ESCUELA DE APLICACION Y TIRO DE ARTILLERIA

SECCION DE CAMPAÑA

GRUPO DE ESTUDIOS Y ENSAYOS

REGLA MILITAR DE CALCULO

MODELO RIVERA

MADRID
IMPRENTA DEL SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO
1970

REGLA MILITAR DE CALCULO

MODELO RIVERA

ESCUELA DE APLICACION Y TIRO DE ARTILLERIA

SECCION DE CAMPAÑA

GRUPO DE ESTUDIOS Y ENSAYOS

REGLA MILITAR DE CALCULO

MODELO RIVERA

El presente folleto corresponde a la Regla militar de Cálculo modelo Rivera, proyectada por el Coronel del Arma de Artillería D. Ricardo Rivera Cebrián, y de la que hizo donación al Ejército.

Depósito Legal: M. 23.674 - 1970

Imprenta del Servicio Geográfico del Ejército. Madrid 1970

INDICE

CAPITULO I

Páginas

CAPITULO II

Páginas

CAPITULO III

Páginas

CAPITULO IV

CAPITULO V

CAPITULO I

1 GENERALIDADES.

La Regla de Cálculo sirve para ejecutar con rapidez, seguridad y con una exactitud más que suficiente para la mayoría de los casos prácticos, sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, recíprocos, potencias cuadradas, raíces cuadradas, conversiones de medidas angulares, relaciones trigonométricas, logaritmos y ángulo de tiro, con la correspondiente corrección complementaria.

La ventaja que presenta su empleo es la rapidez de las operaciones, pero tiene la desventaja de tener una menor precisión que otros procedimientos de cálculo, aunque también depende de la longitud de la Regla y de la habilidad del operador.

Designaremos las distintas partes de que se compone la Regla de Cálculo del modo siguiente: Llamaremos "Regla" a la parte mayor en cuyo centro existe una ranura longitudinal; "Reglilla", a la parte que, encajando en esta ranura, puede deslizarse a derecha e izquierda, y "Cursores", a los pequeños marcos transparentes de talco que existen en el anverso y reverso de la Regla, los cuales pueden correrse igualmente en ambos sentidos.

En el anverso de la Regla existen trece escalas (véanse figs. 1 y 14), de las cuales unas son independientes; otras, correspondientes, y otras, combinadas, llevando un cursor de material transparente (figs. 8, 9 y 15) para realizar las lecturas.

En el reverso de la Regla (véanse figs. 2 y 16) dispone de otra escala y dos ábacos con dos cursores, uno principal (figs. 10 y 11) y otro secundario (figs. 12 y 13).

Es necesario un esmerado uso de la Regla de Cálculo para mantenerla en óptimas condiciones. Debe preservarse de los golpes, suciedad, arañazos, altas temperaturas y humedades para que no sufra deformación en las grabaciones, y como consecuencia, errores en las lecturas.

Para su limpieza se usará solamente un paño o algodón humedecido en agua jabonosa, secando perfectamente a continuación con un paño seco.

Esta Regla permite calcular, con la precisión que se indicará más adelante, todos aquellos datos que dan las Tablas de Logaritmos y Topográficas editadas por la Escuela de Aplicación y Tiro de Artillería que se especifican a continuación:

— Tabla I: Operar con logaritmos decimales de los números enteros.

— Tabla II: Operar con logaritmos decimales de las funciones circulares expresadas en milésimas.

— Tabla IV: Valores naturales de las funciones circulares de senos, tangentes, cotangentes y cosenos en milésimas.

— Tabla VI: Conversión de graduación centesimal a milésimas.

— Tabla VII: Conversión de graduación centesimal a sexagesimal.

— Tabla VIII: Conversión de graduación sexagesimal a centesimal.

— Tabla XI: Valores de $r \times \operatorname{tag} \alpha$.

— Tabla XII: Distancia en función de la paralaje de una base perpendicular ($D = b \times \operatorname{cotg} p$).

— Tabla XIII: Triangulación recta y valor de

$$a - c = c\ (\sec B - 1).$$

— Tabla XIV: Valores de $\Delta X = 1.000 \times \operatorname{sen} \theta$ e $\Delta Y = 1.000 \times$ $\times \cos \theta$ para la obtención de puntos kilométricos de la DV.

— Tabla XV: Corrección lateral.—Determinación del incremento de deriva para un salto en alcance.

— Tabla XXIX: Cuadrado de los números.

CAPITULO II

2 COMPOSICION.

2,1 La Regla Militar de Cálculo modelo Rivera se compone de los siguientes elementos, todos ellos separados entre sí:

2,11 **Armadura,** o Regla propiamente dicha (figs. 3, 4 y 5), es una pieza rectangular que tiene:

a) En el anverso (fig. 3), el vaciado correspondiente a la Reglilla (figs. 6 y 7).

b) En los bordes de mayor longitud lleva unas ranuras o canales para alojar las guías del cursor, terminando el superior en forma biselada.

c) En el reverso (fig. 6) lleva el vaciado correspondiente al cursor principal (figs. 10 y 11) y otra ranura para alojamiento de la cola o guía del cursor secundario (figs. 12 y 13).

2,12 **Reglilla** (figs. 6 y 7).

Alojada en el vaciado practicado en la armadura, es una pieza rectangular con dos pestañas en sentido longitudinal.

2,13 **Cursor del anverso** (figs. 8 y 9).

Es una placa de material transparente a la que se le adapta en la parte superior, atornillada, otra también transparente, a escuadra, teniendo su terminación en bisel con la misma inclinación que tiene el borde biselado de la armadura.

Para su adaptación y desplazamiento, a lo largo de la Regla lleva las guías, que son unas piezas metálicas unidas a la placa transparente mediante tornillos.

2,14 **Cursor principal del reverso** (figs. 10 y 11).

Pieza transparente que se desliza sobre las ranuras existentes en dicha armadura.

2,15 **Cursor secundario del reverso** (figs. 12 y 13).

Colocado sobre el anterior, se desliza sobre una ranura practicada para ello en la parte superior y posterior de la armadura. Es de material transparente en su mitad inferior, siendo opaco en la otra.

2,2 ESCALAS DEL ANVERSO.

En la figura 14 se especifican las 13 escalas de que consta el anverso de la Regla.

2,201 **Escala 1/25.000** (A).

Está grabada en el borde biselado de la Armadura o Regla, y en su parte izquierda figura la indicación "1/25.000", que es la escala a que está graduada.

Su longitud es de 320 mm. y está dividida en 400 partes iguales. El trazo origen y los correspondientes a cada división kilométrica se encuentran numerados correlativamente, de izquierda a derecha, del 0 al 8. Cada cinco divisiones se distinguen porque su trazo tiene una mayor longitud. El trazo de la división 25, y a partir de éste cada 50 divisiones, es decir, la división mitad entre las numeradas, es mayor aún que los anteriores.

Cada división representa 20 metros del terreno, y las numeradas corresponden a un número entero de kilómetros.

La precisión de esta escala permite apreciar con exactitud 20 metros, y a la estima, la mitad y aun la cuarta parte, o sea, los 10 y los 5 metros, respectivamente.

2,202 **Escala de milésimas** (B).

Está grabada inmediatamente debajo de la escala 1/25.000 (A). Tiene su misma longitud, y en la parte izquierda figura la indicación ^{oo} (milésimas). Viene grabada en milésimas y aprovecha las divisiones de la escala (A), de manera que corresponde a cada división una milésima.

Están marcados únicamente los trazos correspondientes al origen y a las centenas de milésimas. Cada trazo lleva una doble numeración expresada en decenas: del 0 al 40, en color negro, a la izquierda del trazo, y del 40 al 80, en color rojo, a su derecha, lo que permite efectuar lecturas hasta las 800 milésimas. Las decenas están también numeradas con su correspondiente cifra significativa, o sea, del 1 al 9.

