONVERTIR FRACCIONES COMUNES A DECIMALES, SE DIVIDE EL --
NUMERADOR ENTRE EL DENOMINADOR. EJEMPLO:

$$\frac{3}{4} = 3 \div 4 = 0.75$$

8. REDONDEO DE FRACCIONES DECIMALES.

CUANDO UN NÚMERO TIENE MÁS DÍGITOS QUE LOS NECESARIOS, ÉSTE SERÁ --
REDONDEADO AL DÍGITO MÁS CERCANO. SI EL DÍGITO QUE SIGUE A LOS --
DÍGITOS NECESARIOS TIENE UN VALOR MENOR DE 5, TODOS LOS DÍGITOS --
DESPUÉS DEL REQUERIDO, SON IGNORADOS. SI TIENE UN VALOR MAYOR DE --
5, EL ÚLTIMO DÍGITO NECESARIO ES AUMENTADO EN 1. SI LOS DÍGITOS --
DESPUÉS DEL ÚLTIMO REQUERIDO TIENEN UN VALOR DE 5 EXACTAMENTE, EL
ÚLTIMO REQUERIDO ES REDONDEADO AL NÚMERO PAR MÁS PRÓXIMO. EJEMPLO:

REDONDEAR AL CENTÉSIMO:

2.76499	ó	2.76	499	ES REDONDEADO A	2.76
2.76501	ó	2.76	501	" "	" 2.77
2.76500	ó	2.76	500	" "	" 2.76
2.77500	ó	2.77	500	" "	" 2.78

9. RAZONES Y PROPORCIONES.

A). RAZÓN ES EL COCIENTE INDICADO DE DOS CANTIDADES. POR EJEMPLO:

LA RAZÓN DE 2 A 7 ES $\frac{2}{7}$, LA RAZÓN DE 3 METROS A 5 METROS ES
 $\frac{3}{5}$, LA RAZÓN DE 2 MINUTOS A UNA HORA ES $\frac{2}{60}$ O SEA $\frac{1}{30}$

PUEDEN OBSERVARSE QUE LAS DOS CANTIDADES QUE INTERVIENEN EN --
UNA RAZÓN DEBEN SER DE LA MISMA ESPECIE.

B). UNA PROPORCIÓN ES LA IGUALDAD DE DOS RAZONES. EJEMPLO:

$$\frac{2}{3} = \frac{8}{12}$$

$$\frac{5}{8} = \frac{10}{16}$$

LA PROPORCIÓN TAMBIÉN PUEDE SER EXPRESADA COMO:

$$2 : 3 :: 8 : 12 \text{ ó } 5 : 8 = 10 : 16$$

EN CUALQUIER CASO SE LEE: DOS ES A TRES COMO OCHO ES A DOCE.

CINCO ES A OCHO COMO DIEZ ES A DIECISÉIS.

UNA PROPORCIÓN QUE CONTIENE UNA INCÓGNITA SE RESUELVE APLICANDO EL PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LAS PROPORCIONES QUE DICE: "EL PRODUCTO DE LOS MEDIOS ES IGUAL AL PRODUCTO DE LOS EXTREMOS" Y DESPUÉS DESPEJANDO LA INCÓGNITA. EJEMPLO:

$$\frac{2}{x} = \frac{8}{12}$$

$$8 \times x = 2 \times 12$$

$$x = \frac{24}{8}$$

$$x = 3$$

$$\frac{5}{8} = \frac{10}{x}$$

$$5 \times x = 8 \times 10$$

$$x = \frac{80}{5}$$

$$x = 16$$

10. CUADRADO DE UN NÚMERO.

EL CUADRADO DE UN NÚMERO ES EL PRODUCTO DE DOS NÚMEROS O CANTIDADES IGUALES. POR LO TANTO, EL CUADRADO DE 2 ES $2 \times 2 = 4$ Y EL CUADRADO DE 3 ES $3 \times 3 = 9$.

11. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII).

A). SUME LAS SIGUIENTES FRACCIONES:

$$(1) \quad 10\frac{2}{3} + 12\frac{1}{6}$$

$$(2) \quad 3\frac{2}{5} + 7\frac{4}{5}$$

$$(3) \quad 20\frac{3}{4} + 18\frac{5}{8}$$

$$(4) \quad 1\frac{3}{4} + 9\frac{2}{3}$$

B). RESTE LAS SIGUIENTES FRACCIONES:

$$(1) \quad 14\frac{5}{8} - 3\frac{1}{4}$$

$$(2) \quad 15\frac{2}{3} - 10\frac{5}{6}$$

$$(3) \quad 16 - 2\frac{1}{4}$$

$$(4) \quad 21\frac{3}{4} - 6\frac{9}{10}$$

C). MULTIPLIQUE LAS SIGUIENTES FRACCIONES:

(1) $\frac{4}{5} \times \frac{7}{16}$

(2) $1 \frac{2}{3} \times 4 \frac{3}{8}$

(3) $10 \frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$

(4) $21 \times 3 \frac{1}{7}$

D). DIVIDA LAS SIGUIENTES FRACCIONES:

(1) $\frac{5}{6} \div \frac{1}{2}$

(2) $6 \frac{1}{2} \div 2 \frac{1}{3}$

(3) $1 \frac{1}{4} \div 5$

(4) $44 \div 3 \frac{1}{7}$

E). MULTIPLIQUE LOS SIGUIENTES DECIMALES:

(1) $6.459 \times .8$

(2) $50 \times .2$

(3) $520 \times .06$

(4) $785 \times .04$

F). DIVIDA LOS SIGUIENTES DECIMALES:

(1) $6 \div .2$

(2) $7.5 \div 15$

(3) $6.325 \div 25$

(4) $18.72 \div 1.2$

G). CONVIERTA LAS SIGUIENTES FRACCIONES A DECIMALES APROXIMANDO EL MILÉSIMO.

(1) $\frac{9}{14}$

(2) $\frac{23}{29}$

(3) $10 \frac{3}{8}$

(4) $31 \frac{4}{7}$

H). ENCUENTRE EL CUADRADO DE LOS SIGUIENTES NÚMEROS:

(1) 10

(2) 24

(3) $\frac{3}{4}$

(4) 1.2

CAPITULO II

ELEMENTOS DE ALGEBRA

12. CANTIDADES ALGEBRAICAS .

LAS CANTIDADES ALGEBRAICAS TIENEN VALOR POSITIVO O NEGATIVO. LAS CANTIDADES POSITIVAS ESTÁN PRECEDIDAS POR EL SIGNO MÁS (+) O NO TIENEN SIGNO. LAS CANTIDADES NEGATIVAS SIEMPRE ESTÁN PRECEDIDAS POR EL SIGNO (-). EL PRIMER TÉRMINO DE UNA EXPRESIÓN ALGEBRAICA, USUALMENTE NO TIENE SIGNO, SOLO EN EL CASO DE QUE LA CANTIDAD -- INICIAL SEA NEGATIVA, SE LE ANTEPONDRÁ EL SIGNO MENOS.

13. SUMA ALGEBRAICA.

- A). PARA SUMAR CANTIDADES O NÚMEROS ALGEBRAICOS DEL MISMO SIGNO, SE SUMAN SUS VALORES ABSOLUTOS Y SE PONE AL RESULTADO EL MISMO SIGNO. EJEMPLO:

$$(1) \quad 5 + 7 + 8 = 20$$

$$(2) \quad (-8) + (-6) + (-4) = -18$$

- B). PARA SUMAR NÚMEROS ALGEBRAICOS CON DIFERENTE SIGNO, SE SUMAN SEPARADAMENTE TODOS LOS SIGNOS DE SIGNO POSITIVO Y DE SIGNO NEGATIVO, ENSEGUIDA, SE ENCUENTRA LA DIFERENCIA DE LOS VALORES ABSOLUTOS HALLADOS Y AL RESULTADO SE ANTEPONE EL SIGNO DEL MAYOR. EJEMPLO:

$$(1) \quad 17 + 5 + (-16) + 3 = 25 + (-16) = 9$$

$$(2) \quad 43 + (-57) + (-13) = 43 + (-70) = -27$$

$$(3) \quad 6x + (-14x) = -8x$$

14. RESTA ALGEBRAICA.

PARA EFECTUAR UNA RESTA ALGEBRAICA BASTA CON TENER EN CUENTA QUE: PARA QUITAR UN PARÉNTESIS PRECEDIDO DE SIGNO MENOS, ES NECESARIO CAMBIAR DE SIGNO TODO LO QUE ESTÁ DENTRO DEL PARÉNTESIS. POR LO TANTO, PARA EFECTUAR UNA RESTA ALGEBRAICA, SE CAMBIA DE SIGNO AL SUSTRAENDO Y SE EFECTUA LA RESTA COMO SI FUERA SUMA. EJEMPLO:

$$(1) \quad 7 - (+5) = 7 - 5 = 2 \qquad (2) \quad 15 - (-9) = 15 + 9 = 24$$

$$(3) \quad -17 - (-4) = -17 + 4 = -13$$

15. MULTIPLICACION Y DIVISION ALGEBRAICAS.

EL PRODUCTO O COCIENTE DE DOS CANTIDADES O NÚMEROS, ES POSITIVO SI SUS DOS TÉRMINOS TIENEN IGUAL SIGNO, Y NEGATIVO SI TIENEN -- SIGNOS DIFERENTES.

A). MULTIPLICACIÓN: $(-5) \times (-4) = 20$; $5 \times (-4) = -20$

B). DIVISIÓN: $(-8) \div (-4) = +2$; $(-8) \div (4) = -2$

16. ECUACIONES.

- A). UNA ECUACIÓN SE FORMA CUANDO DOS TÉRMINOS O MIEMBROS EXPRESAN UNA IGUALDAD. LA CANTIDAD O EXPRESIÓN DEL LADO DERECHO DEL SIGNO "IGUAL", ES EL MIEMBRO DE LA DERECHA O LADO DERECHO DE LA ECUACIÓN. ASIMISMO, LA CANTIDAD O EXPRESIÓN DEL LADO IZQUIERDO DEL SIGNO "IGUAL" ES EL MIEMBRO IZQUIERDO O LADO IZQUIERDO DE LA ECUACIÓN.

POR EJEMPLO: EN LA ECUACIÓN $x + 5 = 10$, EL MIEMBRO IZQUIERDO ES $x + 5$.

- B). LA IGUALDAD DE UNA ECUACIÓN NO SE ALTERA CUANDO A AMBOS MIEMBROS SE LES SUMA, RESTA, MULTIPLICA O DIVIDE POR LA MISMA CANTIDAD.
- C). EL PROCEDIMIENTO MÁS SIMPLE PARA EFECTUAR CUALQUIERA DE LAS OPERACIONES MENCIONADAS ES POR TRANSPOSICIÓN, EN LA CUAL UN TÉRMINO O CANTIDAD SE PASA DE UN LADO A OTRO DE LA ECUACIÓN CAMBIÁNDOLE DE SIGNO, O LO QUE ES LO MISMO, EFECTUANDO CON EL TÉRMINO TRANSPUESTO LA OPERACIÓN CONTRARIA A LA QUE SE INDICA EN EL TÉRMINO DE DONDE PASÓ. AL TRANSPONER LOS TÉRMINOS, LA SUMA Y LA RESTA SON OPERACIONES OPUESTAS ASÍ COMO LO SON LA MULTIPLICACIÓN Y LA DIVISIÓN, EJEMPLO:

(1) $x + 5 = 10$ (EL 5 SE ESTÁ SUMANDO)

$x = 10 - 5$ (TRANSPUESTO Y RESTADO)

$x = 5$

(2) $\frac{x}{5} = 10$ (EL 5 ESTÁ DIVIDIENDO)

$x = 10 \times 5$ (TRANSPUESTO Y MULTIPLICADO)

$x = 50$

D). PARA COMPROBAR LA SOLUCIÓN DE CUALQUIER ECUACIÓN, SE SUBSTITUYE EL VALOR DE LA INCÓGNITA EN LA ECUACIÓN ORIGINAL. EL RESULTADO DEBE SER UNA IGUALDAD NUMÉRICA.

17. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII).

A. RESUELVA LAS SIGUIENTES OPERACIONES ALGEBRAICAS:

(1) $4 + 15 - 19 + 7$

(2) $17 + 91 - 115 + 7$

(3) $(6) (-10) + \frac{18}{3} \quad \boxed{(6 \times 4) - 7} - \frac{(-21)}{-7}$

(4) $(3 \times 2) + (4 \times 7) - \frac{6}{3} (-2) - (4 \times 27)$

B. ENCUENTRE EL VALOR DE "X" EN LAS SIGUIENTES ECUACIONES:

(1) $2x + 17 = 35$

(2) $2x + 16y = 170$

(3) $\frac{4.1}{22635} = \frac{1}{x}$

(4) $\frac{2x}{7} = 170$

(5) $\frac{3x}{5} + \frac{2y}{7} = 21$

(6) $\frac{4.5}{x} = \frac{1}{36159}$

(7) $\frac{3.9}{45678} = \frac{x}{6532}$

(8) $\frac{2x + 5}{9} = \frac{6x - 2}{4}$

CAPITULO III

GEOMETRIA PLANA

18. GENERALIDADES.

- A). LA GEOMETRÍA PLANA ESTUDIA LAS FIGURAS EN UN SOLO PLANO. UNA FIGURA GEOMÉTRICA ES UNA COMBINACIÓN DE LÍNEAS Y PUNTOS.
- B). UN ÁNGULO ES LA ABERTURA COMPRENDIDA ENTRE DOS LÍNEAS RECTAS QUE CONVERGEN EN UN PUNTO. EL PUNTO SE LLAMA VÉRTICE Y LAS LÍNEAS SE LLAMAN LADOS.
- LA LONGITUD DE LOS LADOS NO AFECTA LA MAGNITUD DEL ÁNGULO.
- C). SE DICE QUE DOS RECTAS SON PERPENDICULARES SI AL CONVERGER FORMAN DOS ÁNGULOS RECTOS.
- EN LA FIGURA 2, EL ÁNGULO 1 Y EL ÁNGULO 2 SON RECTOS.

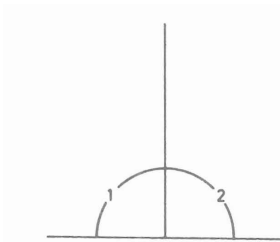


FIGURA 2. PERPENDICULARES.

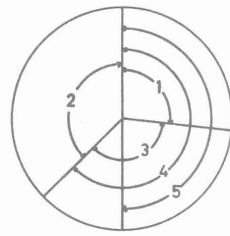


FIGURA 3.
ÁNGULOS EN EL CÍRCULO.

19. ANGULOS.

- A). SI SE CONSIDERA QUE EL VÉRTICE DE UN ÁNGULO SE ENCUENTRA EN EL CENTRO DE UNA CIRCUNFERENCIA, SUS LADOS CORTARÁN ARCOS DE DICHA CIRCUNFERENCIA.

LA MEDIDA DE ESTOS ARCOS REPRESENTAN LA MAGNITUD DEL ÁNGULO EN MILITS, O EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS. POR EJEMPLO EN LA FIGURA 3, EL ÁNGULO 1 ES IGUAL A 1700 M; EL ÁNGULO 2 ES IGUAL A 2400 M; EL ÁNGULO 3 ES IGUAL A 2300 M; EL ÁNGULO 4 ES IGUAL A 4000 M; Y EL ÁNGULO 5 ES IGUAL A 3200 M. LA --

CIRCUNFERENCIA TIENE UN VALOR DE 6400 M Ó 360°.

- B). UN ÁNGULO RECTO MIDE 1600 M Ó 90°. EL ÁNGULO RECTO ES EL ÁNGULO FORMADO POR UNA LÍNEA PERPENDICULAR A OTRA.
- C). ÁNGULO OBTUSO ES EL QUE MIDE MÁS DE 1600 M (90 GRADOS).
- D). ÁNGULO AGUDO ES EL QUE MIDE MENOS DE 1600 M (90 GRADOS).
- E). CUANDO DOS ÁNGULOS SUMAN 1600 M SE DICE QUE SON ÁNGULOS COMPLEMENTARIOS.
- F). CUANDO DOS ÁNGULOS SUMAN 3200 M (180 GRADOS) SE DICE QUE SON - ÁNGULOS SUPLEMENTARIOS.
- G). UN ÁNGULO DE 3200 M ES UNA LÍNEA RECTA.
- H). LA SUMA DE TODOS LOS ÁNGULOS ALREDEDOR DE UN PUNTO (FIGURA 3), ES IGUAL A 6400 M (360 GRADOS).

20. TEOREMAS SOBRE SIMETRÍA DE ÁNGULOS.

- A). SI DOS LÍNEAS SE INTERSECTAN, LOS ÁNGULOS OPUESTOS ASÍ FORMADOS SON IGUALES.