La precisión es, por consiguiente, de una milésima, pudiéndose llegar a estimar la media milésima y hasta el cuarto de milésima.

2,203 **Escala de grados sexagesimales** (C).

Está grabada en la Armadura o Regla, debajo de la escala de milésimas (B), con una longitud igual a ésta y en correspondencia con la misma. En su parte izquierda figura la indicación ^{o} (grado sexagesimal).

Se encuentra dividida en 45 partes iguales, representando cada una medio *grado* sexagesimal.

Cada trazo se encuentra numerado correlativamente de izquierda a derecha, con número negro, del 0 al 22, de grado en grado, e intercalada entre éstos hay una segunda numeración, en rojo, desde el 23 al 45, también de grado en grado, permitiendo efectuar lecturas hasta 45 grados. Los trazos correspondientes a 0°, y luego cada cuatro grados y medio, son más largos y comunes con los de la escala en grados centesimales (D).

Se complementa esta escala con una graduación situada en la parte superior izquierda del trazo vertical del cursor del anverso (fig. 7). La parte superior de esta graduación tiene 12 divisiones a partir del trazo central del cursor, y su longitud total es igual a la que representa un grado de la escala (C), por lo que cada división representa cinco minutos ('). Para su mejor lectura son, alternadamente, de diferente altura, encontrándose numerada la división mitad, o sea, la que corresponde a los treinta minutos.

La precisión de esta escala proporciona con exactitud cinco minutos, y a la estima se pueden apreciar los 2 y 1/2 y aun el 1 y 1/4 minutos.

2,204 **Escala de grados centesimales** (D).

Se encuentra grabada en la Armadura o Regla, debajo de la escala (C), con una longitud igual a ésta y en correspondencia con la misma, y en consecuencia, también con la escala (B). Lleva en su parte izquierda la indicación "g" (grado centesimal).

Se encuentra dividida en 25 partes iguales, representando cada una un grado centesimal. Los trazos están numerados correlativamente, de izquierda a derecha, del 0 al 25 en números negros, y a la derecha de éstos, separados por el mismo trazo y en color rojo, hay otra numeración, también correlativa, del 25 al 50, lo que permite efectuar lecturas hasta los 50 grados.

Los trazos correspondientes a cero grados centesimales, y luego cada cinco grados, son más largos y comunes a los de la escala (C).

Se complementa esta escala con la graduación situada en la parte superior izquierda del cursor del anverso, inmediatamente debajo de la citada en el apartado 2,203 para grados sexagesimales. Su longitud es igual a la que representa un grado de la escala (D), y se encuentra dividida en 20 partes, con trazos que, alternando, son de diferente altura para ser más fácilmente leídos. Por consiguiente, cada división representa cinco minutos (m), y la que corresponde al medio grado está numerada con este valor de cincuenta minutos. Su precisión será la de los indicados 5^m, y a la estima se pueden apreciar los 2 y $1/2^m$.

2,205 **Escala con la indicación "sen/cos" y "W_t/W_1"** (E).

Está grabada en la Armadura o Regla y tiene una longitud aproximada de 303 mm. En su parte izquierda tiene la indicación "sen/cos", y debajo de ésta, "W_t/W_1". Es una escala de doble eje con 16 trazos verticales, cuya separación al origen es proporcional a los valores logarítmicos de las funciones sen/cos, siendo la unidad logarítmica de 300 mm. Están numerados a derecha e izquierda en cuádruple numeración, cuyo orden —de izquierda a derecha— es creciente o decreciente según la numeración de que se trate. Los trazos que, en el sentido dicho, ocupan los lugares 14 y 16, no se han numerado por falta de espacio.

La numeración de la izquierda de los trazos corresponde a valores angulares —expresados en centenas de milésimas— de los senos en cualquiera de los cuadrantes de la circunferencia, teniendo signo positivo los que están numerados en color negro, y negativo los de color rojo. Lo mismo puede decirse de la numeración situada a la derecha de los trazos para valores del coseno, con la diferencia de que para éstos el color negro indica que tiene signo negativo, y el rojo, positivo. No figuran el de 0 y 3.200 para el seno por tener valor cero, y tampoco los valores 1.600 y 4.800 del coseno, por la misma razón. Esta escala está en correspondencia con las escalas "Log/log" (F) y con las "n/N" (J).

2,206 **Escala de logaritmos (F).**

Está grabada en la Regla y Reglilla de forma que sus bordes tangentes o de contacto constituyen el eje de simetría que la divide longitudinalmente. La mitad superior (en la Regla) tiene la indicación "LOG", y en la inferior (en la Reglilla), la "log".

Su longitud es de 300 mm. y se encuentra dividida en 500 partes iguales. El trazo origen y los correspondientes a cada 50 divisiones se encuentran numerados correlativamente, de izquierda a derecha, del 0 al 10. Cada cinco divisiones se distinguen porque su trazo tiene una mayor altura, así como el de cada 25 divisiones —mitad entre los numerados—, cuyo trazo aún resulta ser de mayor altura.

En consecuencia, la escala da con precisión *tres* cifras, siempre que la última sea par. También se obtiene esta precisión, aunque sea impar, con error menor de 0,5, por apreciación de la mitad entre dos divisiones contiguas. Con práctica puede llegarse a la estimación de la *cuarta* cifra con un error igual al indicado. Está dividida en correspondencia con la escala (J), proporcionando el logaritmo decimal (mantisa) de los números representados en esta escala (J).

2,207 **Escala de sen/tag** (G).

Se encuentra grabada en la Reglilla y tiene una longitud aproximada de 300 mm. A la izquierda tiene la indicación en rojo de "sen/tag", y está dividida en *nueve* secciones desiguales, con trazos numerados desde el 1 al 10 en color rojo, que representan decenas de milésimas. Todas las secciones están divididas, a su vez, en *diez* espacios desiguales, cuyos trazos corresponden a una unidad, o sea, a milésimas, siendo la altura de los trazos de las medias decenas igual a la de las decenas. El segmento rectilíneo que, desde el origen, determina cada división, tiene un valor proporcional a la media aritmética del logaritmo seno y logaritmo tangente de los ángulos comprendidos entre las 10 y las 100 milésimas.

Esta escala está en correspondencia con las escalas (F) y (J), por lo que, en la primera, obtendremos la mantisa de logaritmo de la citada función circular (media aritmética del logaritmo seno y logaritmo tangente, cuya sustitución por cada una de ellas es posible dada la pequeña diferencia que tienen para los ángulos representados en la escala, o sea, entre las 10 y las 100 milésimas), y en la segunda, el valor natural de dichas funciones (también su media aritmética).

Por lo expuesto se deduce que los valores angulares pueden leerse de milésima en milésima, y a la estima, fácilmente se aprecia la media milésima y aun el cuarto de milésima. Los logaritmos se obtienen —según se ha dicho en el apartado 2,206— con *tres* cifras, y en cuanto al valor natural, lo obtendremos con la precisión que se dirá al describir la escala (J), siendo *cero* su primera cifra decimal.

2,208 **Escala de senos** (H).

Se encuentra grabada en la Reglilla, inmediatamente debajo de la escala sen/tag (G). Su longitud es de unos 303 mm., y a la izquierda lleva grabado en negro el indicativo "sen".

Se encuentra dividida en 373 partes desiguales, de forma que el segmento comprendido entre la división origen —primera de la izquierda— y cualquier otra tiene una longitud proporcional al valor del logaritmo seno de los ángulos representados en la escala, es decir, entre las 100 y las 1.600 milésimas, según indica la numeración expresada en decenas, excepto las comprendidas entre las 1.300 y 1.600, que se expresan en centenas, no figurando el número 15 (1.500^{oo}) por falta de espacio.