POR EJEMPLO EN LA FIGURA 4, ÁNGULO 1 = ÁNGULO 2 Y ÁNGULO 3 = _ ÁNGULO 4.

ESTOS ÁNGULOS SE LLAMAN OPUESTOS POR EL VÉRTICE.

- B). SI DOS LÍNEAS PARALELAS SON CORTADAS POR UNA TRANSVERSAL, LOS_ ÁNGULOS ALTERNOS INTERNOS Y LOS ALTERNOS EXTERNOS SON IGUALES. ESTA REGLA ES LA BASE PARA LA PUNTERÍA RECÍPROCA. EN LA FIGURA 5, LOS ÁNGULOS 4 Y 6, ASÍ COMO LOS ÁNGULOS 3 Y 5, SON ALTERNOS INTERNOS. DE LA MISMA MANERA, LOS ÁNGULOS 2 Y 8 Y LOS ÁNGULOS_ 1 Y 7 SON ALTERNOS EXTERNOS.

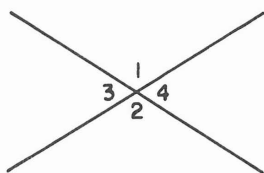


FIGURA 4
ÁNGULOS OPUESTOS POR EL VÉRTICE.

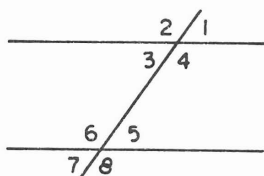


FIGURA 5
ÁNGULOS ALTERNOS INTERNOS
Y ALTERNOS EXTERNOS

21. TRIANGULOS.

- A). UN TRIÁNGULO ES UNA FIGURA LIMITADA POR 3 LÍNEAS RECTAS QUE FORMAN 3 ÁNGULOS INTERIORES.
- B). UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO ES AQUEL EN EL QUE UNO DE LOS 3 ÁNGULOS ES ÁNGULO RECTO (1600 M. 90 GRADOS).
- C). TRIÁNGULO ACUTÁNGULO ES AQUEL EN EL QUE CADA UNO DE SUS ÁNGULOS ES MENOR DE 1600 M. (90 GRADOS).
- D). TRIÁNGULO OBTUSÁNGULO ES AQUEL EN EL QUE UNO DE SUS 3 - - ÁNGULOS ES MAYOR DE 1600 M.
- E). TRIÁNGULO ISÓSCELES ES AQUEL QUE TIENE 2 LADOS IGUALES.
- F). EL TRIÁNGULO EQUILATERO TIENE SUS 3 ÁNGULOS Y SUS 3 LADOS -- IGUALES.
- G). EL ÁNGULO EXTERIOR DE UN TRIÁNGULO ES EL ÁNGULO QUE SE FORMA FUERA DE ÉL AL PROLONGAR UNO DE SUS LADOS.
- H). EL ÁNGULO EXTERIOR DE UN TRIÁNGULO ES IGUAL A LA SUMA DE LOS 2 ÁNGULOS INTERIORES OPUESTOS. FIGURA 6, EL ÁNGULO 2 = A LOS ÁNGULOS 3 + 4.
- I). LA SUMA DE LOS ÁNGULOS INTERIORES DE UN TRIÁNGULO ES IGUAL A 3200 M (180 GRADOS). PARA PROBAR ESTA ASEVERACIÓN, VEA LA -- FIGURA 7. LA LÍNEA AB ES PARALELA A LA LÍNEA CD, ÁNGULO 1 + ÁNGULO 4 + ÁNGULO 5 = 3200 M. ÁNGULO 4 = ÁNGULO 2 Y ÁNGULO 5 = ÁNGULO 3; ESTOS SON LOS ÁNGULOS ALTERNOS INTERNOS. POR LO TANTO: ÁNGULO 1 + ÁNGULO 2 + ÁNGULO 3 = 3200 M. (180 GRADOS).

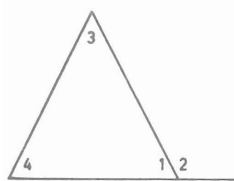


FIGURA 6.
ÁNGULO EXTERIOR.

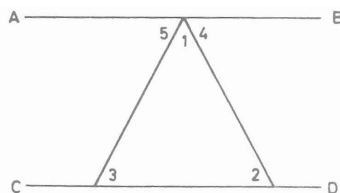


FIGURA 7.
SUMA DE ÁNGULOS INTERIORES.

22. TRIANGULOS IGUALES.

DOS TRIÁNGULOS SON IGUALES SI:

- A). DOS LADOS Y EL ÁNGULO FORMADO POR ÉSTOS, EN UN TRIÁNGULO, -
SON IGUALES A DOS LADOS Y EL ÁNGULO FORMADO POR ELLOS EN --
OTRO TRIÁNGULO.
- B). LOS 3 LADOS DE UN TRIÁNGULO SON IGUALES A LOS 3 LADOS DE --
OTRO TRIÁNGULO.
- C). UN LADO Y LOS ÁNGULOS ADYACENTES A ÉSTE, EN UN TRIÁNGULO,
SON IGUALES A UN LADO Y LOS ÁNGULOS ADYACENTES A ÉSTE EN --
OTRO TRIÁNGULO.

23. TRIANGULOS SEMEJANTES.

A). DOS TRIÁNGULOS SON SEMEJANTES SI:

- (1) LOS 3 ÁNGULOS DE UN TRIÁNGULO SON IGUALES A LOS 3 ÁNGU-
LOS DE OTRO TRIÁNGULO.
 - (2) LOS 3 LADOS DE UN TRIÁNGULO SON PROPORCIONALES A LOS 3
LADOS CORRESPONDIENTES DE OTRO TRIÁNGULO.
 - (3) UN ÁNGULO DE UN TRIÁNGULO ES IGUAL A UN ÁNGULO DE OTRO
TRIÁNGULO Y LOS LADOS ADYACENTES A DICHO ÁNGULO SON - -
RESPECTIVAMENTE PROPORCIONALES.
- B). SI UNA LÍNEA RECTA INTERSECTA DOS LADOS DE UN TRIÁNGULO Y -
ES PARALELA AL TERCER LADO, EL TRIÁNGULO ASÍ FORMADO ES - -
SEMEJANTE AL ORIGINAL. EN LA FIGURA 8, LA LÍNEA DE ES PARA-
LELA A LA LÍNEA BC, APLICANDO EL PRINCIPIO DE ÁNGULOS - --
CORRESPONDIENTES FORMADOS POR UNA RECTA QUE CORTA DOS PARA-
LELAS, $\text{ANG. } 2 = \text{ANG. } 4$, $\text{ANG. } 3 = \text{ANG. } 5$ Y POR SUPUESTO, - -
 $\text{ANG. } 1 = \text{ANG. } 1$. POR LO TANTO EL TRIÁNGULO ADE ES SEMEJANTE
AL TRIÁNGULO ABC PORQUE DOS TRIÁNGULOS SON SEMEJANTES SI -
TIENEN SUS ÁNGULOS IGUALES.
- C). EN EL EJEMPLO DEL PÁRRAFO B) PUEDE VERSE EL CASO DE QUE - -
CUANDO UNA LÍNEA CORTA A UN TRIÁNGULO COMO SE MUESTRA EN LA
FIGURA 8, SE OBTIENEN DOS TRIÁNGULOS SEMEJANTES CUYOS LADOS

SON PROPORCIONALES, PUDIENDO POR CONSIGUIENTE ESTABLECERSE LAS SIGUIENTES PROPORCIONES:

$$\frac{A D}{A B} = \frac{A E}{A C} = \frac{D E}{B C}$$

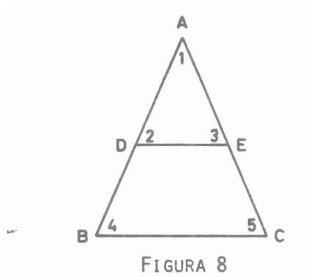


FIGURA 8
TRIÁNGULOS SEMEJANTES

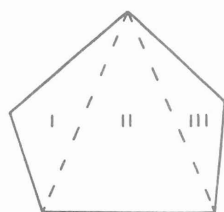


FIGURA 9
POLÍGONOS

24. POLÍGONOS.

UN POLÍGONO ES UNA FIGURA PLANA LIMITADA POR LÍNEAS RECTAS LLAMADAS LADOS. LA SUMA DE LOS ÁNGULOS INTERIORES DE UN POLÍGONO ES IGUAL A:

$$3200 \times (N-2) \text{ (EN MILITS) O } 180^{\circ} \times (N-2)$$

DONDE N = NÚMERO DE LADOS DEL POLÍGONO.

ESTO PUEDE SER PROBADO MEDIANTE EL DIBUJO DE LA FIGURA 9, DONDE_ PODAMOS VER QUE EL NÚMERO DE TRIÁNGULOS FORMADOS EN UN POLÍGONO_ ES SIEMPRE IGUAL AL NÚMERO DE LADOS MENOS DOS. LA SUMA DE LOS _ _ _ _ _ ÁNGULOS INTERIORES DE UN TRIÁNGULO ES IGUAL A 3200 M. POR LO TAN_ TO, LA SUMA DE LOS ÁNGULOS INTERIORES DE UN POLÍGONO ES IGUAL A_ 3200 M x (N-2).

25. TEOREMA DE PITÁGORAS.

- A). EL TEOREMA DE PITÁGORAS ESTABLECE QUE: EL CUADRADO DE LA -- HIPOTENUSA DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO ES IGUAL A LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS CATETOS. FIGURA 10.

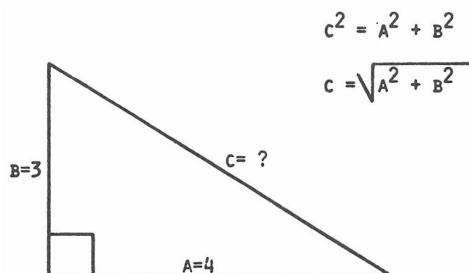


FIG. 10. TEOREMA DE PITÁGORAS.

- B). EL TEOREMA DE PITÁGORAS SE USA PARA COMPROBAR LA EXACTITUD_ DE LOS CÁLCULOS EN LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS.
- C). EJEMPLO: EN LA FIGURA 10, TENEMOS: $A = 4$, $B = 3$, ¿CUÁL ES - LA LONGITUD DE C ?

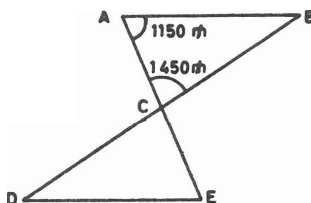
$$c^2 = A^2 + B^2 = 4^2 + 3^2 = (4 \times 4) + (3 \times 3) = 25$$

$$c^2 = 25 \quad c = \sqrt{25} \quad c = 5$$

26. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII).

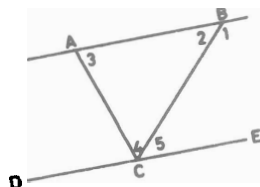
- A). LAS LÍNEAS AB Y DE SON PARALELAS
 ANG. $BAC = 1150$ M., Y ANG. $ACB = 1450$ M., ENCONTRAR:

- (1) ANG. B (ABC)
- (2) ANG. D (CDE)
- (3) ANG. E (CED)



b). $AB = BC$, $\text{ANG. } 2 = 950^\circ$. Y LAS
LÍNEAS AB Y DE SON PARALELAS; _
ENCONTRAR:

- (1) ANG. 1
- (2) ANG. 3
- (3) ANG. 4
- (4) ANG. 5



c). EN UN POLÍGONO $ABCDE$;

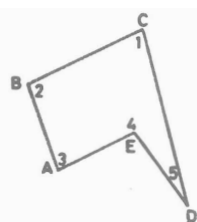
ANG. 1 = 1700° .

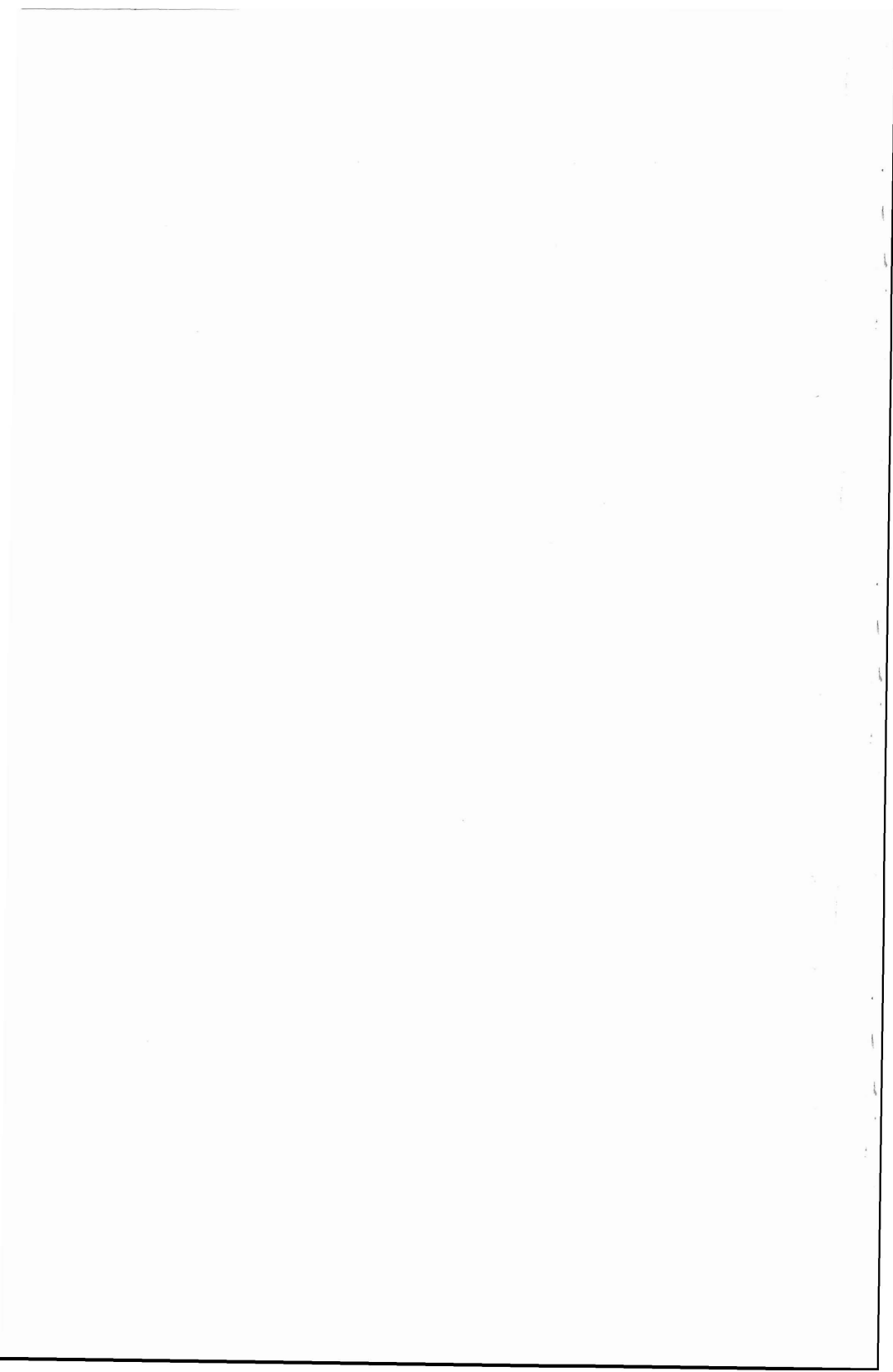
ANG. 2 = 1915° .

ANG. 3 = 1320° .

ANG. 4 = 4300° .

ENCUENTRE EL ÁNGULO 5.





CAPITULO IV

FUNCIONES TRIGONOMETRICAS

27. GENERALIDADES.

- A). LA TRIGONOMETRÍA SE OCUPA DEL ESTUDIO DE LOS TRIÁNGULOS E INCLUYE EL USO DE FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS. UNA FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA ES LA RAZÓN QUE EXISTE ENTRE LAS MAGNITUDES DE 2 LADOS DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO. ESTAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS SON DIRECTAMENTE PROPORCIONALES A LA MEDIDA DE LOS ÁNGULOS DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO. ESTAS FUNCIONES SE LLAMAN FUNCIONES NATURALES, PARA DISTINGUIRLAS DE LOS LOGARITMOS DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.
- B). UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO ES AQUEL QUE TIENE UN ÁNGULO DE 1600 M. LOS OTROS DOS ÁNGULOS INTERIORES SON ÁNGULOS AGUDOS, MENORES QUE EL RECTO. EL LADO MÁS LARGO, OPUESTO AL ÁNGULO RECTO, SE LLAMA HIPOTENUSA; LOS OTROS DOS LADOS MÁS CORTOS, OPUESTOS A LOS ÁNGULOS AGUDOS SE LLAMAN, CATETO OPUESTO Y CATETO ADYACENTE, RESPECTIVAMENTE. FIGURA 11.

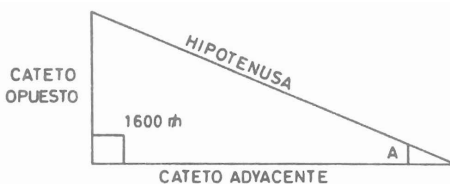


FIGURA 11

28. FUNCIONES TRIGONOMETRICAS.

LAS CUATRO FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS MÁS COMUNMENTE USADAS EN LA ARTILLERÍA DE CAMPAÑA, SON: (FIGURA 12).

- A). SENO, ABREVIATURA: SEN.

$$\text{SEN. } A = \frac{\text{CATETO OPUESTO}}{\text{HIPOTENUSA}} = \frac{A}{C}$$

- B). COSENO, ABREVIATURA:

$$\text{Cos. } A = \frac{\text{CATETO ADYACENTE}}{\text{HIPOTENUSA}} = \frac{B}{C}$$

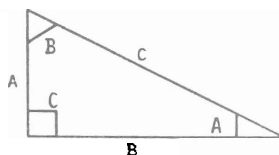


FIGURA 12.

C). TANGENTE, ABREVIATURA TAN.

$$\text{TAN. } A = \frac{\text{CATETO OPUESTO}}{\text{CATETO ADYACENTE}} = \frac{A}{B}$$

D). COTANGENTE, ABREVIATURA: COT.

$$\text{COT. } A = \frac{\text{CATETO ADYACENTE}}{\text{CATETO OPUESTO}} = \frac{B}{A}$$

NOTA: CONOCIENDO LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS:

$$\text{SEN. } A = \frac{A}{C} \quad \text{COS. } A = \frac{B}{C} \quad \text{TAN. } A = \frac{A}{B} \quad \text{COT. } A = \frac{B}{A}$$

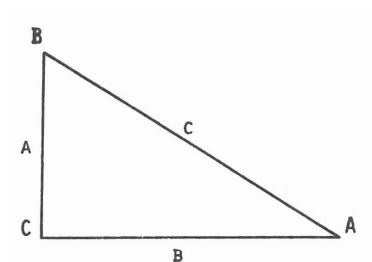
SE PUEDEN RESOLVER TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS. POR EJEMPLO:

SI CONOCEMOS EL LADO A Y EL ÁNGULO A, APLICANDO LA FUNCIÓN --
COTANGENTE OBTENEMOS $B = A \cdot \text{COT. } A$, Y APLICANDO LA FUNCIÓN SENO

$$\text{OBTENEMOS } C = \frac{A}{\text{SEN. } A}.$$

DE LA MISMA MANERA SE PUEDE OBTENER CUALQUIER LADO DE UN TRIÁN-
GULO SI SE CONOCE UN LADO Y UN ÁNGULO AGUDO, O DOS LADOS.

A CONTINUACIÓN DAMOS UNA TABLA QUE EXPRESA LAS FÓRMULAS PARA -
RESOLVER TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS:



D A T O S	F O R M U L A S		
c, A	$B = 90^\circ - A$	$A = c \operatorname{SEN} A$	$B = c \operatorname{Cos} A$
c, B	$A = 90^\circ - B$	$A = c \operatorname{Cos} B$	$B = c \operatorname{SEN} B$
A, A	$B = 90^\circ - A$	$B = A \operatorname{COT} A$	$c = \frac{A}{\operatorname{SEN} A}$
A, B	$A = 90^\circ - B$	$B = A \operatorname{TAN} B$	$c = \frac{A}{\operatorname{Cos} B}$
B, A	$B = 90^\circ - A$	$A = B \operatorname{TAN} A$	$c = \frac{B}{\operatorname{Cos} A}$
B, B	$A = 90^\circ - B$	$A = B \operatorname{COT} B$	$c = \frac{B}{\operatorname{SEN} B}$
A, B	$c = \sqrt{A^2 + B^2}$	$\operatorname{TAN} A = \frac{A}{B}$	$\operatorname{TAN} B = \frac{B}{A}$
A, c	$B = \sqrt{(c+A)(c-A)}$	$\operatorname{SEN} A = \frac{A}{c}$	$\operatorname{Cos} B = \frac{A}{c}$
B, c	$A = \sqrt{(c+B)(c-B)}$	$\operatorname{Cos} A = \frac{B}{c}$	$\operatorname{SEN} B = \frac{B}{c}$

29. EL CÍRCULO TRIGONOMETRICO.

- A). EL CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO SE USA PARA REPRESENTAR EN EL FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS POR MEDIO DE LÍNEAS. ESTÁ DIVIDIDO EN CUATRO CUADRANTES COMO SE ILUSTRAN EN LA FIGURA 13. SE CONSIDERA QUE EL RADIO DEL CÍRCULO ES IGUAL A LA UNIDAD.

SI OBSERVAMOS EL ÁNGULO "O" (QOP), EL SENO ES: QP/OP=QP/1, -- O LO QUE ES LO MISMO, EL SENO ES EL SEGMENTO QP (HORIZONTAL). IGUALMENTE, EL COSENO ES LA DISTANCIA OQ (VERTICAL), PARA DETERMINAR EL VALOR O EL SIGNO DE LA TANGENTE, BASTARÁ CON RECORDAR QUE LA TANGENTE ES IGUAL A SENO ENTRE COSENO.

$$\text{TAN } \theta = \frac{\text{SEN } \theta}{\text{COS } \theta}$$

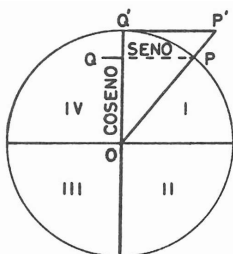


FIGURA 13,
CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO

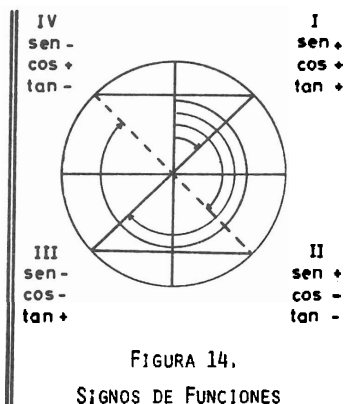


FIGURA 14,
SIGNOS DE FUNCIONES

- B). EN LA FIGURA 14, EL ÁNGULO MOSTRADO EN EL PRIMER CUADRANTE ES DE 800 M. (45°), EN EL SEGUNDO CUADRANTE ES DE 2400 M. (135°), EN EL TERCER CUADRANTE ES DE 4000 M. (225°) Y EN EL CUARTO -- CUADRANTE ES DE 5600 M. (315°). EN LOS CUADRANTES I Y II, EL -- SENO (SEGMENTO HORIZONTAL) ESTÁ A LA DERECHA DEL ORIGEN Y ES -- DE SIGNO POSITIVO. EN LOS CUADRANTES III Y IV, EL SENO (SEGMENTO HORIZONTAL) ESTÁ A LA IZQUIERDA DEL ORIGEN Y ES DE SIGNO -- NEGATIVO. EL COSENO (SEGMENTO VERTICAL) ES POSITIVO CUANDO -- ESTÁ ARRIBA DEL ORIGEN Y NEGATIVO SI ESTÁ ABAJO DE ÉSTE; POR -- LO TANTO ES POSITIVO EN LOS CUADRANTES I Y IV Y NEGATIVO EN -- LOS CUADRANTES II Y III.

c). AZIMUT.

- (1) SE DENOMINA AZIMUT AL ÁNGULO HORIZONTAL MEDIDO EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ A PARTIR DE LA LÍNEA -- NORTE-SUR.
- (2) CUANDO EL AZIMUT SE MIDE A PARTIR DE LOS NORTES GEOGRÁFICO, DE CUADRÍCULA Y DEL POLO MAGNÉTICO, RECIBEN RESPECTIVAMENTE LOS NOMBRES DE AZIMUTES GEOGRÁFICO, DE CUADRÍCULA Y MAGNÉTICO.
- (3) EL AZIMUT DE CUADRÍCULA ES EL QUE SIRVE DE BASE PARA LAS MEDICIONES DE LA ARTILLERÍA DE CAMPAÑA.

30. RUMBO.

EL RUMBO ES EL ÁNGULO FORMADO POR LA LÍNEA NORTE-SUR Y UNA DIRECCIÓN CUALQUIERA. SE MIDE A PARTIR DE LA LÍNEA NORTE-SUR Y SU VALOR SE DETERMINA COMO SIGUE:

$$\begin{aligned} \text{RUMBO EN EL PRIMER CUADRANTE} &= \text{AZIMUT.} \\ \text{RUMBO EN EL SEGUNDO CUADRANTE} &= 3200 (180^\circ) - \text{Az.} \\ \text{RUMBO EN EL TERCER CUADRANTE} &= \text{Az} - 3200 (180^\circ). \\ \text{RUMBO EN EL CUARTO CUADRANTE} &= 6400 (360^\circ) - \text{Az.} \end{aligned}$$

31. APLICACION DE LAS FUNCIONES EN LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS DE LA ARTILLERIA DE CAMPAÑA.

- A). EN LA FIGURA 15, EL AZIMUT DE LA LÍNEA AB ESTÁ REPRESENTADO POR EL ARCO EXTERIOR, Y EL RUMBO POR EL ARCO "R" QUE ES ÁNGULO INTERIOR DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO.

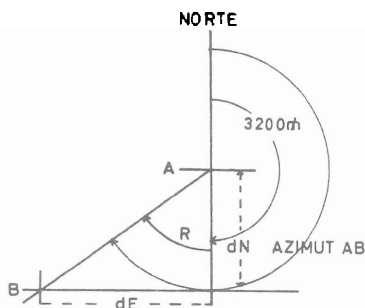


FIGURA 15. AZIMUT Y RUMBO.

- B). SI EL AZIMUT Y DISTANCIA DE LA LÍNEA AB SON CONOCIDOS, EL INCREMENTO ESTE (DE) PUEDE SER COMPROBADO USANDO LA FÓRMULA: $SEN R = -DE/DISTANCIA$. ASIMISMO, EL INCREMENTO NORTE (DN), SE COMPRUEBA MEDIANTE: $COS R = -DN/DISTANCIA$.
- C). SI SE CONOCEN LAS COORDENADAS DE DOS PUNTOS A Y B, EL RUMBO DE LA LÍNEA AB SE PUEDE ENCONTRAR MEDIANTE LA FÓRMULA: $TAN R = -DE/DN$. DESPUÉS DE ENCONTRAR EL RUMBO, SE PUEDE DETERMINAR EL AZIMUT MEDIANTE LOS SIGNOS DE DE Y DN, LOS CUALES INDICARÁN EN QUÉ CUADRANTE ESTÁ SITUADA LA LÍNEA AB. LA DISTANCIA DE A A B SE ENCUENTRA MEDIANTE LAS FÓRMULAS (1) Ó (2), INDICADAS ABAJO. SI DE ES MAYOR, ÚSESE LA FÓRMULA (1). SI DN ES MAYOR ÚSESE LA FÓRMULA (2).

$$SEN R = \frac{DE}{DIST}.....(1) \quad COS R = \frac{DN}{DIST}.....(2)$$

TODAS ESTAS DEDUCCIONES SE APLICAN EN LOS CÁLCULOS QUE SE HACEN EN LA FORMA SDN 7-1, PARA EL CÁLCULO DE AZIMUT Y DISTANCIA A PARTIR DE COORDENADAS.

32. FUNCIONES SENO Y TANGENTE Y ARCOS DE ANGULOS PEQUEÑOS.

- A). EN ÁNGULOS PEQUEÑOS, EL SENO, EL ARCO Y LA TANGENTE, SON APROXIMADAMENTE IGUALES. CUANDO EL ÁNGULO AUMENTA, ESTA APROXIMACIÓN DEJA DE EXISTIR YA QUE LA TANGENTE CRECE MÁS RÁPIDAMENTE QUE EL SENO. LA FIGURA 16 DEMUESTRA ÉSTE PRINCIPIO.

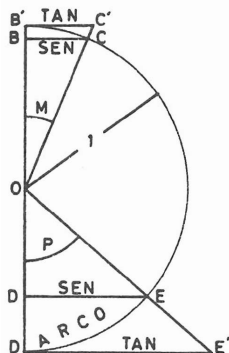


FIGURA 16. VARIACIÓN DE SENO Y TANGENTE.

RECORDEMOS QUE EL RADIO DEL CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO TIENE VALOR IGUAL A LA UNIDAD.

$$\text{SEN } P = \frac{DE}{OE} = \frac{DE}{1} = DE$$

$$\text{TAN } P = \frac{D'E'}{OD'} = \frac{D'E'}{1} = D'E'$$

DE ESTA MANERA EL SENO ESTÁ REPRESENTADO EN EL CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO POR UN SEGMENTO HORIZONTAL DENTRO DEL CÍRCULO Y LA TANGENTE SE REPRESENTA POR UN SEGMENTO HORIZONTAL FUERA DEL CÍRCULO.

NOTA: ESTO ES SOLO UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA, SENOS Y TANGENTES NO SON LÍNEAS, SON PROPORCIONES.

- B). EN EL ÁNGULO PEQUEÑO M, EL SENO (BC), EL ARCO (B'C) Y LA TANGENTE (B'C') SON APROXIMADAMENTE IGUALES, MIENTRAS QUE EN EL ÁNGULO MAYOR P, EL ARCO (D'E) ES APRECIABLEMENTE MAYOR QUE EL SENO (DE) Y LA TANGENTE (D'E') ES MUCHO MAYOR QUE ÉSTOS.

NÓTESE QUE ESTA DIFERENCIA AUMENTA AL MISMO TIEMPO QUE EL ÁNGULO.

- C). LA FIGURA 16 MUESTRA QUE EL VALOR DEL ARCO ES INTERMEDIO ENTRE EL SENO Y LA TANGENTE, POR LO TANTO ES EVIDENTE QUE PARA ÁNGULOS PEQUEÑOS, EL COCIENTE DE LA MEDIDA DEL ARCO ENTRE EL RADIO PUEDE SER CONSIDERADO IGUAL A LA TANGENTE CON UN PEQUEÑO ERROR. EN LAS TABLAS DE FUNCIONES NATURALES TM6-230 EL SENO DE 40 M. ES 0.03926 Y LA TANGENTE DE 40 M. ES 0.03929. ESTO DEMUESTRA LA APROXIMACIÓN ENTRE EL SENO Y LA TANGENTE CUANDO EL ÁNGULO ES PEQUEÑO.

33. EL MILIT Y LA FORMULA DEL ARTILLERO.

- A). LA UNIDAD DE MEDIDA ANGULAR MÁS COMÚNMENTE USADA EN ARTILLERÍA ES EL MILIT, UN MILIT (M) ES 1/6400 DE LA CIRCUNFERENCIA, POR LO TANTO, UNA CIRCUNFERENCIA CONTIENE 6400 M., ASÍ COMO EXISTEN 360° EN LA MISMA, DE LO QUE SE DESPRENDE QUE UN GRADO TIENE 17.8 M. APROXIMADAMENTE.

- B). LOS INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN DE ÁNGULOS USADOS EN LA ARTILLERÍA, TALES COMO GONIÓMETROS, BINOCULARES, ANTEOJOS PANORÁMICOS, ETC., ESTÁN GRADUADOS EN MILITS, EXCEPTUANDO EL TRÁNSITO Y EL TEODOLITO.
- C). LA FÓRMULA DEL ARTILLERO ESTÁ BASADA EN LA FUNCIÓN TANGENTE DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO Y SE USA PARA LA SOLUCIÓN APROXIMADA DE ALGUNOS TRIÁNGULOS; SE EXPRESA MEDIANTE UNA SIMPLE RAZÓN DONDE:

PM. ES LA PARALELAJE EN MILITS.
 FM. ES EL FRENTE EN METROS.
 DK. ES LA DISTANCIA EN KILÓMETROS.

$$PM = \frac{FM}{DK}$$

AL DAR VALORES A ESTA FÓRMULA, UN ÁNGULO DE 1 M. ABARCARÁ UN FRENTE DE 1 METRO A LA DISTANCIA DE 1 KILÓMETRO. SI ÉSTA -- DEFINICIÓN DE MILIT SE APLICARA RIGUROSAMENTE AL CÍRCULO, -- HABRÍA 6283 MILITS EN LUGAR DE 6400. COMPROBACIÓN:

$$\frac{1}{1000} = 0.001 \quad Tg \ 0.001 = 0.00017453 \text{ (DATO CON CALCULADORA),}$$

$$.000017453 \times 360 = 6283 \text{ M.}$$

DEBIDO A LO ANTERIOR, APARECEN ERRORES EN LOS RESULTADOS -- OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DEL ARTILLERO. PARA ÁNGULOS DE 400 A 600 M., SE OBTIENE UNA APROXIMACIÓN ACEPTABLE PARA LAS NECESIDADES DE ARTILLERÍA. EN ÁNGULOS MAYORES -- DE 600 M., NO DEBE USARSE LA FÓRMULA DEL ARTILLERO.