La sección de la escala comprendida entre el 10 y el 20 está dividida en 100 partes desiguales representando cada una de ellas una milésima. El trazo origen y los correspondientes a cada cinco divisiones son de mayor altura, así como los numerados del 11 al 19, que aún son de mayor altura.

La sección comprendida entre las decenas 20 y 50, está dividida en 150 partes desiguales, representando cada una de ellas dos milésimas. El trazo de cada cinco divisiones es de mayor altura, y los numerados —entre los que se encuentran las 25, 30, 35, 40 y 45 decenas—, lo son aún mayores.

La tercera sección de la escala, que comprende desde el 50 hasta el 90, está dividida en 80 partes desiguales, y cada una de ellas representa cinco milésimas. Cada dos divisiones se distinguen porque su trazo tiene mayor altura, así como aún es mayor el de cada diez.

La sección de escala comprendida entre 90 y 120 está dividida en 30 partes desiguales, representando cada una de ellas 10 milésimas. El trazo de cada cinco divisiones es de mayor altura.

La sección de escala comprendida entre 1.200^{oo} y 1.500^{oo} está dividida en 12 partes desiguales; cada división representa 25 milésimas, siendo diferente, alternativamente, la altura de dos trazos contiguos.

El espacio comprendido entre 1.500^{oo} y 1.600^{oo} no tiene ninguna división intermedia, correspondiendo, por tanto, a un valor de 100 milésimas.

Esta escala está en correspondencia con la escala (J), donde se obtienen sus valores naturales, y con la escala (F), donde se obtienen las mantisas de sus logaritmos.

La precisión que se obtiene en estas lecturas es la misma que se ha dicho en el apartado 2,207 para el logaritmo y el valor natural, bien entendido que en éste la primera cifra decimal —excepto la de las 100 a las 102 milésimas, que sigue siendo *cero*— tiene el valor que le corresponde en la escala (J).

En cuanto a valores angulares, tendremos lecturas con la siguiente precisión:

— De una milésima entre las 100 y las 200 y de 1/2 a la estima.
— De dos milésimas entre las 200 y las 500, siempre que la última cifra sea par, y de una milésima a la estima si no fuera par.
— De cinco milésimas entre las 500 y las 900 y de 2 1/2 a la estima.
— De 10 milésimas entre las 900 y las 1.200, siendo cinco las que pueden apreciarse a la estima.
— Entre 1.200 y 1.500, la precisión es de 25 milésimas y de 12 1/2 a la estima.
— Entre las 1.500 y las 1.600, sólo puede apreciarse un valor mitad, o sea, de 50 milésimas.

Obsérvese que, por la ley de variabilidad del valor del seno, y consiguientemente de sus logaritmos, a medida que el ángulo crece de las 100 a las 1.600 milésimas, la diferencia entre dos valores contiguos de los representados en la escala es más pequeña. Esto nos permite operar prácticamente con los valores aproximados que se obtienen de la escala sin error sensible; es decir, el resultado de un cálculo en el que interviene un seno, aunque el valor angular se tome sólo con las precisiones dichas, es menor que la apreciación que proporciona la escala (J).

2,209 **Escala de inversos, $\frac{1}{n}$ (I).**

Se encuentra grabada en la Reglilla en color rojo, teniendo una longitud de 300 mm. En su parte izquierda tiene marcado el indicativo "$\frac{1}{n}$" y está en correspondencia con la escala (J).

La primera sección de la escala, comenzando por la izquierda, se encuentra dividida en 100 partes desiguales, numeradas solamente cada 20 divisiones en orden decreciente, del 10 al 5. Cada dos divisiones se distinguen porque su trazo tiene mayor altura, así como el de cada 10 divisiones —la mitad entre las divisiones numeradas—, cuyo trazo resulta aún de mayor altura.

La segunda sección de la escala, de mayor longitud que la anterior, se encuentra dividida en 150 partes desiguales, las cuales sólo están numeradas en orden decreciente, del 5 al 2, cada 50 divisiones.

La tercera sección, que tiene una longitud igual a la primera, está dividida en 100 partes desiguales, numeradas solamente cada 10 divisiones en orden decreciente, con el 2 y el 1 las extremas y del 19 al 11 las intermedias. De estas dos últimas secciones, cada cinco divisiones se distinguen porque su trazo tiene una mayor altura, así como el de los numerados, que aún resultan ser de mayor altura, teniéndola igual a éstos el trazo que corresponde a un valor mitad entre los numerados de la segunda sección.

Como expresa su indicativo, corresponde a valores inversos a los de la escala (J), por lo que, al explicar ésta, se conocerá su ley de variación entre dos trazos consecutivos y la precisión que se obtiene en sus lecturas, ya que no es más que la misma escala (J) grabada en sentido inverso, es decir, de derecha a izquierda.

2,210 **Escala logarítmica fundamental o básica** (J).

Está grabada en la Regla y Reglilla de forma que sus bordes tangentes o de contacto constituyen el eje de simetría que la divide. La mitad superior (en la Reglilla) tiene la indicación "n", y la inferior (en la Regla), la "N".

Su longitud es de 300 mm. Esta escala se encuentra dividida en tres secciones, si bien se prolonga por ambos extremos en divisiones que comprenden, a la izquierda, a 10 divisiones iguales a las últimas de la tercera sección de la escala, y a la derecha, a cinco divisiones iguales a las primeras de la primera sección de la escala.

Sección entre los números 1 y 2.

Esta se encuentra dividida en 100 partes desiguales, de forma que la longitud del segmento determinado entre el trazo origen (el señalado con el 1) y cualquier otro, es proporcional al logaritmo del número representado en la escala, siendo la unidad logarítmica de 300 mm. de longitud. Están numeradas —del 11 al 19— cada 10 divisiones, y las intermedias, o sea, cada cinco, se distinguen por tener su trazo una mayor altura.

El extremo izquierdo de esta sección se encuentra prolongado en otras 10 divisiones, que, como ya se ha dicho, son iguales a las 10 últimas de la sección entre los números 5 y 10.

Sección entre los números 2 y 5.

Esta se encuentra dividida en 150 partes desiguales, siguiendo la misma ley que la dicha para la sección 1-2, con la sola diferencia de que entre el 2-3, el 3-4 y el 4-5 sólo hay *cincuenta* divisiones, por lo que cada una de ellas representa *dos* centésimas. Se encuentran numeradas las que corresponden a los números 3, 4 y 5, y cada cinco se distinguen porque tienen un trazo de mayor altura, teniéndola todavía mayor la división intermedia, o sea, cada 25 divisiones. Están señalados, además, el valor de π (3'14) y los de un radián en minutos y en segundos sexagesimales, indicados por un pequeño trazo distinguido por "e'" y "e''", respectivamente.

Sección entre los números 5 y 10.

Se encuentra dividida en 100 partes desiguales. Análogamente a lo dicho para las dos primeras secciones, la longitud del segmento determinado por el trazo origen (1) y cualquier otro es proporcional al logaritmo del número que representa este último trazo. Por ser solamente 20 las divisiones que existen entre cada dos de los numerados correlativamente del 5 al 10, cada división corresponde a *cinco* centenas. Cada dos divisiones contiguas tienen su trazo, alternativamente, de mayor altura, siendo aún mayor el de cada 10 divisiones, es decir, el que corresponde a la mitad entre las numeradas.

A la derecha del número 10 se encuentra prolongada la escala con cinco divisiones más, siendo iguales a las cinco primeras de la sección entre el 1 y el 2, como ya se dijo.

En esta sección se encuentra un pequeño trazo señalado con "e^g", que corresponde al valor de un radián expresado en unidades centesimales.