- D). EXISTE UNA FORMA MUY SIMPLE DE RECORDAR LA FÓRMULA DEL ARTILLERO: SE DIBUJA UN CÍRCULO CON UN DIÁMETRO HORIZONTAL Y UN RADIO VERTICAL HACIA ABAJO, (FIGURA 17), ARRIBA DEL DIÁMETRO SE ESCRIBEN LAS LETRAS FM., EN LA PARTE INFERIOR DEL LADO -- IZQUIERDO SE ESCRIBE PM., Y DEL LADO DERECHO DK. PARA USAR -- ESTE DIBUJO, SE CUBREN LAS LETRAS QUE REPRESENTAN EL FACTOR -- DESCONOCIDO, OBTENIÉNDOSE CON LA PARTE DESCUBIERTA EL SEGUNDO MIEMBRO DE LA ECUACIÓN POR RESOLVER.

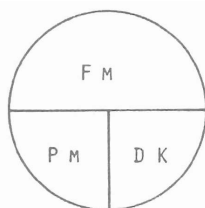


FIGURA 17. FÓRMULA DEL ARTILLERO.

EJEMPLO: LOS VALORES CONOCIDOS SON: $FM = 40$ METROS.
 $DK = 8$ KILÓMETROS.
 CUBRIENDO PM , LA ECUACIÓN POR RESOLVER QUEDA:

$$PM = \frac{FM}{DK}$$

POR LO TANTO SE DIVIDE $\frac{40}{8}$ Y RESULTA IGUAL A 5 M. (FIG. 18).

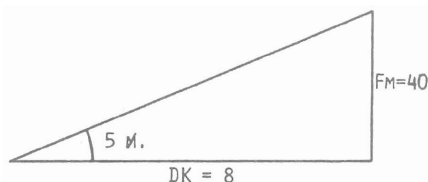
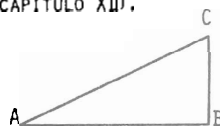


FIG. 18. USO DE LA FÓRMULA DEL ARTILLERO.

34. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII).

- A). EN EL TRIÁNGULO RECTÁNGULO QUE SE MUESTRA, ESCRIBA EL NOMBRE_ DE LOS LADOS CONSIDERANDO EL - ÁNGULO A.



- B). COMPLETE LAS SIGUIENTES FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS:

$$\text{SEN } A = \frac{\text{LADO OPUESTO}}{\text{HIPOTENUSA}}$$

$$\text{COS } A = \frac{\text{LADO ADYACENTE}}{\text{HIPOTENUSA}}$$

$$\text{TAN } A = \frac{\text{LADO OPUESTO}}{\text{LADO ADYACENTE}}$$

$$\text{COT } A = \frac{\text{LADO ADYACENTE}}{\text{LADO OPUESTO}}$$

c). MARQUE LOS CUATRO CUADRANTES
DEL CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO.



d). RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS USANDO LA FÓRMULA DEL ARTI-
LLERO.

ANGULO = 20 M.; DISTANCIA = 1000 Mts.; FRENTE = _____

DISTANCIA = 3000 Mts. FRENTE = 30 Mts.; ÁNGULO = _____

ANGULO = 5 M.; FRENTE = 20 Mts.; DIST. = _____

CAPITULO V

LA LEY DE LOS SENOS

35. LA LEY DE LOS SENOS ES FRECUENTEMENTE USADA POR EL PERSONAL DE -
ARTILLERÍA PARA CALCULAR LA DISTANCIA A UN LUGAR, GENERALMENTE -
INACCESIBLE, COMO UN PUNTO EN LA ZONA DE BLANCOS.

A). EN CUALQUIER TRIÁNGULO, LOS LADOS SON PROPORCIONALES A LOS -
SENOS DE LOS ÁNGULOS OPUESTOS, POR LO TANTO:

$$\frac{A}{\text{SEN } A} = \frac{B}{\text{SEN } B} = \frac{C}{\text{SEN } C}$$

B). PARA PROBAR ESTA LEY, TRÁCESE UNA PERPENDICULAR (H) DESDE C,
FIGURA 19, ENTONCES TENDREMOS:

$$\text{SEN } A = \frac{H}{B} \quad \text{Ó} \quad H = B \text{ SEN } A \quad (1)$$

$$\text{SEN } B = \frac{H}{A} \quad \text{Ó} \quad H = A \text{ SEN } B \quad (2)$$

IGUALANDO (1) CON (2).

$$B \text{ SEN } A = A \text{ SEN } B \quad (\text{PORQUE AMBAS SON IGUALES A } H) \dots\dots (3)$$

AL DIVIDIR (3) ENTRE (SEN A = SEN B) OBTENEMOS:

$$\frac{A}{\text{SEN } A} = \frac{B}{\text{SEN } B}$$

EN ESTA FORMA QUEDA PROBADO QUE:

$$\frac{A}{\text{SEN } A} = \frac{B}{\text{SEN } B}$$

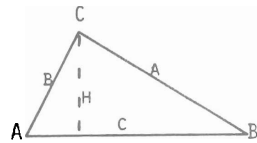


FIGURA 19. LEY DE LOS SENOS.

NOTA: LO ANTERIOR ES CIERTO PARA CUALQUIER TRIÁNGULO, SEA --
RECTÁNGULO U OBLICUÁNGULO. ESTA FÓRMULA ES IMPORTANTE YA QUE
SE UTILIZA MUCHO EN LOS CÁLCULOS TOPOGRÁFICOS DE LA ARTILLE--
RÍA Y FRECUENTEMENTE ES EMPLEADA POR EL OFICIAL DE ARTILLE--
RÍA EN LOS CÁLCULOS DE REGISTRO POR EXPLOSIONES ALTAS O CEN--
TRO DE IMPACTOS, PARA OBTENER LA LONGITUD DE UN LADO DE UN -

TRIÁNGULO. NORMALMENTE SE CONOCE EL VALOR DE DOS ÁNGULOS Y LA LONGITUD DE UN LADO LLAMADO BASE.

- C). EN LA FIGURA 20, LA LONGITUD DE LA BASE (B) ES 530 METROS. LOS ÁNGULOS EN C Y A HAN SIDO MEDIDOS CON EL GONIÓMETRO, -- OBTENIÉNDOSE:

$$C = 1548 \text{ M.}$$

$$A = 1452 \text{ M.}$$

$$B = 3200 - (1548 + 1452 \text{ M.}) = 3200 - 3000 = 200$$

LA FÓRMULA $\frac{A}{\text{SEN } A} = \frac{B}{\text{SEN } B}$ ES USADA PARA ENCONTRAR EL LA-

DO (A), POR LO TANTO: $A = \frac{B \text{ SEN } A}{\text{SEN } B}$;

$$\text{SUSTITUYENDO VALORES: } A = \frac{530 \times 0.98946}{0.19509} \quad A = 2688 \text{ Mts.}$$

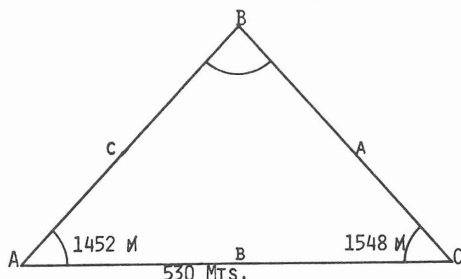


FIGURA 20. CÁLCULO DE UN LADO.

36. DETERMINACION DE LOS ANGULOS EN UN CENTRO DE IMPACTOS.

- A). CUANDO LOS PUESTOS DE OBSERVACIÓN NO SON INTERVISIBLES, LOS ÁNGULOS INTERIORES QUE SIRVEN PARA DETERMINAR LAS COORDENADAS DE UN CENTRO DE IMPACTOS (CI) SE DETERMINAN POR DIFERENCIA DE AZIMUTES. EL AZIMUT 01-02 ES PROPORCIONADO POR EL EQUIPO TOPOGRÁFICO. PARA DETERMINAR EL AZIMUT DE 01 U 02 AL CENTRO DE IMPACTOS, SE CALCULA EL PROMEDIO DE LAS LECTURAS DE INSTRUMENTO HECHAS HACIA CADA UNA DE LAS EXPLOSIONES DE LOS SEIS DISPAROS DEL CI.

B). DE ACUERDO CON LA FIGURA 21:

EL ÁNGULO EN EL VÉRTICE CI ES IGUAL AL AZIMUT (02-CI), MENOS EL AZIMUT (01-CI).

EL ÁNGULO INTERIOR 02 ES IGUAL AL AZIMUT (02-01) MENOS EL AZIMUT (02-CI).

SI 01 ESTUVIESE A LA IZQUIERDA, LOS CÁLCULOS ANTERIORES -- SERÍAN AL CONTRARIO, (VER FORMA SDN 7-55).

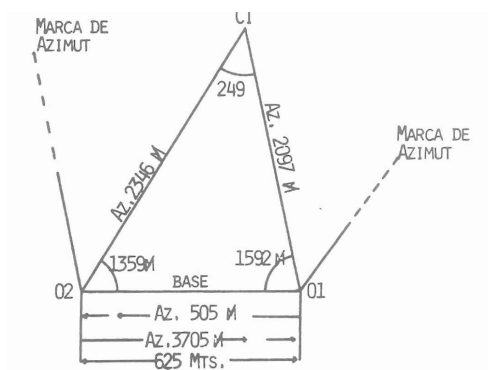


FIGURA 21. CÁLCULO DE ÁNGULOS PARA CI.

EJEMPLOS: (VER FIGURA 21).

AZIMUT 01-02 = 505 M. (PROPORCIONADO POR EL EQUIPO TOPOGRÁFICO).

AZIMUT 02-01 = 3705 M. (AZIMUT 01-02 + 3200 M.).

AZIMUT 01-CI = 2097 M. (PROMEDIO DE LECTURAS CI).

AZIMUT 02-CI = 2346 M. (PROMEDIO DE LECTURAS CI).

ANG. EN CI = 249 M. (2346 - 2097).

LONG. BASE = 625 Mts. (DEL EQUIPO TOPOGRÁFICO).

ANG. EN 01 = 1592 M. (2097 - 505).

ANG. EN 02 = 1359 M. (3705 - 2346).

- C). PARA ENCONTRAR LA DISTANCIA DEL O1 U O2 AL C1., SE USA LA --
LEY DE LOS SENOS.

$$\frac{\text{DISTANCIA}}{\text{SEN DEL ANG. OPUESTO INTERIOR}} = \frac{\text{BASE}}{\text{SEN ANG. EN C1}}$$

$$\text{DIST.} = \frac{\text{BASE X SEN ANG. OPUESTO INTERIOR}}{\text{SEN ANG. EN C1}}$$

PARA RESOLVER ESTA ECUACIÓN, SE USAN LAS TABLAS DE FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS. ADEMÁS, LA REGLA MILITAR DE CÁLCULO SE ADAPTA PARA DAR UNA SIMPLE Y RÁPIDA SOLUCIÓN A ESTOS PROBLEMAS. LA CALCULADORA TEXAS TI-59 O UNA SIMILAR QUE CONTENGA LAS -- FUNCIONES NATURALES, PROPORCIONARÁ UNA SOLUCIÓN MUY PRECISA Y EN UNOS CUANTOS SEGUNDOS.

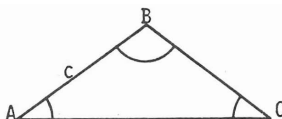
37. EJERCICIOS. (SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XI).

- A). LONGITUD DE B = 5000 MTS.

ANG. A = 700 M.

ANG. B = 1500 M.

ANG. C = 1000 M.

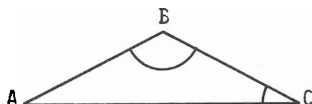


ENCUENTRE EL LADO C, USANDO TABLAS
DE FUNCIONES NATURALES EN MILITS.

- B). AZ. DEL LADO AB 800 M.

AZ. DEL LADO AC 1600

ANGULO ACB = 1100 M.



ENCUENTRE EL AZIMUT DEL LADO CB Y EL ANGULO B.

CAPITULO VI

INTERPOLACION

38. INTERPOLACION SIMPLE.

LA INTERPOLACIÓN ES UN PROCEDIMIENTO MEDIANTE EL CUAL PUEDEN DETERMINARSE LOS VALORES INTERMEDIOS, ENTRE DOS NÚMEROS O DOS PUNTOS DE UNA SERIE.

FUNDAMENTALMENTE, LA INTERPOLACIÓN CONSISTE EN DETERMINAR LA PARTE PROPORCIONAL ENTRE DOS VALORES CONOCIDOS.

- A). LA INTERPOLACIÓN GRÁFICA ES COMÚNMENTE PRACTICADA CUANDO SE DETERMINAN DATOS DE UNA REGLA, POR EJEMPLO CUANDO AL USAR UNA TABLA GRÁFICA DE TIRO, EL PUNTO QUE VA A SER MEDIDO NO CAE EXACTAMENTE SOBRE UNA MARCA DE LAS GRADUACIONES. EN ÉSTE CASO, LA INTERPOLACIÓN DEBE HACERSE POR ESTIMACIÓN.
- B). LA INTERPOLACIÓN MATEMÁTICA ES BÁSICAMENTE LO MISMO QUE LA INTERPOLACIÓN GRÁFICA, PERO EL PROCESO ES REALIZADO MATEMÁTICAMENTE Y ADEMÁS, ES MÁS EXACTO. EL PROBLEMA FUNDAMENTAL CONSISTE EN DETERMINAR UNA PARTE PROPORCIONAL ENTRE DOS VALORES CONOCIDOS. ESTO PUEDE LLEVARSE A CABO ESTABLECIENDO UNA PROPORCIÓN PARA DESPEJAR LA INCÓGNITA, O MEDIANTE UN CÁLCULO MENTAL.
- C). PARA LA INTERPOLACIÓN MATEMÁTICA, SE NECESITAN CUANDO MENOS, DOS SERIES DE NÚMEROS RELACIONADOS Y DE TAL MANERA ORDENADOS QUE LOS NÚMEROS CORRESPONDIENTES EN CUALQUIERA DE LAS DOS SERIES PUEDAN SER SELECCIONADOS FÁCILMENTE POR QUIEN VA A INTERPOLAR. EXISTEN MUCHOS EJEMPLOS DE ESTAS SERIES DE NÚMEROS. LA MAYOR PARTE DE LAS INTERPOLACIONES PARA LA ARTILLERÍA, SE EFECTUAN EN LAS TABLAS NUMÉRICAS DE TIRO Y EN LAS DE LOGARITMOS. DE AHÍ QUE, EN LAS TABLAS DE TIRO, LAS ELEVACIONES Y LOS TIEMPOS PUEDEN SER ENCONTRADOS TOMANDO COMO BASE LOS ALCANCES; EN IGUAL FORMA, LOS ALCANCES SE PUEDEN ENCONTRAR A PARTIR DE LAS ELEVACIONES Y LOS TIEMPOS. EN LAS TABLAS DE LOGARITMOS, PUEDE SER ENCONTRADO UN NÚMERO CORRESPONDIENTE A UN CIERTO LOGARITMO O UN LOGARITMO, QUE CORRESPONDA A UN CIERTO NÚMERO.

D). PARA AHORRAR ESPACIO Y PAPEL, LAS SERIES NO INCLUYEN TODOS -
 LOS NÚMEROS QUE DEBIERAN ESTAR EN ELLAS, POR CONSIGUIENTE, -
 SI UN NÚMERO EN UNA SERIE Y SU PARTE CORRESPONDIENTE A OTRAS
 SERIES NO APARECEN EN LAS TABLAS IMPRESAS, LA INTERPOLACIÓN
 DEBE REALIZARSE. LA INTERPOLACIÓN CONSISTE EN DETERMINAR UN
 NÚMERO INTERMEDIO ENTRE DOS NÚMEROS DE LAS TABLAS IMPRESAS.
 EL PROBLEMA FUNDAMENTAL, ENTONCES, ES DETERMINAR LA PARTE --
 PROPORCIONAL ENTRE DOS VALORES CONOCIDOS.