En resumen, en la primera sección las divisiones van de una en una; en la segunda, de dos en dos, y en la tercera, de cinco en cinco, y por tanto, la *precisión* de esta escala es de *tres* cifras para la primera sección, pudiéndose llegar a la *cuarta* apreciando media subdivisión. En la segunda sección se obtienen lecturas exactas de *tres* cifras, siempre que la última sea número par, y a la estima si fuera impar, con error inferior a 0,5.

En la tercera sección se precisan también *tres* cifras si la última es un 5 ó 0, y cuando no lo sea, sólo se puede dar por aproximación la tercera cifra, estimando valores comprendidos entre 1 y 4.

2,211 **Escala de secantes (K).**

Esta escala se encuentra grabada en la Regla en color rojo. En su parte izquierda tiene la indicación "sec %". Representa la parte decimal —en tantos por ciento— de los valores naturales de la secante de ángulos, cuya expresión, en milésimas, viene dada en la escala (L) de tangentes. Estas dos escalas (K) y (L) son, pues, correspondientes.

Tiene una longitud aproximada de 300 mm. y está numerada del 1 al 40. Entre cada número del 1 al 20 hay dos subdivisiones desiguales, y entre el 20 y el 40 sólo están numerados de cinco en cinco, existiendo 10 divisiones entre cada número. Del 0,05, primer trazo sin numerar, al 0,415, último trazo sin numerar, se pueden determinar *tres* cifras, siempre que la última sea 5, y a la estima cuando no lo sea.

2,212 **Escala de tangentes (L).**

Se encuentra grabada en la Regla, inmediatamente debajo de la escala de secantes (K). Tiene una longitud aproximada de 302 mm., y en su parte izquierda está señalada la palabra "tag". Se encuentra en correspondencia con la escala básica (J), estando dividida en partes desiguales de forma que el segmento comprendido entre la división origen —primera de la izquierda, señalada con el número 10— y cualquier otra es proporcional al valor del logaritmo de las tangentes de los ángulos en ellas representados entre las 100^{oo} y 800^{oo}. Sin embargo, podrá operarse con ángulos de hasta 1.600^{oo} en la forma que se explicará al hablar de su empleo.

La primera sección de la escala, empezando por la izquierda, está dividida en 100 partes desiguales, representando cada parte una milésima. Está numerada del 10 al 20 correlativamente, expresando dichos números decenas de milésimas. Cada cinco divisiones se distinguen porque tienen un trazo más largo, siendo los trazos numerados aún de mayor altura. Su precisión es, por consiguiente, de una milésima, y de media apreciándola a la estima.

La segunda sección de la escala está comprendida entre el 20 y el 80, estando dividida en 300 partes desiguales, representando cada una de ellas dos milésimas. Se encuentran numeradas en decenas de milésimas, de cinco en cinco, y cada cinco divisiones se distinguen porque tienen un trazo más largo, siendo aún más largos los que se encuentran numerados. La precisión de esta segunda sección será, por lo tanto, de dos milésimas, pudiendo apreciar a la estima una milésima.

2,213 **Escala de cuadrados, N^2 (M).**

Se encuentra grabada en la parte inferior de la Regla y en correspondencia con la escala logarítmica (J). Es también una escala logarítmica cuya unidad logarítmica (150 mm. de longitud) es mitad que la de dicha escala (J), y en consecuencia, los valores que se corresponden son los cuadrados de los números en ella representados.

Tiene una longitud de 300 mm. La primera sección, comprendida entre el 1 y el 2, está dividida en 50 partes desiguales, representando por consiguiente cada trazo dos centésimas. Están numerados los extremos (1 y 2), y cada cinco trazos se distinguen porque tienen mayor altura, siendo aún mayor la de los numerados y la del trazo intermedio.

La segunda sección comprende desde el 2 al 5. Está dividida en 60 partes desiguales, representando cada trazo cinco centésimas, figurando numerados únicamente cada 20 divisiones por los números 3, 4 y 5. Cada dos trazos contiguos se distinguen porque tienen alternativamente mayor altura, siendo aún de mayor altura los numerados y los intermedios entre éstos.

La tercera sección comprende desde el 5 al 10. Está dividida en 50 partes desiguales, representando cada una de ellas una décima, estando numeradas únicamente cada 10 divisiones por los números 6, 7, 8, 9 y 10. Cada cinco divisiones se distinguen porque tienen trazos de mayor altura, siendo aún de mayor altura los que se encuentran numerados.

Como se ha dicho que la unidad logarítmica es mitad que la de la escala logarítmica básica (J), y además tiene la misma longitud de 300 mm., la segunda mitad de esta escala (M) es exactamente igual a la que se acaba de describir, sin más diferencia que la numeración está seguida de un cero.

En la primera sección se determinan *tres* cifras, siempre que la última sea *par*, y a la estima si fuera *impar*.

La segunda sección también proporciona *tres* cifras, cuando la última termina en *cinco* (o en *cero)*, y a la estima, con un error menor de 2,5, cuando la última esté comprendida entre el *cero* y el *cinco*.

La tercera sección proporciona *dos* cifras con exactitud y *tres* a la estima, con un error menor de 5.

2,3 ESCALA Y ABACO DEL REVERSO (fig. 16).

Existe en el reverso de la Regla una *escala* y un *ábaco* formado por un grupo de curvas de color negro y otro de color rojo.

2,31 Escala.

Grabada longitudinalmente en el borde superior que produce el vaciado practicado para alojamiento del cursor principal del reverso, lleva el indicativo "ψ". Tiene una longitud de 320 mm. y se encuentra dividida en 400 partes iguales, estando numeradas las centenas con sus correspondientes cifras (0 a 800).

Por consiguiente, cada división representa *dos* unidades, pudiéndose apreciar la unidad con un error menor de 0,5 sin que sea necesario obtener una mayor precisión. Las decenas están indicadas con un trazo de mayor altura, teniéndola todavía mayor el correspondiente a la media centena.

2,32 **Abaco.**

Está grabado en el fondo del vaciado practicado para alojamiento del cursor.

Las curvas de color negro están numeradas —de 50 en en 50— desde 50 a 600, siendo éstas las que tienen un mayor grueso. Entre cada dos contiguas de las numeradas existen cuatro de grabado más fino, representando, por consiguiente, decenas enteras; es decir, van de 10 en 10. La curva 500 lleva el indicativo "α $(+\,\varepsilon)$".

Igual disposición tienen las curvas de color rojo, aunque con inclinación de sentido contrario. Su numeración, a partir de la 500, va de 100 en 100 y llega hasta la 700; por tanto, las curvas de grabado fino entre las de 500 y 700 representan 20 unidades. La curva 50 lleva el indicativo "α $(-\,\varepsilon)$", y todo el ábaco, a su derecha, el "$\alpha \pm C_\varepsilon + \frac{1}{2}\,\varepsilon = \psi - \frac{1}{2}\,\varepsilon$".

2,33 **Cursores del reverso.**

Como complemento, y para facilitar las lecturas de las escalas y ábacos del reverso, se dispone de los siguientes cursores:

2,231 *Cursor principal.*

El cursor principal del reverso (fig. 10) lleva un trazo vertical con 25 divisiones, quedando la primera de las mismas a la altura origen de las curvas por su parte inferior.

La numeración —correlativa de abajo hacia arriba— está de modo que los números impares aparecen a la izquierda y los números pares a la derecha de la división correspondiente. La división 25, que es la última, no va numerada.