POR EJEMPLO, SE DESEA ENCONTRAR UNA ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE
 A 4760 YDS. EN LA SERIE DE ALCANCES PARA LA CARGA 5. EN -
 VISTA DE QUE ESTE ALCANCE NO APARECE EN LAS TABLAS NUMÉRICAS
 DE TIRO FT-105 H4, ES NECESARIA LA INTERPOLACIÓN, PORQUE --
 EL ALCANCE 4760 ES 60/100 Ó 0.6 DE LA DISTANCIA ENTRE 4700 Y
 4800 Y LA ELEVACIÓN SE ENCUENTRA 0.6 DE LA DIFERENCIA ENTRE
 265.0 M. (4700) Y 272.1 M. (4800). EL PROBLEMA, ENTONCES, ES
 DETERMINAR UNA ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE A 0.6 DE LA DIFEREN
 CIA DE 265.0 A 272.1. ESTA INTERPOLACIÓN PUEDE EFECTUARSE --
 CALCULANDO 0.6 DE LA DIFERENCIA ENTRE 265.0 Y 272.1 Ó 0.6 X
 (272.1 - 265.0) = 0.6 X 7.1 = 4.26 = 4.3.

SUMANDO 4.3 A 265.0 SE OBTIENE UNA ELEVACIÓN DE 269.3, LA --
 CUAL CORRESPONDE AL ALCANCE 4760.

ESTE PROBLEMA PUEDE SER RESUELTO USANDO UNA PROPORCIÓN COMO
 LA SIGUIENTE:

ALCANCE		ELEVACION
100 4700 4800 → 60 → 4760		7.1 265.0 272.0 → x → ?
$\frac{60}{100} = \frac{x}{7.1}$ $x = \frac{7.1 \times 60}{100} = 4.26 = 4.3$		

LA ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE A 4760 = 265 + 4.3 = 269.3

- E). PARA ENCONTRAR EL ALCANCE CORRESPONDIENTE A UNA ELEVACIÓN -- DADA, SE APLICA EL MISMO PRINCIPIO DEL PÁRRAFO ANTERIOR. POR EJEMPLO; SE DESEA ENCONTRAR EL ALCANCE CORRESPONDIENTE A ELEVACIÓN 216.1 (CARGA 5).

LAS TABLAS DE TIRO FT-105 H4, INDICAN QUE 216.1 SE ENCUENTRA ENTRE LAS ELEVACIONES 211.6 Y 218.0, QUE CORRESPONDEN A LOS ALCANCES 3900 Y 4000, RESPECTIVAMENTE.

LA DIFERENCIA ENTRE 218.0 Y 211.6 ES 6.4.

LA DIFERENCIA ENTRE 216.1 Y EL ÁNGULO INMEDIATO INFERIOR ES:

$$216.1 - 211.6 = 4.5$$

BUSCANDO LA RAZÓN ENTRE LAS DOS DIFERENCIAS OBTENEMOS:

$$\frac{4.5}{6.4} = 0.703$$

LO CUAL INDICA QUE EL ÁNGULO DE TIRO 216.1 CORRESPONDE A 70 CENTÉSIMOS DE LA DIFERENCIA, ENTRE LOS ÁNGULOS DE TIRO 211.6 Y 218.0.

POR LO TANTO, LA DIFERENCIA EN ALCANCE CORRESPONDE A 70 CENTÉSIMOS DE 100; Y EL ALCANCE BUSCADO SE ENCONTRARÁ 70 YARDAS ADELANTE DEL ALCANCE INFERIOR (3900), DE LO CUAL SE DEDUCE - QUE EL ALCANCE CORRESPONDIENTE A LA ELEVACIÓN 216.1 = 3900 + 70 = 3970.

LA SOLUCIÓN POR PROPORCIONES ES:



$$\frac{4.5}{6.4} = \frac{x}{100}$$

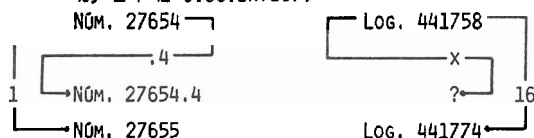
$$x = \frac{100 \times 4.5}{6.4} = 70.3$$

EL ALCANCE CORRESPONDIENTE A LA ELEVACIÓN.

$$216.1 = 3900 + 70.3 = 3970$$

F). LA INTERPOLACIÓN EN LAS TABLAS DE LOGARITMOS, SE EFECTÚA DE LA MISMA FORMA (INCISOS D Y E ANTERIORES). PARA ESTE PROPÓSITO, SE CONSIDERAN LAS TABLAS DE LOGARITMOS COMO DOS SERIES RELACIONADAS DE NÚMEROS SÓLAMENTE. A UNA DE LAS SERIES SE LE LLAMA, "LOS NÚMEROS" Y A LA OTRA, "LOS LOGARITMOS". EL EJEMPLO DE ABAJO SE USA ÚNICAMENTE PARA ILUSTRAR LA INTERPOLACIÓN Y NO DEBE CONSIDERARSE COMO UN PROBLEMA LOGARÍTMICO. LOS LOGARITMOS, COMO TALES, ESTÁN DESCRITOS EN EL CAPÍTULO VII -- SIGUIENTE.

EJEMPLO: SE DESEA ENCONTRAR EL LOGARITMO DE 27654.4 (TABLAS TM6-230). SE UTILIZARÁ SÓLAMENTE LA MANTISA, (VER PÁRRAFOS - 40, 41 Y 42 SIGUIENTES).



1 CORRESPONDE A 16.

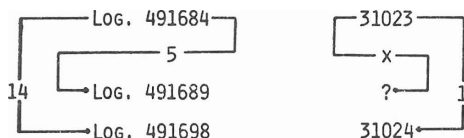
.4 CORRESPONDE A X.

$$\frac{1}{16} = \frac{.4}{x}$$

$$x = \frac{16 \times .4}{1} = 6.4 = 6$$

$$\text{NÚM. } 27654.4 = \text{LOG. } 441758 + 6 = \text{LOG. } 441764$$

PARA ENCONTRAR EL ANTILOGARITMO DE 491689: (VER PÁRRAFO 43 SIGUIENTE).



5 CORRESPONDE A X.

14 CORRESPONDE A 1.

$$\frac{5}{x} = \frac{14}{1} \quad x = \frac{1 \times 5}{14} \quad x = 0.36$$

$$\text{ANTILOG. } 491689 = 31023 + 0.36 = 31023.36$$

- G). PARA AHORRAR TIEMPO EN LA INTERPOLACIÓN, SE USAN LAS TABLAS DE PARTES PROPORCIONALES (P.P.), LAS CUALES ESTÁN IMPRESAS EN EL MARGEN DE LAS PÁGINAS DE LAS TABLAS DE LOGARITMOS - - TM6-230. EN EL PRIMER EJEMPLO DEL INCISO E ANTERIOR, DEBE NOTARSE QUE EL LOGARITMO DE 27654.4 SERÁ 4/10 LA DIFERENCIA ENTRE 441758 Y 441774 QUE ES 16; REMITIÉNDOSE A LA COLUMNA MARGINAL MARCADA (P.P.) Y LOCALIZANDO LA COLUMNA ENCABEZADA POR 16, SE ENCUENTRAN LOS VALORES CORRESPONDIENTES A VARIOS DÉCIMOS DE 16. LOS 4/10 DE 16 CORRESPONDEN A 6; DE AHÍ QUE:

$$\text{EL LOG. DE } 27654 = .441758$$

$$4/10 \text{ DE } 16 = \underline{\quad 6 \quad}$$

$$\text{FINALMENTE EL LOG. DE } 27654.4 = .441764$$

ESTE ES EL MISMO RESULTADO OBTENIDO MEDIANTE LA INTERPOLACIÓN MATEMÁTICA MENCIONADA ANTERIORMENTE,

39. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII), USESE TABLAS FT 105-H4, CARGA 5 EN EJERCICIOS A, B Y C.

- A). ENCUENTRE GRADUACIÓN DE ESPOLETA PARA EXPLOSIÓN A RAS (ESP. M-500) Y ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE A CADA UNO DE LOS SIGUIENTES ALCANCES:

(1) 4765 (2) 3941 (3) 6740 (4) 4310

- B). ENCUENTRE ALCANCES Y ELEVACIONES PARA LOS SIGUIENTES TIEMPOS DE ESPOLETA PARA EXPLOSIÓN A RAS. (ESP. M-500):

(1) 10.8 (2) 11.4 (3) 17.8

- C). ENCUENTRE EL ALCANCE CORRESPONDIENTE A LOS SIGUIENTES ÁNGULOS DE TIRO:

(1) 317.3 (2) 339.4 (3) 368.1

- D). ENCUENTRE LOS LOGARITMOS CORRESPONDIENTES A LOS SIGUIENTES NÚMEROS (TM6-230): (MANTISA).

(1) 57018 (2) 23459 (3) 45601 (4) 11238

- E). ENCUENTRE LOS NÚMEROS CORRESPONDIENTES A LOS SIGUIENTES LOGARITMOS (TM6-230): (MANTISA).

(1) 521203 (2) 731041 (3) 093562 (4) 170291

CAPITULO VII

LOGARITMOS

40. GENERALIDADES.

- A). LOS LOGARITMOS SON USADOS EN LOS CÁLCULOS DE LA ARTILLERÍA - DE CAMPAÑA PARA ABREVIAR TIEMPO Y TRABAJO. APLICANDO VARIAS_ REGLAS SENCILLAS QUE REGULAN LOS LOGARITMOS, SE EVITAN LAR-- GOS Y TEDIOSOS CÁLCULOS. EL LOGARITMO COMÚN DE UN NÚMERO, ES LA POTENCIA A LA CUAL DEBE SER ELEVADO EL NÚMERO 10, PARA -- OBTENER EL NÚMERO DADO.

EJEMPLOS:

$$\begin{aligned}\text{Log. } 1000 &= 3 \text{ PORQUE } 10^3 = 1000 \\ \text{Log. } 100 &= 2 \text{ PORQUE } 10^2 = 100 \\ \text{Log. } 10 &= 1 \text{ PORQUE } 10^1 = 10 \\ \text{Log. } 1 &= 0 \text{ PORQUE } 10^0 = 1 \\ \text{Log. } .1 &= -1 \text{ PORQUE } 10^{-1} = 1/10 = .1 \\ \text{Log. } .01 &= -2 \text{ PORQUE } 10^{-2} = 1/100 = .01 \\ \text{Log. } .001 &= -3 \text{ PORQUE } 10^{-3} = 1/1000 = .001\end{aligned}$$

- B). EL LOGARITMO DE UN NÚMERO CONSTA DE DOS PARTES: LA CARACTE-- RÍSTICA Y LA MANTISA. LA CARACTERÍSTICA ES LA PARTE ENTERA - DEL LOGARITMO Y LA MANTISA LA PARTE FRACCIONARIA.

EJEMPLO:	CARACTERÍSTICA	MANTISA
Log. 4376.1	3	.641087 = 3.641087

41. CARACTERÍSTICA.

- A). LA CARACTERÍSTICA DE UN LOGARITMO ES IGUAL AL NÚMERO DE CI-- FRAS SIGNIFICATIVAS MENOS UNA. LOS CEROS ESCRITOS ENTRE EL - PUNTO DECIMAL Y LA PRIMERA CIFRA SIGNIFICATIVA SE CONSIDERAN CIFRAS NEGATIVAS. SE LLAMAN CIFRAS SIGNIFICATIVAS A TODOS -- LOS DÍGITOS 1, 2, 3, 4, ETC., EXCEPTO EL CERO.

EJEMPLO DE CARACTERÍSTICAS NEGATIVAS:

$$\text{CARACTERÍSTICA DE } 0.00053 = -3 \text{ CIFRAS Y } -1 = -4$$

$$\text{CARACTERÍSTICA DE } 0.25 = 0 \text{ CIFRAS Y } -1 = -1$$

$$\text{CARACTERÍSTICA DE } 0.08 = -1 \text{ CIFRA Y } -1 = -2$$

- B). NORMALMENTE EL SIGNO POSITIVO NO SE ESCRIBE. EL SIGNO NEGATIVO SE ESCRIBE ARRIBA DE LA CARACTERÍSTICA PARA INDICAR QUE SÓLAMENTE ÉSTA ES NEGATIVA.

EJEMPLOS:

76.382	CARACTERÍSTICA	=	1
76382.00	"	=	4
0.0076382	"	=	$\bar{3}$
0.76382	"	=	$\bar{1}$

42. MANTISA.

- A). LA MANTISA DEL LOGARITMO DE UN NÚMERO SE DETERMINA RECORRIENDO A LAS TABLAS Y NO DEPENDE DE LA POSICIÓN DEL PUNTO DECIMAL. LA MANTISA DEPENDE SÓLAMENTE DE LOS DÍGITOS QUE FORMAN EL NÚMERO Y ES SIEMPRE POSITIVA; Y PERMANECE INALTERABLE TANTO COMO LA SECUENCIA DE DÍGITOS EN EL NÚMERO IGUALMENTE NO SE ALTERE. POR EJEMPLO: LAS MANTISAS PARA 4400, 440, 44, 4.4 Y 0.44 ES .643453. LA MANTISA PARA 1835 O 183.5 ES .263636.

NÚMERO	CARACTERÍSTICA	+	MANTISA	=	LOGARITMO
123.5	2		.091667	=	2.091667
0.523	$\bar{1}$ (O 9-10)		.718502	=	$\bar{1}.718502$

43. ANTILOGARITMO.

CONSISTE EN DETERMINAR EL NÚMERO QUE CORRESPONDE A UN LOGARITMO DADO. PARA HACERLO SE BUSCA EL VALOR DE LA MANTISA EN LAS TABLAS DE LOGARITMOS Y EN EL MARGEN Y ENCABEZADO DE LAS MISMAS SE LEEN LOS DÍGITOS QUE FORMAN EL NÚMERO CORRESPONDIENTE. ENSEGUIDA DEBE ENCONTRARSE LA LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DECIMAL EN EL NÚMERO DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE REGLA:

EL NÚMERO DE CIFRAS DE UN ANTILOGARITMO ES IGUAL A LA CARACTERÍSTICA MÁS UNA. EJEMPLO:

CARACTERÍSTICA	NÚMERO DE CIFRAS
3	$3 + 1 = 4$
1	$1 + 1 = 2$
0	$0 + 1 = 1$

CARACTERÍSTICA	NÚMERO DE CIFRAS.
$\bar{3}$	$-3 + 1 = -2 = (0.00)$
$\bar{1}$	$-1 + 1 = 0 = (0.)$

EN EL SIGUIENTE EJEMPLO PUEDE VERSE COMO VARÍA EL NÚMERO -- CUANDO TIENE IGUAL MANTISA PERO DIFERENTE CARACTERÍSTICA:

LOGARITMO	NÚMERO
3.820201	6610.00
1.820201	66.100
$\bar{1}$.820201	.66100
$\bar{3}$.820201	.0066100

44. LOGARITMO DE LAS FUNCIONES TRIGONOMETRICAS.

EN LOS CÁLCULOS DE ARTILLERÍA FRECUENTEMENTE ES NECESARIO EFECTUAR OPERACIONES CON NÚMEROS Y FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS. ESTOS CÁLCULOS PUEDEN SER SIMPLIFICADOS MEDIANTE EL USO DE LOGARITMOS. EL SENO Y EL COSENO DE TODOS LOS ÁNGULOS EXCEPTO EL DE COSENO DE 0 M. Y EL SENO DE 1600 M., SON MENORES QUE LA UNIDAD Y SUS LOGARITMOS TIENEN CARACTERÍSTICAS NEGATIVAS, PERO EN LAS TABLAS APARECEN CON CARACTERÍSTICAS 9, 8, ETC., PORQUE SE HAN SUMADO 10 PARA NO TRABAJAR CON CARACTERÍSTICAS NEGATIVAS. POR LO TANTO ES NECESARIO RESTAR 10 PARA OBTENER LA VERDADERA CARACTERÍSTICA DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS. LO MISMO SE APLICA A LA TANGENTE DE ÁNGULOS MENORES DE 800 M. EJEMPLOS:

EL LOG. SEN 732.3 M. ES	9.818610-10 = $\bar{1}$.818610
EL " Cos 1559 M. ES	8.604667-10 = $\bar{2}$.604667
EL " COT 962 M. ES	9.859466-10 = $\bar{1}$.859466
EL " TAN 325 M. ES	9.518982-10 = $\bar{1}$.518982

45. MULTIPLICACION Y DIVISION DE NUMEROS POR LOGARITMOS.

YA QUE LOS LOGARITMOS SON EXPONENTES, EL LOGARITMO DE UN PRODUCTO, ES IGUAL A LA SUMA DE LOS LOGARITMOS DE LOS NÚMEROS QUE -- VAYAN A SER MULTIPLICADOS. ASÍ, $\text{Log. } 20 = \text{Log. } (10 \times 2) = \text{Log. } 10 + \text{Log. } 2 = 1.000000 + 0.301030 = 1.301030$