En el borde superior, a partir del centro marcado con un trazo rojo, debajo del cual hay marcada la cifra *cero* en negro —en la prolongación del trazo central vertical del cursor—, se encuentran grabadas dos escalas divididas en partes iguales por medio de unos trazos, de color rojo a la izquierda y de color negro a la derecha del origen *cero*. El primero de los trazos a partir del origen, y luego cada cinco, son más largos, estando numerados —de estos últimos— los que hacen número par, desde el 2 al 24, con el mismo color que tiene el trazo debajo del cual están. El espacio comprendido entre dos trazos consecutivos representa el valor de *dos* milésimas, y por consiguiente, el comprendido entre dos trazos largos corresponde a *diez* milésimas, indicando estos trazos largos, por tanto, un número exacto de decenas de milésimas a partir del origen *cero*. Siendo 25, el número de trazos largos que —tanto a la derecha como a la izquierda del origen— existen en la escala, cada parte comprende 250 milésimas, que, por lo dicho, están subdivididas de dos en dos milésimas, excepto las comprendidas entre *cero* y *diez*, ya que, por no ser necesario, no hay subdivisión alguna. Las lecturas se obtendrán, por consiguiente, con una precisión de *dos* milésimas, si bien a la estima se aprecia fácilmente la milésima.

En los extremos de estas escalillas está indicado el signo (—) en color rojo a la izquierda y el signo (+) en negro a la derecha.

Las tres escalas corresponden al valor del ángulo de situación expresado en milésimas, empleándose la escala vertical indistintamente para ángulos de situación positivos o negativos, y en las escalas horizontales se empleará la negra para ε positivos y la roja para ε negativos.

2,332 *Cursor secundario.*

El cursor secundario (fig. 12), que resbala en una ranura situada sobre la escala de ψ, no lleva más que un trazo vertical en el centro.

CAPITULO III

3 OPERACIONES Y MANEJO DE LA REGLA.

Con la Regla de Cálculo modelo Rivera se pueden efectuar las siguientes operaciones:

3,01 SUMA.

Para sumar dos números se emplea la escala (F) de forma que a continuación del segmento representativo de uno de ellos —tomado en la semiescala de la Regla (LOG)— se coloca el que representa el otro —tomado en la semiescala de la Reglilla (log)—. La suma de estos dos segmentos queda materializada en la semiescala superior (LOG) por la división (o lectura) que queda frente a la que nos indica el valor del sumando tomado en la semiescala inferior (log).

Ejemplo: $168 + 154 = 322$ (fig. 19).

Ejecución de la operación.—Se hace coincidir, desplazando convenientemente la Reglilla, el trazo *cero* de la semiescala "log" con el número 168 de la semiescala "LOG"; se corre el cursor hasta que su trazo central (o indicador) marque el 154 en la semiescala "log", y este mismo trazo del cursor señala sobre la semiescala de la Regla el resultado o suma (322).

Debe tenerse en cuenta que —según se dijo en el apartado 2,206— esta escala sólo proporciona tres cifras, y en consecuencia, tanto si se trata de números enteros como de decimales, únicamente pueden sumarse aquellos cuyas cifras significativas están comprendidas entre 001 y 999, tomándolos, como es natural, en un mismo orden de unidades.

Al efectuar la operación de colocar un segmento a continuación del otro, nos encontraremos con mucha frecuencia —siempre que las dos primeras cifras de la izquierda sumen más de 10 y casi siempre que se trate de varios sumandos— que el extremo derecho del segmento tomado en la Reglilla, es decir, el que indica el valor del segundo sumando, queda fuera del campo o longitud de la semiescala de la Regla. Sin embargo, la suma puede seguirse efectuando de igual manera con sólo enrasar el valor del sumando tomado en la Regla con el extremo derecho de la Reglilla, indicado con el 10, en lugar de hacerlo con el izquierdo, señalado con el 0. En estos casos, el valor tomado en la semiescala de la Reglilla (el segundo sumando) queda siempre dentro de la semiescala de la Regla, pero a las tres cifras leídas como resultado les ha de preceder una unidad de orden inmediatamente superior.

Ejemplo: $446 + 832 = 1.278$ (fig. 20).

Efectuando el enrase de 446 como hemos dicho, o sea, con el 10 de la Reglilla, y haciendo marcar al cursor el 832, leeremos en la semiescala superior (LOG) 278, y el resultado, al tener una unidad de orden inmediatamente superior, será 1.278.

Cuando se trate de una suma de varios sumandos, se opera de la misma manera, realizando sumas parciales de dos sumandos constituídos, en la primera, por dos de los propuestos, y en las sucesivas, por el resultado obtenido y otro de los sumandos, siendo preciso realizar, en consecuencia, tantas sumas parciales como sumandos nos hayan sido dados, menos uno.

Ejemplo: $324 + 831 + 423 + 638 + 566$.

Realizaremos la suma de 324 y 831, dando una lectura de 155, siendo el resultado de 1.155 por haber tenido que efectuar el enrase con el 10 de la Reglilla.

A 155 le sumaremos 423 (enrasando con el 0), dando una lectura de 578 y siendo el resultado parcial de 1.578.

A 578 le sumaremos (enrasando otra vez con el 10) 638, por lo que la lectura será de 216, y el resultado, de 2.216 (una unidad de millar que ya teníamos y otra más como consecuencia de la suma parcial realizada).

Por último, a 216 se le suma 566, haciendo el enrase con el 10 de la Reglilla, para obtener una lectura de 782 y la suma total de 2.782.

3,02 RESTA.

Para determinar la diferencia de dos números se emplea la misma escala (F) que para la suma. Por lo dicho en este apartado 3,01, se comprende que bastará tomar el minuendo en la semiescala de la Regla (LOG), desplazar la Reglilla hasta hacer coincidir con dicho valor el del sustraendo tomado en la semiescala de la Reglilla (log), y el resultado vendrá dado en la semiescala superior (LOG) por la división (o lectura) que queda frente al 0 de la semiescala inferior (log).

Ejemplo: 93 — 68 = 25 (fig. 21).

Ejecución de la operación.—Desplazaremos el cursor hasta que su trazo central vertical marque sobre la semiescala "LOG" de la Regla el valor de 93 del minuendo. Después desplazaremos la Reglilla hasta hacer coincidir el valor 68 (sustraendo) de su semiescala con el trazo del cursor, o sea, con el 93, quedando entonces el 0 de la Reglilla frente al 25 de la semiescala de la Regla, cuyo valor es la diferencia buscada.

Esto supone que los términos de la sustracción tengan el mismo número de cifras enteras y que la primera de la izquierda del minuendo sea mayor que la del mismo lugar del sustraendo. Si así no fuera, se opera de igual manera, pero tomando inversamente en las semiescalas el valor de cada uno, es decir, el sustraendo en la de la Regla y el minuendo en la Reglilla. En realidad, restamos del número mayor el menor; pero por haber invertido los términos de la resta, nos indica que el resultado es una cantidad negativa.

Si el minuendo tuviera una cifra entera más que el sustraendo, no tendremos necesidad de invertir los términos, aun cuando la cifra del minuendo que ocupa el mismo lugar que la del sustraendo sea de menor valor significativo, puesto que restamos el número mayor del menor; pero en este caso, el resultado o diferencia nos viene indicado por el 10 de la semiescala de la Reglilla en lugar de por el 0. Por ejemplo: 1.234 — 822. Al tomar el 234 en la semiescala "LOG" y hacer que el 822 de la semiescala "log" coincida con él, el 10 de ésta nos queda frente al 412, que es el resultado buscado.

3,03 MULTIPLICACION.

Para multiplicar dos números por medio de la Regla, se emplea la escala (J), operando de la misma forma que para la suma se hace con la escala (F), es decir, tomando un factor en la semiescala (N) de la Regla y el otro en la semiescala (n) de la Reglilla, colocando —uno a continuación del otro— los segmentos representativos de ambos factores para obtener el resultado en la semiescala inferior (N) frente al valor del factor tomado en la semiescala superior (n).

Ejemplo: $2{,}45 \times 3 = 7{,}35$ (fig. 22).

Ejecución de la operación.—Se coloca el trazo 1 de la semiescala "n" de la Reglilla frente al 2,45 de la semiescala "N" de la Regla. Se corre el cursor hasta que su trazo vertical coincida con el 3 de la semiescala "n" de la Reglilla, y en esta posición, el mismo trazo del cursor marcará sobre la semiescala "N" de la Regla el valor del producto buscado, o sea, 7,35.

Según sea el valor de los factores, puede ocurrir que, al hacer coincidir el trazo 1 de la semiescala de la Reglilla con el primer factor tomado en la de la Regla, quede fuera de su campo o longitud el valor del segundo factor, o sea, el tomado en la semiescala de dicha Reglilla. En tal caso, el enrase o coincidencia hay que hacerlo con el extremo derecho de la semiescala "n", es decir, con el trazo 10, debiendo tener en cuenta que, cuando esto ocurra, el producto tendrá el mismo número de cifras enteras que representa la suma de la que tengan los factores, a diferencia de cuando el enrase puede hacerse con el extremo 1, en que el producto tiene una menos que dicha suma.

Sin embargo, hay una excepción que se presenta cuando el resultado puede obtenerse en las prolongaciones que tiene la escala (J), a la izquierda del 1 y derecha del 10 (apartado 2,210). Si el enrase se hizo con el extremo 1 y el resultado puede leerse dentro de las cinco divisiones en que se prolonga la escala por la derecha (por ejemplo: $26 \times 4 = 104$), el producto tiene las cifras enteras que corresponden a un enrase con el 10 (3 en el ejemplo), y al contrario, cuando se hace con el 10 y queda el resultado dentro de las divisiones prolongadas a la izquierda, el producto tiene las cifras correspondientes a los enrases hechos con el 1; por ejemplo: $8 \times 12 = 96$, es decir, dos cifras.

También puede realizarse la multiplicación tomando los dos factores y el resultado en la Reglilla. Para ello se hace coincidir uno de los factores representado en la Reglilla con un extremo —el *uno* o el *diez*— de la escala grabada en la Regla "N" y se desplazará el cursor hasta que su trazo o índice enrase con el extremo de la Reglilla —*uno* o *diez*— que queda dentro de la citada escala "N". A continuación se desplaza la Reglilla hasta que el otro factor quede indicado por el trazo del cursor, obteniéndose el resultado en la misma Reglilla por la lectura de la división que queda frente a uno de los extremos de la escala "N".

Si se trata de un producto de varios factores, se realiza primero la operación con dos de ellos y después se multiplica este producto por un tercer factor, continuando de la misma forma hasta obtener el producto total.

No obstante, cuando se trata de *tres* factores, resulta más práctico, porque se evitan movimientos de la Reglilla y cursor, emplear la escala (I) combinada con la (J).

Ejemplo: $3 \times 4 \times 6 = 72$.

Ejecución de la operación.—Valiéndose del cursor, se enrasa el primer factor tomado en la escala "N" de la Regla con el segundo factor tomado en la escala de inversos "$\frac{1}{n}$" de la Reglilla. Después se desplaza el cursor hasta que su índice marque el tercer factor tomado en la escala "n" de la Reglilla; dicho índice marca el resultado en la escala "N" de la Regla.

3,04 DIVISION.

Para dividir dos números por medio de la Regla, se emplea la escala (J) en la misma forma que la escala (F) para la operación de restar, o sea, tomando el dividendo en la semiescala "N" de la Regla y el divisor en la semiescala de la Reglilla, para determinar la diferencia de los segmentos representativos de los números propuestos.

Ejemplo: 9,85 : 2,5 = 3,94 (fig. 23).

Ejecución de la operación.—Se hace coincidir el divisor 2,5, leído en la semiescala de la Reglilla "n", con el dividendo 9,85, en la semiescala "N" de la Regla, pudiéndose entonces leer el cociente 3,94 en la semiescala de la Regla, debajo del 1 de la semiescala de la Reglilla.

Ejemplo: 7.500 : 835 = 8,98 (fig. 24).

Ejecución de la operación.—Se opera lo mismo que en el caso anterior, con la única diferencia de que el resultado lo marca el 10 de la semiescala de la Reglilla sobre la semiescala de la Regla.

El número de cifras enteras de un cociente es igual a la diferencia entre las del dividendo y las del divisor si, al operar, la Reglilla sale por la izquierda de la Regla, como en el segundo ejemplo.

El número de cifras de un cociente es igual a la diferencia de las cifras enteras de sus factores más *una*, si al operar, la Reglilla sale por la derecha de la Regla, como en el ejemplo primero.

También se pueden efectuar divisiones empleando la escala de inversos "$\frac{1}{n}$" (I), como si se tratase de una multiplicación, ya que dividir es lo mismo que multiplicar por el inverso. En el segundo ejemplo, tomaremos el dividendo 7.500 en la semiescala "N", haciéndolo coincidir con uno de los extremos de la semiescala "n" de la Reglilla —en este caso concreto, con el 1—. Se desplaza el cursor hasta que su índice marque en la escala de inversos "$\frac{1}{n}$" (I) el divisor 835, obteniéndose el cociente 8,98 por la lectura que sobre la semiescala "N" hace el trazo vertical del cursor (fig. 25).

Otra forma de efectuar la división es operando solamente con la Reglilla, siendo entonces el índice para obtener el cociente uno de los extremos —el 1 ó el 10— de la semiescala "N" de la Regla. Para ello, previamente, la semiescala "n" de la Reglilla estará colocada en su referencia de origen, o sea, coincidiendo los extremos 1 y 10 con sus simétricos de la semiescala "N" de la Regla.

Se desplazará el cursor hasta hacerle marcar, en la escala de inversos "$\frac{1}{n}$" (I), el valor del dividendo, y a continuación se desplaza la Reglilla hasta que el divisor —tomado igualmente en la escala de inversos— quede enrasado con el índice del cursor, quedando frente a uno de los extremos de la semiescala "N" el valor del cociente leído en la semiescala "n" de la Reglilla.

Ejemplo: $72 : 4 = 18$ (fig. 26).

En todos los casos anteriores, el divisor hay que tomarlo en la Reglilla, es decir, en una escala movible; pero también puede efectuarse en la misma forma que en el caso normal, invirtiendo los términos, o sea, tomando el divisor en la semiescala "N" de la Regla y el dividendo en la semiescala "n" de la Reglilla, realizando, por tanto, la operación inversa. En este caso, el resultado o cociente viene determinado por el valor que en la semiescala grabada en la Reglilla queda frente a uno de los extremos —*uno* o *diez*— de la semiescala "N". Por ejemplo, si se quiere dividir 84 por 14, se hace la operación inversa, y el resultado (6) se obtiene frente al *uno* de la semiescala "N".

Esta forma de operar resulta indispensable emplearla cuando el divisor sea la tangente de un ángulo superior a las 100 milésimas, dado que dicha escala de tangentes se encuentra en el cuerpo de la Regla, o sea, en una parte fija, siendo, por otra parte, un caso de muy frecuente empleo, como es el calcular una distancia por triangulación recta.

3,05 INVERSOS.

Se emplea la escala (I) y la (J) por simple correspondencia.

Ejemplo: $\frac{1}{8} = 0{,}125$ (fig. 27).

Ejecución de la operación.—Para encontrar el valor recíproco (o inverso) de 8 se busca dicho número en la semiescala "n" de la Reglilla con el índice del cursor y se lee directamente el recíproco, 0,125, en la escala "$\frac{1}{n}$". También puede procederse a la inversa, buscando dicho número en la escala "$\frac{1}{n}$" y leyendo el valor recíproco (o inverso), 0,125, en la escala "n" de la Reglilla.

3,06 POTENCIACION.

Para hallar los cuadrados de los números se emplean las escalas (J) y (M) por simple correspondencia de valores, como se dijo en el apartado 2,213.

Ejemplo: $47^2 = 2.209$ (fig. 28).