PARA EFECTUAR UNA DIVISIÓN CON LOGARITMOS, SE HACE UNA RESTA:
LOGARITMO DEL DIVIDENDO MENOS LOGARITMO DEL DIVISOR. EJEMPLOS

SIN LOGARITMOS	CON LOGARITMOS
$\begin{array}{r} 4.732 \\ \times 38.54 \\ \hline 18928 \\ 23660 \\ 37856 \\ \hline 14196 \\ 18237128 = 182.37128 \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{Log. } 4.732 = 0.675045 \\ + \text{Log. } 38.54 = \underline{1.585912} \\ 2.260957 \\ \text{ANTILOG.} = 182372 \\ \hline \text{RESULTADO} = \underline{182.372} \end{array}$
$\begin{array}{r} 0.01755 \\ 785.6 \overline{) 13.787280} \\ \underline{5 \ 9312} \\ 43208 \\ \underline{39280} \\ 0000 \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{Log. } 13.787280 = 1.139479 \\ - \text{Log. } 785.6 = \underline{2.895201} \\ 8.244278-10 \\ \text{ANTILOG.} = 175501 \\ \hline \text{RESULTADO} = 0.01755 \end{array}$

SE PUEDE DETERMINAR EL VALOR DE UN LADO DE UN TRIÁNGULO CUANDO SE CONOCEN 2 ÁNGULOS Y 1 LADO, COMO EN EL EJEMPLO DEL PÁRRAFO 35-C. HACIÉNDOLO POR LOGARITMOS SE SIMPLIFICA EL PROBLEMA COMO SIGUE:

$$A = \frac{B \text{ SEN } A}{\text{SEN } B} = \frac{530 \times \text{SEN } 1452}{\text{SEN } 200}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. } 530 & = & 2.724276 \\ + \text{Log. SEN } 1452 & = & \underline{9.995399} \\ \text{SUMA} & = & 12.719675 \\ - \text{Log. SEN } 200 & = & \underline{9.290236} \\ \text{DIFERENCIA} & = & 3.429439 \\ \text{ANTILOG.} & = & 268806 \\ \text{LADO A} & = & 2688.06 \end{array}$$

46. ELEVAR UN NÚMERO A UNA POTENCIA.

PARA ELEVAR UN NÚMERO A UNA POTENCIA EMPLEANDO LOGARITMOS, SE --
MULTIPLICA EL LOGARITMO DEL NÚMERO POR EL EXPONENTE. POR EJEMPLO:

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

USANDO LOGARITMOS:

$$\text{Log. } 10^3 = 3 \times \text{Log. } 10 = 3 \times 1 = 3.0$$

$$\text{ANTILOG. } 3.0 = 1000$$

$$\text{POR LO TANTO } 10^3 = 1000$$

47. EXTRACCION DE RAIZ.

PARA EXTRAER LA RAIZ DE UN NÚMERO MEDIANTE LOGARITMOS, SE DIVIDE_
EL LOGARITMO DEL NÚMERO ENTRE EL ÍNDICE DE LA RAIZ.

POR EJEMPLO: PARA EXTRAER RAIZ CÚBICA A 1000000 ES NECESARIO DIVI
DIR EL LOG. 1000000 ENTRE 3.

$$\text{Log. } \sqrt[3]{1000000} = \frac{\text{Log. } 1000000}{3} = \frac{6.0000}{3} = 2.0000$$

$$\text{ANTILOG. DE } 2.0000 = 100$$

POR LO TANTO: LA RAIZ CÚBICA DE 1000000 ES 100.

48. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XII).

A). DETERMINE LOS LOGARITMOS SIGUIENTES:

(1) Log. SEN 215 M.

(2) Log. SEN 937 M.

(3) Log. Cos 625 M.

(4) Log. Cos 1821.8 M.

(5) Log. 132.8

(6) Log. 0.0570

(7) Log. TAN 518.7 M.

(8) Log. TAN 2218 M.

(9) Log. 24433

(10) Log. 0.000451

(11) ANTILOG. 8.654369-10

(12) ANTILOG. 0.621592

(13) ANTILOG. 6.823102

B). USANDO LOGARITMOS EFECTÚE LAS SIGUIENTES MULTIPLICACIONES:

(1) 137.5×7.18

(2) $\text{SEN } 820 \text{ M.} \times 2508$

C). USANDO LOS LOGARITMOS EFECTÚE LAS SIGUIENTES DIVISIONES:

(1) $48.37 : 9.612$

(2) $442 : \text{TAN } 77.6 \text{ M.}$

CONVERSION DE MEDIDAS ANGULARES.

LAS CONVERSIONES PUEDEN SER EFECTUADAS POR VARIOS MÉTODOS:

- A). ARITMÉTICO.
- B). USANDO CALCULADORA ELECTRÓNICA O REGLA DE CÁLCULO.
- C). MEDIANTE TABLAS DE CONVERSION.

49. CONVERSION DE ANGULOS EN MILITS A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS.

- A). MÉTODO ARITMÉTICO.

MULTIPLICAR LA CANTIDAD DE MILITS POR LA CONSTANTE 0.05625 --
($\frac{360^\circ}{6400}$) O DIVIDIRLA ENTRE LA CONSTANTE 17.77778 ($\frac{6400}{360^\circ}$). SE RECOMIENDA USAR LA PRIMERA DE ELLAS PORQUE PROPORCIONA MAYOR EXACTITUD.

- B). USANDO CALCULADORA O REGLA DE CÁLCULO.

IGUAL PROCEDIMIENTO QUE EL ANTERIOR.

- C). MEDIANTE TABLAS DE CONVERSION.

LA TABLA IIIA DEL MANUAL TM6-230 SIRVE PARA CONVERTIR MILITS A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS, SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 56 DE -- ESTOS APUNTES Y CONTIENE 5 SUBTABLAS INDEPENDIENTES. —

1. LA TABLA SUPERIOR IZQUIERDA DA VALORES EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS PARA CADA 1000 M., PARA ÁNGULOS DE 1000 A 6000 M.
2. LA TABLA SUPERIOR DERECHA DA VALORES EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS PARA CADA 100 M., PARA ÁNGULOS DE 100 A 900 M.
3. LA TABLA CENTRAL IZQUIERDA DA VALORES EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS PARA CADA 10 M., PARA ÁNGULOS DE 10 A 90 M.
4. LA TABLA CENTRAL DERECHA DA VALORES EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS PARA CADA MILIT, PARA ÁNGULOS DE 1 A 9 M.
5. LA ÚLTIMA TABLA DA VALORES EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS -- PARA DÉCIMOS DE MILIT, PARA ÁNGULOS DE 0.1 A 0.9 M.

EJEMPLO: CONVERTIR 3622 M A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS.

$$3000 \text{ M.} = 168^{\circ} 45' 00''$$

$$600 \text{ M.} = 33^{\circ} 45' 00''$$

$$20 \text{ M.} = 1^{\circ} 07' 30''$$

$$2 \text{ M.} = 0^{\circ} 06' 45''$$

$$\text{SUMA} = 3622 \text{ M.} = 203^{\circ} 44' 15''$$

CONVERSION DE MILITS A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS.

MILLARES DE MILITS				CIENTOS DE MILITS.			
M	'	''	'''	M	'	''	'''
1000	56	15	00	100	5	37	30
2000	112	30	00	200	11	15	00
3000	168	45	00	300	16	52	30
4000	225	00	00	400	22	30	00
5000	281	15	00	500	28	07	30
6000	337	30	00	600	33	45	00
				700	39	22	30
				800	45	00	00
				900	50	37	30

DECENAS DE MILITS.				MILITS.			
M	'	''	'''	M	'	''	'''
10	0	33	45	1	0	03	22.50
20	1	07	30	2	0	06	45.00
30	1	41	15	3	0	10	07.50
40	2	15	00	4	0	13	30.00
50	2	48	45	5	0	16	52.50
60	3	22	30	6	0	20	15.00
70	3	56	15	7	0	23	37.50
80	4	30	00	8	0	27	00.00
90	5	03	45	9	0	30	22.50

DECIMOS DE MILITS.							
M	'	''	'''	M	'	''	'''
0.1	0	00	20.25	0.6	0	02	01.50
0.2	0	00	40.50	0.7	0	02	21.75
0.3	0	01	00.75	0.8	0	02	42.00
0.4	0	01	21.00	0.9	0	03	02.25
0.5	0	01	41.25				

G R A D O S					
C I E N T O S .		D E C E N A S .		U N I D A D E S .	
	M		M		M
100	1777.78	10	177.78	1	17.78
200	3555.56	20	355.56	2	35.56
300	5333.33	30	533.33	3	53.33
		40	711.11	4	71.11
		50	888.89	5	88.89
		60	1066.67	6	106.67
		70	1244.44	7	124.44
		80	1422.22	8	142.22
		90	1600.00	9	160.00

M I N U T O S			
D E C E N A S .		U N I D A D E S .	
	M		M
10	2.96	01	0.30
20	5.93	02	0.59
30	8.89	03	0.89
40	11.85	04	1.19
50	14.81	05	1.48
		06	1.78
		07	2.07
		08	2.37
		09	2.67

S E G U N D O S .			
D E C E N A S .		U N I D A D E S .	
	M		M
10	0.05	01	0.00
20	0.10	02	0.01
30	0.15	03	0.01
40	0.20	04	0.02
50	0.25	05	0.02
		06	0.03
		07	0.03
		08	0.04
		09	0.04

50. CONVERSION DE ANGULOS EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS A MILITS.

A). MÉTODO ARITMÉTICO, CON CALCULADORA ELECTRÓNICA Y CON REGLA - DE CÁLCULO.

1. DIVIDIR LA CANTIDAD EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS, PREVIA TRANSFORMACIÓN A DECIMALES, ENTRE LA CONSTANTE 0.05625 O_ MULTIPLICARLA POR 17.77778.

2. SE RECOMIENDA UTILIZAR LA CIFRA CITADA EN PRIMER TÉRMINO.

3. PARA TRANSFORMAR GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS, SE SIGUE EL_ PROCEDIMIENTO SIGUIENTE:

(1). SE ANOTA LA CANTIDAD DE GRADOS SEGUIDA DE UN PUNTO - DECIMAL.

(2). LOS MINUTOS SE DIVIDEN ENTRE 60, EL RESULTADO CORRESPONDE A FRACCIONES DE GRADO Y SE ANOTARÁ A LA DERECHA DEL PUNTO DECIMAL.

(3). SE DIVIDE ENTRE 3600 LA CANTIDAD DE SEGUNDOS; EL RESULTADO SE APROXIMA A DIEZMILÉSIMOS Y SE SUMA AL RESULTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DE LOS MINUTOS, CON LO_ QUE SE TENDRÁ LA CANTIDAD DECIMAL COMPLETA (EL NÚMERO 3600 CORRESPONDE A LA MULTIPLICACIÓN DE 60 X 60, 60 MINUTOS POR 60 SEGUNDOS).

B). LA TABLA IIIB DEL MANUAL TM6-230 SIRVE PARA CONVERTIR DE GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS A MILITS, SE ENCUENTRA EN LA PÁGINA_ 57 DE ESTOS APUNTES, CONTIENE 7 SUBTABLAS INDEPENDIENTES.

1. LA TABLA SUPERIOR IZQUIERDA DA VALORES EN MILITS PARA -- CADA 100°, PARA ÁNGULOS DE 100° A 300°.

2. LA TABLA SUPERIOR CENTRAL DA VALORES EN MILITS PARA CADA_ 10°, PARA ÁNGULOS DE 10° A 90°.

3. LA TABLA SUPERIOR DERECHA DA VALORES EN MILITS PARA CADA_ 1° PARA ÁNGULOS DE 1° A 9°.

4. LA TABLA CENTRAL IZQUIERDA DA VALORES EN MILITS PARA CADA_ 10', PARA ÁNGULOS DE 10' A 50'.

5. LA TABLA CENTRAL DERECHA DA VALORES EN MILITS PARA CADA - 1', PARA ÁNGULOS DE 1' A 9'.

6. LA TABLA INFERIOR IZQUIERDA DA VALORES EN MILITS PARA CADA 10", PARA ÁNGULOS DE 10" A 50".
7. LA TABLA INFERIOR DERECHA DA VALORES EN MILITS PARA CADA 1", PARA ÁNGULOS DE 1" A 9".

EJEMPLO: CONVERTIR $342^{\circ} 26' 36''$ A MILITS.

300°	=	5333.33 M.
40°	=	711.11 M.
2°	=	35.56 M.
$20'$	=	5.93 M.
$6'$	=	1.78 M.
$30''$	=	0.15 M.
$6''$	=	0.03 M.
SUMA	=	6087.89 M. REDONDEANDO = 6088 M.

51. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XI)

A). CONVERTIR LOS SIGUIENTES ÁNGULOS EN MILITS, A GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS.

(1) 562 (2) 1836 (3) 3866.2 (4) 5824.6

B). CONVERTIR LOS SIGUIENTES ÁNGULOS EN GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS, A MILITS.

(1) $36^{\circ} 28' 15''$ (2) $175^{\circ} 15' 10''$

(3) $206^{\circ} 08' 35''$ (4) $310^{\circ} 10' 13''$

CAPITULO IX.

FACTORES DE CONVERSION.

52. GENERALIDADES.

EN LOS CÁLCULOS DE ARTILLERÍA SE USAN A MENUDO DIFERENTES UNIDADES DE MEDIDA Y FRECUENTEMENTE ES NECESARIO EFECTUAR LA CONVERSIÓN DE UNAS UNIDADES A OTRAS. LOS FACTORES DE CONVERSIÓN ENLISTADOS ABAJO, SON LOS MÁS USADOS EN LAS MEDICIONES Y CÁLCULOS DE ARTILLERÍA.

PARA CONVERTIR:	MULTIPLIQUE EL NÚM. POR	ó	SUME AL LOG. DEL NÚM.
YARDAS A METROS.	0.914402		9.961137-10
METROS A YARDAS.	1.093611		0.038863
KILÓMETROS A MILLAS.	0.621370		9.793350-10
MILLAS A KILÓMETROS.	1.609347		0.206650
METROS A PIÉS.	3.280833		0.515984
PIÉS A METROS.	0.304801		9.484016-10
GRADOS A MILITS.	17.777778		1.249877
MILITS A GRADOS.	0.056250		8.750123-10

53. EJERCICIOS. (VER SOLUCIONES EN EL CAPÍTULO XI).

A). SIN USAR LOGARÍTMOS, CONVIERTA:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| (1) 5562 YARDAS A METROS. | (2) 3321 METROS A YARDAS. |
| (3) 420 PIÉS A METROS. | (4) 630 METROS A PIÉS. |
| (5) 3462 MILITS A GRADOS. | (6) 276 GRADOS A MILITS. |

→ B). USANDO LOGARÍTMOS, CONVIERTA:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| (1) 7250 YARDAS A METROS. | (2) 2140 METROS A YARDAS. |
| (3) 330 PIÉS A METROS. | (4) 477 METROS A PIÉS. |

CAPITULO X.

REGLA MILITAR DE CALCULO.

54. PARTES DE LA REGLA.

LA REGLA MILITAR DE CÁLCULO ESTÁ COMPUESTA DE TRES PARTES: CUERPO, REGLETA Y CURSOR

EL CUERPO LO FORMAN LA BASE, LA TABLA SUPERIOR, LA TABLA INFERIOR Y LA GUÍA.

SOBRE LA TABLA SUPERIOR SE ENCUENTRA IMPRESO LO SIGUIENTE:

- A). LA ESCALA OPPOSITE ANGLE, QUE ESTÁ GRADUADA EN GRADOS Y EN MILITS, ESTA ESCALA SE USA JUNTO CON LA ESCALA APEX ANGLE EN LA SOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS.
- B). EL ÍNDICE $SS=369.2$ SIRVE PARA CALCULAR DISTANCIAS POR MEDIO DEL SONIDO.
- C). EL ÍNDICE DEG/MIL SIRVE PARA TRANSFORMAR GRADOS A MILITS O VICEVERSA.
- D). EL ÍNDICE M/YD SIRVE PARA CONVERTIR METROS A YARDAS Y VICEVERSA.

SOBRE LA TABLA INFERIOR SE ENCUENTRAN IMPRESAS LA ESCALA D, QUE ES IGUAL A LA ESCALA BASE C, Y LA ESCALA A QUE SIRVE PARA ELEVAR AL CUADRADO O SACAR RAÍZ CUADRADA.

EN LA REGLETA, DE UN LADO TIENE IMPRESA LA ESCALA APEX ANGLE EN GRADOS Y EN MILITS, ASÍ COMO LA ESCALA CI (RECÍPROCOS) Y LA ESCALA C, QUE ES LA ESCALA BASE.