Ejecución de la operación.—El número 47, cuyo cuadrado queremos obtener, se busca en la semiescala "N" de la Regla, y marcándolo con el índice del cursor, se obtiene por correspondencia en la escala (M) el valor del cuadrado, observando que es un poco superior a 2.200 e inferior a 2.250, estimándose en 2.210.

Esta forma de obtener por correspondencia el valor de los cuadrados se empleará únicamente en los casos en que solamente sea suficiente un resultado menos preciso, puesto que la apreciación de cifras en la escala (M) es menor que en la escala (J).

También se puede obtener el cuadrado de un número por el método de multiplicar por sí mismo dicho número, dándose una mayor exactitud en su resultado, en razón de que la apreciación que proporciona la escala (J) es mayor que la de la escala (M). Si en el ejemplo anterior utilizamos este método, se observa que el índice del cursor está comprendido entre los valores 220 y 222; pero al no llegar a marcar el valor intermedio, por estimación se puede calcular que la cuarta cifra sea el 7, 8 ó 9. Si se tiene en cuenta que la última cifra ha de terminar en "9" (porque 7×7 son 49), se llegará a la conclusión de que la lectura correcta sería 2.209, que es el resultado exacto en este caso.

Si se tratase de hallar la tercera o mayor potencia, el procedimiento de obtenerla sería el mismo, o sea, multiplicar varias veces el número por sí mismo, empleando la escala (J). Otro procedimiento puede ser el de multiplicar el exponente por el logaritmo de la base hallado en la escala (F), y luego, marcando con el índice del cursor este producto en la escala (F), leer por correspondencia en la escala (J) el valor de la potencia buscada.

Ejemplo: $36^2 = 1.296$.

— Mantisa leída por correspondencia en la escala (F) = 556. Logaritmo de 36 = 1.556.
— Producto de 2 (exponente) por log base, empleando la escala (J) = 3.112 (estimado, sólo 3,11).
— Mantisa tomada en la escala (F) = 112.
— Valor en la escala (J) obtenido por correspondencia = 1.296 (estimado, 1.295), que, por tener cuatro cifras enteras (característica, 3), ésta será la potencia buscada.

El procedimiento para hallar la potencia de un número por correspondencia sólo es aplicable a la segunda potencia.

3,07 RADICACION.

3,071 **Primer procedimiento.**

Para hallar la raíz cuadrada de un número se emplearán las escalas (J) y (M), pero tomando el número en la escala (M) y el resultado en la escala (J); es decir, son valores que se corresponden, como ya se dijo en el apartado 2,213.

No obstante, resulta preciso aclarar que, por ser doble la escala (M), o sea, por contener dos unidades logarítmicas, cada número —desde el momento en que son cifras sucesivas, sin determinar las que pudieran ser enteras y decimales— está representado dos veces: una, en la parte izquierda de la escala (del 1 al 10), y otra, en la parte derecha (del 10 al 100), y por tanto, puede cometerse un error si el número se toma indistintamente en una u otra parte. Para evitarlo, basta aplicar la siguiente y sencilla regla: el número se tomará en la parte *izquierda* de la escala cuando el número de sus cifras enteras sea *impar*, y en la *derecha* cuando dicho número de cifras enteras sea *par*.

Ejemplo: $\sqrt{6,2} = 2,49$ (número tomado a la izquierda) (figura 29).

Ejecución de la operación.—Se lleva el índice del cursor hacia la izquierda hasta coincidir con el número 6,2 de la escala (M), y el mismo índice señalará en la escala (J) de la Regla su raíz cuadrada, en este caso el número 2,49.

Ejemplo: $\sqrt{62} = 7{,}87$ (número tomado a la derecha) (figura 30).

Ejecución de la operación.—Se lleva el índice del cursor hacia la derecha hasta coincidir con el número 62 de la escala (M), y el mismo índice señalará en la escala (J) de la Regla su raíz cuadrada, o sea, el número 7,87.

Cuando se trate de un número inferior a la unidad, aplicaremos la misma regla, con sólo tener en cuenta que si la *primera* cifra decimal *no* es *cero* —cualquiera que sea el número de cifras decimales—, se considerará como *par,* es decir, se tomará en la parte *derecha* de la escala (M). Si la *primera* cifra decimal fuese un *cero,* se considerará como *impar,* o sea, que se tomará en la parte *izquierda* de la escala (M). Si las *dos primeras* cifras fuesen *ceros,* se considerará como *par;* si *tres ceros,* como *impar,* y así sucesivamente.

3,072 **Segundo procedimiento.**

Otra manera de obtener raíces cuadradas es operando con la escala logarítmica (J) (n/N) y la de logaritmos (F) (LOG/log). Para ello se marca con el cursor el número tomado en la escala (J), leyendo por correspondencia su logaritmo en la escala (F); éste se divide por *dos* (incluso mentalmente), y a continuación se desplaza el cursor hasta que su índice señale el resultado de esta división en la escala de *logaritmos* (F). En esta posición del cursor, el índice marca en la escala (J) el resultado buscado.

Como la escala de *logaritmos* sólo proporciona las mantisas, al emplear este procedimiento debe tenerse presente el número de cifras enteras que tiene el propuesto, de forma que a la mantisa leída le precederá un *uno* si las cifras enteras es un número *par,* y un *cero,* o sea, la misma mantisa, si fuese *impar.* El número de cifras enteras de la raíz hay que deducirlo —al multiplicarla por sí empleando la misma escala (J)— teniendo en cuenta la regla dicha en el apartado 3,03 en relación con el número de cifras de un producto.

Ejemplo: $\sqrt{62}$ (número par de cifras enteras).

Ejecución de la operación.—Se desplaza el cursor hasta que su índice coincida con el número 62 de la escala (J). El mismo índice del cursor marcará en la escala (F) la mantisa de su logaritmo (792). Por ser *par* el de sus cifras enteras, se le antepone un 1, por lo que el logaritmo de 62 será 1,792, y su mitad, 896. Marcando con el índice del cursor en la escala de logaritmos (F) 896, se leerá, por correspondencia con el índice del cursor en la escala logarítmica (J), el valor 7,87, que es la raíz cuadrada buscada.

Ejemplo: $\sqrt{6{,}2}$ (número *impar* de cifras enteras).

Ejecución de la operación.—Se desplaza el cursor hasta que su índice coincida con el número 62 de la escala (J). El mismo índice del cursor señalará en la escala de logaritmos (F) la mantisa de dicho número (792). Su mitad es 396 (se toma sólo la mantisa por ser número *impar* el de las cifras enteras del número propuesto), y se desplaza el cursor hasta que su índice marque en la escala (F) el valor 396. Por correspondencia se leerá en la escala logarítmica (J) el valor 2,49, que corresponde a la raíz cuadrada buscada.

También operando de esta forma y dividiendo por tres, cuatro, etc., se obtendrá la raíz cúbica, cuarta, etc.; pero, por la escasa precisión que se obtiene, no son operaciones que entran en el campo de una Regla de Cálculo.

3,08 EMPLEO DE LA ESCALA DE SENOS (H).

Fundamentalmente, la escala (H) se emplea, combinada con la escala (J), para todo cálculo logarítmico en el que intervenga la función *seno*, pero tomando como argumento su valor *angular*, puesto que los ángulos representados en esta escala corresponden en realidad —como se dijo en el apartado 2,207— a los valores del logaritmo seno.

Por su correspondencia con las escalas (F) y (J), se pueden obtener, además, el logaritmo (mantisa) y el valor natural del seno de un ángulo, para lo cual se hará marcar al índice del cursor dicho ángulo en la escala (H), y en esta posición del cursor, el mismo índice nos proporciona, sobre la escala (F), la mantisa del logaritmo, y el valor natural, en la escala (J).

Ejemplo: sen 650^{oo}.