EN EL REVERSO DE LA REGLETA SE ENCUENTRAN LAS ESCALAS TANGENTE, SENOTANGENTE Y SENO, LAS CUALES SIRVEN PARA OBTENER FUNCIONES DE ÁNGULOS EN MILITS, Y LA ESCALA C QUE ES UNA ESCALA BASE IGUAL A LA ESCALA D.

EN EL REVERSO DE LA REGLA MILITAR DE CÁLCULO ESTÁN DIBUJADAS VARIAS FIGURAS Y FÓRMULAS QUE SIRVEN PARA RESOLVER ALGUNOS PROBLEMAS TRIGONOMÉTRICOS EN LOS QUE SE UTILIZA LA REGLA.

55. LECTURA DE LAS ESCALAS C Y D.

AMBAS ESCALAS TIENEN DIVISIONES PRIMARIAS QUE NOS DAN LA PRIMERA CIFRA, DIVISIONES SECUNDARIAS QUE DAN LA SEGUNDA CIFRA, DIVISIONES TERCARIAS QUE DAN LA TERCERA CIFRA Y ADEMÁS ENTRE EL 1 A EL 2 EXISTEN DIVISIONES CUATERNARIAS QUE DAN UNA CUARTA CIFRA. LAS DIVISIONES PRIMARIAS DE LA ESCALA C ESTÁN NUMERADAS DE 100 EN 100 MIENTRAS QUE LAS DIVISIONES PRIMARIAS DE LA ESCALA D ESTÁN NUMERADAS DE 1000 EN 1000.

56. OPERACION DE MULTIPLICACION.

PARA MULTIPLICAR SE COLOCA EL ÍNDICE DE LA ESCALA C, SOBRE EL -- MULTIPLICANDO DE LA ESCALA D. EN SEGUIDA SE LLEVA EL PELO DEL -- CURSOR AL MULTIPLICADOR SOBRE LA ESCALA C. POR ÚLTIMO SE LEÉ EL PRODUCTO SOBRE EL PELO DEL CURSOR EN LA ESCALA D.

- SI AL MULTIPLICAR LA REGLETA SALE A LA DERECHA, EL NÚMERO DE CIFRAS DEL PRODUCTO SERÁ IGUAL A LA SUMA DE CIFRAS DE LOS FACTORES MENOS UNA. SI LA REGLETA SALE A LA IZQUIERDA, EL NÚMERO DE CIFRAS DEL PRODUCTO SERÁ IGUAL A LA SUMA DE CIFRAS DE LOS FACTORES.

57. OPERACION DE DIVISION.

SE COLOCA EL PELO DEL CURSOR SOBRE EL DIVIDENDO DE LA ESCALA D. SE CORRE LA REGLETA HASTA HACER QUE EL DIVISOR QUEDA BAJO EL PELO DEL CURSOR EN LA ESCALA C. SE LEÉ EL COCIENTE SOBRE LA ESCALA D USANDO EL ÍNDICE DE LA ESCALA C.

SI AL DIVIDIR LA REGLETA SALE HACIA LA DERECHA, EL NÚMERO DE CIFRAS DEL COCIENTE ES IGUAL AL NÚMERO DE CIFRAS DEL DIVIDENDO MENOS EL NÚMERO DE CIFRAS DEL DIVISOR, MÁS 1. SI LA REGLETA SALE A LA IZQUIERDA EL NÚMERO DE CIFRAS DEL COCIENTE ES IGUAL AL NÚMERO DE CIFRAS DEL DIVIDENDO MENOS EL NÚMERO DE CIFRAS DEL DIVISOR.

58. CONVERSION DE METROS A YARDAS.

PARA CONVERTIR METROS A YARDAS PROCEDA COMO SIGUE:

- A). LLEVE EL ÍNDICE DERECHO DE LA ESCALA C A COINCIDIR CON EL ÍNDICE M/YD CON AYUDA DEL CURSOR.
- B). LLEVE EL ÍNDICE DEL CURSOR A LA CANTIDAD EN METROS EN LA ESCALA D.
- C). LEA LA CANTIDAD CONVERTIDA A YARDAS EN LA ESCALA C.

59. CONVERSION DE GRADOS A MILITS.

PARA CONVERTIR GRADOS SEXAGESIMALES A MILITS, PROCEDA COMO SIGUE:

- A). LLEVE EL ÍNDICE C A COINCIDIR CON EL ÍNDICE DEG/MIL CON LA AYUDA DEL CURSOR.
- B). LLEVE EL PELO DEL CURSOR A LA CANTIDAD EN GRADOS EN LA ESCALA D.
- C). LEA LA CANTIDAD CONVERTIDA EN MILITS EN LA ESCALA C. PARA TERMINAR EL PUNTO DECIMAL, RECUERDE QUE UN GRADO ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 20 MILITS.
- D). USANDO LA ESCALA APEX ANGLE Ó OPPOSITE ANGLE, SE PUEDE HACER DIRECTAMENTE LA CONVERSIÓN DE GRADOS A MILITS O VICEVERSA.

60. CALCULO DE LA DISTANCIA POR LA VELOCIDAD DE SONIDO.

- A). LLEVE UNO DE LOS ÍNDICES DE LA ESCALA C A COINCIDIR CON EL ÍNDICE SS=369.2 CON AYUDA DEL CURSOR.
- B). LLEVE EL CURSOR AL TIEMPO EN SEGUNDOS SOBRE LA ESCALA C.
- C). LEA BAJO EL PELO DEL CURSOR LA DISTANCIA EN YARDAS SOBRE LA ESCALA D.

61. DETERMINACION DEL SENO DE UN ÁNGULO EN MILITS.

PARA ESTO SE USA LA ESCALA SIN-TAN CUANDO SE TRATA DE ÁNGULOS ENTRE 10 Y 102 MILITS, Y LA ESCALA SIN, CUANDO SE TRATE DE ÁNGULOS ENTRE 102 Y 1600 MILITS.

PARA ENCONTRAR EL SENO EN UN ÁNGULO OPERE COMO SIGUE:

- A). LLEVE EL PELO DEL CURSOR AL VALOR DEL ÁNGULO EN MILITS SOBRE LA NUMERACIÓN NEGRA DE LA ESCALA SIN O SIN-TAN.
- B). LEA EL SENO SOBRE LA ESCALA C BAJO EL PELO DEL CURSOR.
- C). SI EL ÁNGULO SE ENCUENTRA ENTRE 10 A 102 MILITS, SE ESCRIBE EL PUNTO DECIMAL, EN SEGUIDA UN CERO Y DESPUÉS LAS CIFRAS QUE SE LEAN EN LA ESCALA C. SI EL ÁNGULO SE ENCUENTRA ENTRE 102 Y 1600 MILITS SE ESCRIBE EL PUNTO DECIMAL Y EN SEGUIDA LAS CIFRAS QUE SE LEAN EN LA ESCALA C (SIN ESCRIBIR UN CERO ANTES).

62. DETERMINACION DE LA TANGENTE DE UN ANGULO EN MILITS.

EXISTEN TRES CASOS: ÁNGULOS MENORES DE 102 MILITS, ÁNGULOS COMPRENDIDOS ENTRE 102 Y 800 MILITS, Y POR ÚLTIMO. ÁNGULOS COMPRENDIDOS ENTRE 800 Y 1500 MILITS.

PRIMER CASO.- PARA DETERMINAR LA TANGENTE DE ÁNGULOS COMPRENDIDOS ENTRE 10 Y 102 MILITS, SE USA LA ESCALA SIN-TAN COLOCANDO SOBRE ELLA EL PELO DEL CURSOR Y LEYENDO SOBRE LA ESCALA C EL VALOR DE LA TANGENTE. RECUERDE QUE CUANDO SE USA LA ESCALA SIN-TAN, SE PONE UN CERO ENTRE EL PUNTO DECIMAL Y LA PRIMERA CIFRA QUE SE LEÉ EN LA ESCALA C.

SEGUNDO CASO.- PARA DETERMINAR LA TANGENTE DE ÁNGULOS COMPRENDIDOS ENTRE 102 Y 800 MILITS, SE COLOCA EL PELO DEL CURSOR SOBRE LOS NÚMEROS NEGROS DE LA ESCALA TAN, Y SE LEÉ EL VALOR DE LA TANGENTE SOBRE LA ESCALA C. EN ESTE CASO SE ESCRIBE EL PUNTO DECIMAL Y EN SEGUIDA LA LECTURA DE LA ESCALA C.

TERCER CASO.- PARA ENCONTRAR EL VALOR DE LA TANGENTE DE UN ÁNGULO QUE MIDA ENTRE 800 Y 1500 MILITS, OPERE COMO SIGUE:

- A). LLEVE EL CURSOR AL ÍNDICE D DEL LADO DERECHO.
- B). MUEVA LA REGLETA HASTA QUE EL VALOR DEL ÁNGULO EN MILITS QUE APARECERÁ EN LA NUMERACIÓN ROJA DE LA ESCALA TAN, QUEDE BAJO EL PELO DEL CURSOR.
- C). CON EL ÍNDICE C DEL LADO IZQUIERDO, LEA EL VALOR DE LA TANGENTE SOBRE LA ESCALA D. EN ESTE CASO, EL VALOR DE LA TANGENTE VARÍA ENTRE 1 Y 10, POR LO TANTO, LA PRIMERA CIFRA QUE SE LEA EN LA ESCALA D CORRESPONDE A LOS ENTEROS, Y LAS DEMÁS A LOS DECIMALES.

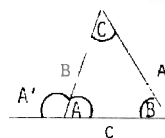
63. DETERMINACION DE FUNCIONES DE ANGULOS MENORES DE 10 MILITS.

PARA DETERMINAR EL SENO O LA TANGENTE DE ÁNGULOS MENORES DE 10 MILITS, LLEVE EL CURSOR SOBRE LA ESCALA SEN-TAN CONSIDERANDO EL VALOR DEL ÁNGULO 10 VECES MENOR, Y POR LO TANTO EL VALOR DE LA FUNCIÓN SERÁ TAMBIÉN 10 VECES MENOR; LEA EL VALOR DE LA FUNCIÓN BAJO EL PELO DEL CURSOR EN LA ESCALA C. POR EJEMPLO: PARA DETERMINAR EL SENO O LA TANGENTE DE UN ÁNGULO DE 3 MILITS, LLEVE EL CURSOR AL NÚMERO 30 DE LA ESCALA SEN-TAN Y LEA EN LA ESCALA C: DOS, NUEVE, CUATRO. EL VALOR DEL SENO O LA TANGENTE DE UN ÁNGULO DE 3 MILITS SERÁ ENTONCES 0.00294.

64. USO DE LAS ESCALAS APEX ANGLE Y OPPOSITE ANGLE.

ESTAS ESCALAS SE USAN EN LA SOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS

CUANDO SE CONOCE LA BASE "C", EL ÁNGULO EXTERIOR - A' O EL INTERIOR A Y EL ÁNGULO B. VER FIGURA:



A). CÁLCULO DE ÁNGULO C, (APEX ANGLE). EL ÁNGULO C SE CALCULA OBTENIENDO LA DIFERENCIA $A' - B$, O BIEN, SUMANDO $A + B$ Y RESTANDO DE $3200 M$ (180°).

B). EL ÁNGULO OPPOSITE ANGLE ES EL ÁNGULO OPUESTO AL LADO QUE SE DESEA CALCULAR, POR EJEMPLO, SI SE DESEA CALCULAR EL LADO -- "B", EL OPPOSITE ANGLE SERÁ EL ÁNGULO B, Y SI SE DESEA CALCULAR EL ÁNGULO "A" EL OPPOSITE ANGLE SERÁ A', O A, PUESTO QUE ES IGUAL (EN VALOR ABSOLUTO) EL SENO DE UN ÁNGULO, QUE EL SENO DE SU COMPLEMENTO.

C). OPERACIONES CON LA REGLA.- SI SE DESEA CALCULAR EL LADO "A", EJECUTE LOS SIGUIENTES PASOS:

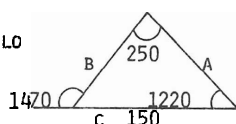
1. COLOQUE EL PELO DEL CURSOR SOBRE EL VALOR DEL ÁNGULO A O A', EN LA ESCALA OPPOSITE ANGLE.
2. CORRA LAS REGLETAS HASTA COLOCAR DEBAJO DE LA FENDA DEL CURSOR EL VALOR DEL ÁNGULO C EN LA ESCALA APEX ANGLE.
3. CORRA EL CURSOR HASTA COLOCARLO SOBRE EL VALOR DE LA BASE EN LA ESCALA C (BASE).
4. LEA EL VALOR DEL LADO "A" EN LA ESCALA D (RANGE)

D). SI DESEA CALCULAR EL LADO "B" OPERE COMO SIGUE:

1. COLOQUE EL PELO DEL CURSOR SOBRE EL VALOR DEL ÁNGULO B EN LA ESCALA OPPOSITE ANGLE.
2. EJECUTE LAS OPERACIONES 2 A 4 DESCRITAS EN EL INCISO ANTERIOR.

NOTA:- SI EL VALOR DE LA BASE QUE DEBE BUSCARSE EN LA ESCALA C, QUEDA FUERA DEL CUERPO DE LA REGLA, CORRA EL CURSOR HASTA EL ÍNDICE 1 Y LUEGO CORRA LA REGLA HASTA QUE COINCIDA CON EL ÍNDICE 1 DEL LADO -- OPUESTO.

EJEMPLO: CALCULAR LADO "B" DEL TRIÁNGULO
ILUSTRADO EN LA FIGURA:



1. COLOQUE EL PELO DEL CURSOR SOBRE 1220 EN LA ESCALA --- OPPOSITE ANGLE.
2. CORRA LA REGLETA HASTA COLOCAR DEBAJO DE LA FENDA DEL CURSOR, EL VALOR 250 EN LA ESCALA APEX ANGLE.
3. COMO NO SE PUEDE COLOCAR EL PELO DEL CURSOR SOBRE EL VALOR DE LA BASE (150) EN LA ESCALA C, PONGA EL PELO DEL CURSOR SOBRE EL ÍNDICE 1000 DEL LADO DERECHO DE LA ESCALA C, CORRA LA REGLETA HASTA COLOCAR BAJO EL PELO DEL CURSOR EL ÍNDICE 100 DEL LADO IZQUIERDO DE LA ESCALA C Y EN SEGUIDA COLOQUE EL CURSOR SOBRE EL VALOR 150 DE LA ESCALA C.
4. LEA BAJO EL PELO DEL CURSOR EL VALOR DEL LADO "B" SOBRE LA ESCALA D (RANGE) EN ÉSTE CASO 575 METROS.

NOTA:- AL USAR LAS ESCALAS APEX ANGLE Y OPPOSITE ANGLE SE PUEDEN RESOLVER TRIÁNGULOS CUYOS ÁNGULOS ESTÉN MEDIDOS EN GRADOS.

65. ESCALA C 1.

SIRVE PARA OBTENER LOS RECÍPROCOS DE LOS NÚMEROS DIBUJADOS EN LA ESCALA C, POR EJEMPLO: EL RECÍPROCO DE 5 ES: 1 ENTRE 5, O SEA -- 0.2. SI PONEMOS EL CURSOR EN 5 DE LA ESCALA C, OBTENDREMOS DIRECTAMENTE EL 0.2 EN LA ESCALA C 1.

APLICANDO EL PRINCIPIO MATEMÁTICO DE QUE ES LO MISMO MULTIPLICAR UN NÚMERO QUE DIVIDIRLO ENTRE SU RECÍPROCO, PODEMOS HACER MULTIPLICACIONES COMO SI FUERAN DIVISIONES OPERANDO CON LA ESCALA C 1. POR EJEMPLO: SI DESEAMOS MULTIPLICAR 12 POR 4, COLOCAMOS LA FENDA DEL CURSOR SOBRE EL NÚMERO 12 DE LA ESCALA D Y CON LA REGLETA HACEMOS COINCIDIR EN LA MISMA FENDA EL NÚMERO 4 DE LA ESCALA C 1 COMO SI FUERA UNA DIVISIÓN Y OBTENEMOS COMO RESULTADO EN EL ÍNDICE 1 EL VALOR 48.

SI TRATAMOS DE DIVIDIR 60 ENTRE 15, PODEMOS PONER EL ÍNDICE 1 -- DEL LADO DERECHO DE LA ESCALA C SOBRE EL 60, Y COLOCAR LA FENDA

DEL CURSOR SOBRE EL 15 EN LA ESCALA C 1, COMO SI SE TRATARA DE -
UNA MULTIPLICACIÓN. OBTENDREMOS COMO RESULTADO: 4 EN LA ESCALA D
BAJO EL PELO DEL CURSOR.

66. ESCALA A.

SIRVE PARA OBTENER EL CUADRADO O LA RAÍZ CUADRADA DE LOS NÚMEROS
ESTA ESCALA ESTÁ DIVIDIDA EN DOS PARTES, LIMITADAS POR UN NÚMERO
1 EN EL CENTRO DE LA REGLA.

A), PARA OBTENER EL CUADRADO DE UN NÚMERO, SE COLOCA LA FENDA --
DEL CURSOR SOBRE EL NÚMERO EN LA ESCALA D Y SE LEÉ EL CUADRA
DO EN LA ESCALA A. SI LA FENDA QUEDA EN LA PRIMERA PARTE DE_
LA ESCALA (LADO IZQUIERDO), EL NÚMERO DE CIFRAS DEL CUADRADO
SERÁ IGUAL AL DOBLE DE LAS CIFRAS DEL NÚMERO MENOS UNA, EN -
CAMBIO, SI LA FENDA DEL CURSOR CAE EN LA PARTE DERECHA DE LA
ESCALA A, EL NÚMERO DE CIFRAS DEL CUADRADO SERÁ IGUAL AL DO-
BLE DE LAS CIFRAS DEL NÚMERO.

EJEMPLOS: 2 AL CUADRADO IGUAL A: 4 (LADO IZQUIERDO),
5 AL CUADRADO IGUAL A: 25 (LADO DERECHO),
15 AL CUADRADO IGUAL A: 225 (LADO IZQUIERDO),
35 AL CUADRADO IGUAL A: 1225 (LADO DERECHO).

B), PARA OBTENER RAÍZ CUADRADA SE COLOCA LA FENDA DEL CURSOR EN_
LA ESCALA A Y SE LEÉ LA RAÍZ CUADRADA BAJO LA MISMA FENDA EN
LA ESCALA D. SI EL NÚMERO TIENE UNA CANTIDAD DE CIFRAS IMPAR
SE COLOCA SOBRE EL LADO IZQUIERDO DE LA ESCALA, Y EL NÚMERO_
DE CIFRAS DE LA RAÍZ SERÁ IGUAL A LA MITAD MÁS 0.5. SI EL NÚ-
MERO TIENE UNA CANTIDAD DE CIFRAS PAR, SE COLOCA SOBRE LA ES-
CALA DEL LADO DERECHO Y EL NÚMERO DE CIFRAS DEL RESULTADO SE
RÁ IGUAL A LA MITAD DE LA CANTIDAD DE CIFRAS DEL NÚMERO.

EJEMPLOS: RAÍZ CUADRADA DE 4 IGUAL A: 2 (LADO IZQUIERDO)
RAÍZ CUADRADA DE 25 IGUAL A: 5 (LADO DERECHO),
RAÍZ CUADRADA DE 144 IGUAL A: 12 (LADO IZQUIERDO),
RAÍZ CUADRADA DE 2025 IGUAL A: 45 (LADO DERECHO).

CAPITULO XI.

SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS.

67. SOLUCIONES DEL CAPITULO I.

- A). (1) $22\frac{5}{6}$ (2) $11\frac{1}{5}$ (3) $39\frac{3}{8}$ (4) $11\frac{5}{12}$
B). (1) $11\frac{3}{8}$ (2) $4\frac{5}{6}$ (3) $13\frac{3}{4}$ (4) $14\frac{17}{20}$
C). (1) $\frac{7}{20}$ (2) $7\frac{7}{24}$ (3) $5\frac{1}{10}$ (4) 66
D). (1) $1\frac{2}{3}$ (2) $2\frac{11}{14}$ (3) $\frac{1}{4}$ (4) 14
E). (1) 5.1672 (2) 10.0 (3) 31.20 (4) 31.40
F). (1) 30 (2) 0.5 (3) 0.253 (4) 15.6
G). (1) 0.643 (2) 0.793 (3) 10.375 (4) 31.571
H). (1) 100 (2) 576 (3) $\frac{9}{10}$ (4) 1.44

68. SOLUCIONES AL CAPITULO II.

- A). (1) $4 + 7 - 19 + 7 = 7$
(2) $17 + 91 - 115 + 7 = 0$
(3) $6(-10) + \frac{18}{3}(6 \times 4 - 7) - \frac{-21}{-7} =$
 $-60 + 6(24 - 7) - 3 = -60 + 102 - 3 = 39$
(4) $(3 \times 2) + (4 \times 7) - \frac{6}{3}(-2) - 4(27) =$
 $6 + 28 + 4 - 108 = 38 - 108 = -70$
B). (1) $2x + 17 = 35$ (2) $2x + 16y = 170$
 $2x = 18$ $2x = 170 - 16y$
 $x = 9$ $x = 85 - 8y$

$$(3) \frac{4,1}{22635} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{22635}{4,1}$$

$$x = 5520,7$$

$$(5) \frac{3x}{5} + \frac{2y}{7} = 21$$

$$\frac{3x}{5} = 21 - \frac{2y}{7}$$

$$x = \frac{147 - 2y}{7} \times \frac{5}{3}$$

$$x = \frac{735 - 10y}{21}$$

$$(4) \frac{2x}{7} = 170$$

$$x = \frac{170 \times 7}{2}$$

$$x = 595$$

$$(6) \frac{4,5}{x} = \frac{1}{36159}$$

$$x = 4,5 \times 36159$$

$$x = 162715,5$$

$$(7) \frac{3,9}{45678} = \frac{x}{6532}$$

$$x = \frac{3,9 \times 6532}{45678}$$

$$x = 0,5577 \text{ ó } 0,56$$

$$(8) \frac{2x + 5}{9} = \frac{6x - 2}{4}$$

$$4 \times (2x + 5) = 9 \times (6x - 2)$$

$$8x + 20 = 54x - 18$$

$$46x = 38$$

$$x = \frac{38}{46}$$

$$x = 0,826$$

69. SOLUCIONES DEL CAPITULO III.

A). (1) ANG. B = $3200 - (1150 + 1450) = 600 \text{ M}$

(2) ANG. D = ANG. B = 600 M

(3) ANG. E = ANG. A = 1150 M

B). (1) ANG. 1 = $3200 - \text{ANG. 2} = 3200 - 950 = 2250 \text{ M}$

(2) ANG. 3 = ANG. 4; ANG. 3 + ANG. 4 = ANG. 1

$$\text{ANG. 3} = \frac{\text{ANG. 1}}{2} = \frac{2250}{2} = 1125 \text{ M}$$

$$(3) \text{ ANG. } 4 = 1125 \text{ M}$$

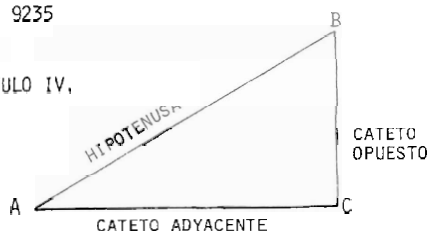
$$(4) \text{ ANG. } 5 = \text{ANG. } 2 = 950 \text{ M.}$$

$$c), \text{ ANG. } 1 + \text{ANG. } 2 + \text{ANG. } 3 + \text{ANG. } 4 + \text{ANG. } 5 = \\ (n - 2) 3200 = 3 (3200) = 9600 \text{ M.}$$

$$\begin{aligned} \text{ANG. } 5 &= 9600 - (\text{ANG. } 1 + \text{ANG. } 2 + \text{ANG. } 3 + \text{ANG. } 4), \\ &= 9600 - (1700 + 1320 + 4300) \\ &= 9600 - 9235 \\ &= 365 \text{ M} \end{aligned}$$

70. SOLUCIONES DEL CAPITULO IV.

A).



B).

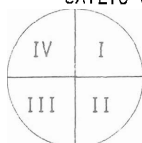
$$\text{SEN } A = \frac{\text{CATETO OPUESTO}}{\text{HIPOTENUSA.}}$$

$$\text{COS } A = \frac{\text{CATETO ADYACENTE}}{\text{HIPOTENUSA.}}$$

$$\text{TAN } A = \frac{\text{CATETO OPUESTO}}{\text{CATETO ADYACENTE}}$$

$$\text{COT } A = \frac{\text{CATETO ADYACENTE}}{\text{CATETO OPUESTO}}$$

C).



- D). ANGULO, 20 M; DIST., 1000 Mts.; FRENTE = 20 Mts.,
DIST., 3000 Mts.; FRENTE 30 Mts.; ANG. = 10 M
ANG. 5 M ; FRENTE, 20 Mts.; DIST. = 4000 Mts.

71. SOLUCIONES DEL CAPITULO V.

A), LADO B = 5000 Mts.

ANG. A = 700 M

ANG. B = 1500 M

ANG. C = 1000 M

$$c = \frac{B \text{ SEN } C}{\text{SEN } B} ; \quad c = \frac{5000 \text{ SEN } 1000}{\text{SEN } 1500}$$

$$c = \frac{5000 \times .83147}{.99519} \quad c = 4177.44$$

LADO c = 4177.44 Mts.

B), AZ. AB 800 M

AZ. AC 1600 M

ANG. ACB 1100 M

$$\begin{array}{rcl} \text{ENCONTRAR AZ. CB} & + & 1600 \text{ AZ. AB} \\ & & \underline{3200} \\ & & 4800 \text{ AZ. CA} \end{array} \quad + \quad \begin{array}{rcl} 4800 \\ \underline{1100} \text{ ANG. ACB} \\ 5900 \text{ AZ. CB} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{ENCONTRAR ANG. B.} & + & 6400 \\ & & \underline{800} \text{ AZ. AB} \\ & & 7200 \\ & - & \underline{5900} \text{ AZ. CB} \\ & & 1300 \text{ ANG. B.} \end{array}$$

72. SOLUCIONES DEL CAPITULO VI.

A), (1) ELEV. 269.6, TPO. 16.7 (2) ELEV. 214.2, TPO. 13.4
(3) ELEV. 435.0, TPO. 25.9 (3) ELEV. 238.4, TPO. 14.7

B), (1) ALC. 3250, ELEV. 171.6
(2) ALC. 3425, ELEV. 182.1
(3) ALC. 5040, ELEV. 289.3

C), (1) 5414 (2) 5690 (3) 6032
D), (1) 756012 (2) 370309 (3) 658974 (4) 050689
E), (1) 33205 (2) 53832 (3) 12404 (4) 14801

73. SOLUCIONES AL CAPITULO VII.

- A). (1) 9.321209-10 (2) 9.900662-10 (3) 9.912533-10
 (4) 9.334524-10 (5) 2.123198 (6) 8.755875-10
 (7) 9.746907-10 (8) 0.158610 (9) 4.387977
 (10) 6.654177-10 (11) -0.045120 (12) 4.1840
 (13) 6654300

- B). (1) Log. 137.5 = 2.138303
 + Log. 7.18 = + 0.856124
 LOG. PRODUCTO = 2.994427
 ANTILOG. = 987.25
 (2) Log. 2508 = 3.399328
 + LOG. SEN. 820 M = + 9.857847-10
 LOG. PRODUCTO = 13.257175-10
 ANTILOG. = 1808.92

- C). (1) Log. 48.37 = 1.684576
 - Log. 9.612 = - 0.982814
 LOG. COCIENTE = 0.701762
 ANTILOG. = 5.03224
 (2) Log. 442 = 12.645422-10
 -LOG. TAN. 77.6 = -08.882703-10
 LOG. COCIENTE = 3.762719
 ANTILOG. = 5790.52

74. SOLUCIONES DEL CAPITULO VIII.

- A). (1) 562 M A GRADOS:
 500 M = 28° 07' 30"
 60 M = 3° 22' 30"
2 M = 0° 06' 45"
 562 M = 31° 36' 45"

- B). (2) 1836 M A GRADOS:
 1000 M = 56° 15' 00"
 800 M = 45° 00' 00"
 30 M = 1° 41' 15"
6 M = 0° 20' 15"
 1836 M = 103° 16' 30"

$$\begin{aligned}
 (3) \quad 3866.2 \text{ М} & \text{ A GRADOS:} \\
 3000 \text{ М} & = 168^{\circ} 45' 00'' \\
 800 \text{ М} & = 45^{\circ} 00' 00'' \\
 60 \text{ М} & = 3^{\circ} 22' 30'' \\
 6 \text{ М} & = 0^{\circ} 20' 15'' \\
 \underline{0.2 \text{ М}} & = \underline{0^{\circ} 00' 40.5''} \\
 3866.2 \text{ М} & = 217^{\circ} 28' 26''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \quad 5824.6 \text{ М} & \text{ A GRADOS:} \\
 5000 \text{ М} & = 281^{\circ} 15' 00'' \\
 800 \text{ М} & = 45^{\circ} 00' 00'' \\
 20 \text{ М} & = 1^{\circ} 07' 30'' \\
 4 \text{ М} & = 0^{\circ} 13' 30'' \\
 \underline{0.6 \text{ М}} & = \underline{0^{\circ} 02' 01.5''} \\
 5824.6 \text{ М} & = 317^{\circ} 38' 02''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B). (1) } 36^{\circ} 28' 15'' & \text{ A MILITS.:} \\
 30^{\circ} & = 533.33 \text{ М} \\
 6^{\circ} & = 106.67 \text{ М} \\
 20' & = 5.93 \text{ М} \\
 8' & = 2.37 \text{ М} \\
 10'' & = 0.05 \text{ М} \\
 \underline{5''} & = \underline{0.02 \text{ М}} \\
 36^{\circ} 28' 15'' & = 648.37 \text{ М} = 648 \text{ М}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (2) \quad 175^{\circ} 15' 10'' & \text{ A MILITS.} \\
 100^{\circ} & = 1777.78 \text{ М} \\
 70^{\circ} & = 1244.44 \text{ М} \\
 5^{\circ} & = 88.89 \text{ М} \\
 10' & = 2.96 \text{ М} \\
 5' & = 1.48 \text{ М} \\
 \underline{10''} & = \underline{0.05 \text{ М}} \\
 175^{\circ} 15' 10'' & = 3115.60 \text{ М} = 3116 \text{ М}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (3) \quad 206^{\circ} 08' 35'' & \text{ A MILITS:} \\
 200^{\circ} & = 3555.56 \text{ М} \\
 6^{\circ} & = 106.67 \text{ М} \\
 8' & = 2.37 \text{ М} \\
 30'' & = 0.15 \text{ М} \\
 \underline{5''} & = \underline{0.02 \text{ М}} \\
 206^{\circ} 08' 35'' & = 3664.77 \text{ М} = 3664 \text{ М.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 (4) \quad 310^\circ 10' 13'' & \text{A MILITS:} & \\
 300^\circ & = & 5333.33 \text{ M} \\
 10^\circ & = & 177.78 \text{ M} \\
 10' & = & 2.96 \text{ M} \\
 10'' & = & 0.05 \text{ M} \\
 3'' & = & 0.01 \text{ M} \\
 \hline
 310^\circ 10' 13'' & = & 5514.13 \text{ M} = 5514 \text{ M}
 \end{array}$$

75. SOLUCIONES DEL CAPITULO IX.

A). (1) 5562 YARDAS A METROS.

$$0.914402 \times 5562 = 5085.903924 = 5085.9 \text{ Mts}$$

(2) 3321 METROS A YARDAS

$$1.093611 \times 3312 = 3631.882131 = 3631.9 \text{ YARDAS.}$$

(3) 420 PIES A METROS

$$0.304801 \times 420 = 128.016420 = 128.02 \text{ Mts}$$

(4) 630 METROS A PIES.

$$3.280833 \times 630 = 2066.924790 = 2066.9 \text{ PIES.}$$

(5) 3462 MILITS A GRADOS.

$$0.056250 \times 3462 = 194.737500 = 194.74 \text{ GRADOS.}$$

(6) 276 GRADOS A MILITS.

$$17.777778 \times 276 = 4906.666728 = 4906.7 \text{ MILITS.}$$

B). (1) 7250 YARDAS A METROS,

(2) 2140 METROS A YARDAS

$$\begin{array}{r}
 3.860338 \\
 + \underline{9.961137-10} \\
 13.821475-10
 \end{array}$$

6629.4 METROS.

$$\begin{array}{r}
 3.330414 \\
 + \underline{0.038263} \\
 3.369277
 \end{array}$$

2340.3 YARDAS.

(3) 330 PIES A METROS.

$$\begin{array}{r}
 2.518514 \\
 + \underline{9.484016-10} \\
 12.002530-10
 \end{array}$$

100.584 METROS.

100.6 METROS.

(4) 477 METROS A PIES.

$$\begin{array}{r}
 2.678518 \\
 + \underline{0.515984} \\
 3.194502
 \end{array}$$

1565.0 PIES.

**Este manual se imprimió en el Taller Autográfico, bajo
la supervisión de la S-7 Rels. Publs. del Estado Mayor
de la Defensa Nacional, siendo su tiraje de
1,000 ejemplares. Terminándose en el
mes de enero de 1995**