— Mantisa del sen $650 = 775$ (lectura estimada de las tres primeras cifras).
— Valor natural $= 0,595$ (lectura estimada).

NOTA: Puesto que la Reglilla se desplaza con respecto a la Regla, se comprende que las lecturas correspondientes sea preciso efectuarlas en las semiescalas "log" y "n"; pero basta con que la Reglilla esté colocada en sus referencias de origen (coincidencia de los extremos), para poder efectuar las lecturas mencionadas sobre las semiescalas "LOG" y "N".

En consecuencia de lo dicho, se podrán efectuar las siguientes operaciones:

3,081 Multiplicación.

Se emplean combinadamente las escalas (H) y (J); la primera, para hacer intervenir los factores expresados en valores angulares, y la segunda, para referir los resultados, lo que —dicho de otra manera— no es más que efectuar la multiplicación como se explicó en el apartado 3,03, sustituyendo la semiescala "n" de la Reglilla por la escala (H), teniendo en cuenta que, para introducir el primer factor, es preciso que la Reglilla se encuentre colocada en sus referencias de origen.

Ejemplo: sen $550^{oo} \times$ sen $400^{oo} = 0,1965$.

Ejecución de la operación.—Puesta la Reglilla en sus referencias de origen, se desplaza el cursor hasta que su índice marque uno cualquiera de los ángulos sobre la escala (H). Suponiendo que hayamos tomado el sen de 550, se desplazará a continuación la Reglilla —cuidando de que el cursor se mantenga en la posición que tiene— hasta que uno de los extremos *(uno* o *diez)* de la semiescala "n" quede enrasado con el índice del cursor, y, por último, con la Reglilla en la posición dicha, se desplaza el cursor hasta que su índice marque en la escala (H) el valor del sen de 400^{oo}, o sea, el otro ángulo. El producto viene dado en la semiescala "N" de la Regla por la marca del índice del cursor, que en este caso es de 0,1965 (lectura estimada).

El enrasar el extremo *uno* o *diez* de la Reglilla sólo tiene por objeto conseguir que el valor del segundo ángulo o factor quede dentro del campo o longitud de la escala (J).

Se comprende que la forma de operar es análoga cuando se trate de multiplicar un seno y un número, pues basta tomar éste en la escala (J) y el seno en la escala (H).

3,082 **División.**

Por analogía con lo dicho en el apartado anterior y en el 3,04, se emplean las escalas mencionadas de forma que se obtenga la diferencia entre los segmentos que representan los ángulos expresados en unidades angulares tomados en la escala (H), puesto que, por su descripción (apartado 2,208), sabemos que —en realidad— se trata del logaritmo seno de dichos ángulos.

Ejemplo: sen 700^{oo}/sen 200^{oo}.

Ejecución de la operación.—Desplazar el cursor —puesta la Reglilla en sus referencias— hasta marcar su índice el valor de 700^{oo} tomado en la escala (H). Desplazar la Reglilla —manteniendo el cursor en la indicada posición— hasta enrasar el valor de 200^{oo} (divisor) con el trazo índice del cursor, y el extremo *uno* (o el *diez,* según los casos) nos marca en la semiescala "N" de la Regla el valor del cociente, o sea, 3,25 (valor estimado) en el ejemplo propuesto.

De igual manera a lo dicho para la multiplicación, la división de un número por un seno, o inversamente, de un seno por un número, no precisa explicación alguna, por operarse análogamente al sustituir dicho número o ángulo por un número, el cual tomaremos en la semiescala "N" o "n", según sea dividendo o divisor, respectivamente.

3,083 **Cuadrado de un seno.**

Podrán seguirse dos procedimientos: el de multiplicar y el de correspondencia. El primero consiste en multiplicar por sí mismo el seno propuesto, en cuyo caso se operará como se dijo en el apartado 3,081; en el segundo basta —una vez puesta la Reglilla en sus referencias de origen— con leer en la escala (M) el valor que corresponde al hacer enrasar al índice del cursor el valor del ángulo tomado en la escala (H).

Ejemplo: sen^2 de 430^{oo}.

3,0831 *Primer procedimiento.*

Al multiplicar sen $430^{oo} \times$ sen 430^{oo}, se obtiene en la escala (J) (semiescala "N") el valor de 0,168 (valor estimado).

3,0832 *Segundo procedimiento.*

Al hacer marcar al índice del cursor —puesta la Reglilla en sus referencias de origen— el valor de 430^{oo} de la escala (H), leeremos en la escala (M) el mismo valor de 0,168 (fig. 31).

3,084 **Raíz cuadrada de un seno.**

También pueden seguirse otros dos procedimientos: el de correspondencia, empleando las escalas (H), (J) y (M), o el de dividir, empleando las escalas (H), (J) y (F).

En el primero, se ha de determinar el valor natural del seno, cosa que obtenemos por correspondencia de valores en las escalas (H) y (J), según se dijo en el apartado 3,08, y después, llevando este valor a la escala (M), estaremos en el caso de hallar la raíz cuadrada de un número, operándose como se dijo en el apartado 3,071.

Ejemplo: $\sqrt{\text{sen } 400^{oo}} = 0{,}618$ (fig. 32).

Ejecución de la operación.—Se hace marcar al índice del cursor el valor 400^{oo} en la escala (H) para leer en la semiescala "n" (o en la "N" si la Reglilla está en sus referencias de origen) el valor marcado por dicho índice, y que resulta ser de 0,3825 (estimado). Desplazando el cursor hasta marcar este valor en la escala (M), leeremos en la semiescala "N" (o en la "n" si la Reglilla está en sus referencias de origen) el valor de la raíz, o sea, 0,618 (estimado).

El segundo procedimiento es análogo al explicado en el apartado 3,072, sin más diferencia que, en lugar de determinar el logaritmo de un número, determinaremos el del logaritmo seno del ángulo propuesto. En el mismo ejemplo anterior tendremos que, al marcar el valor 400^{oo} en la escala (H), obtenemos una lectura de 583 (por exceso) en la escala (F), y por tanto, el logaritmo seno es $\bar{1}{,}583$, que, dividido por 2, resulta $\bar{1}{,}7915$. Llevada esta mantisa a la escala (F), el índice del cursor nos marca en la escala (J) el valor 618, y por tanto, la raíz buscada es 0,618.

3,085 **Suma y resta de senos.**

Estas operaciones se realizan con la escala (F) en la forma expuesta en los apartados 3,01 y 3,02, determinando previamente —de la manera que también ya se conoce— los valores naturales de los senos, ya que son estos valores los que hemos de sumar o restar.

Ejemplo: sen 600^{oo} + sen 400^{oo}, o sen 600^{oo} — sen 400^{oo}.

El valor natural de los senos obtenidos por correspondencia en las escalas (H) y (J) es: 0,555 y 0,382, respectivamente.

Resultado obtenido en la escala (F): 0,937 y 0,173, respectivamente (o bien, 0,938 y 0,172, según estimación por defecto o por exceso).

Pudiera ocurrir que, en lugar de interesarnos los resultados numéricos dichos, deseásemos saber el ángulo que, expresado en unidades angulares, tiene como valor natural del seno los resultados obtenidos. Para ello bastará llevarlos a la escala (J) y ver el valor correspondiente en la escala (H), siendo, en los ejemplos propuestos, de 1.235 milésimas para la suma (valor sólo aproximado, por la poca apreciación de esta sección en la escala) y de 177 milésimas para la resta.

OBSERVACIONES:

1.ª Cuanto se ha dicho en este apartado 3,08 y subapartados correspondientes (3,081 a 3,084) de la función *seno* es de total aplicación —como puede suponerse— al *coseno,* sin otra diferencia que operaremos con el seno del ángulo complementario, para cuya sustitución es de gran utilidad la escala (E), por contener, en su numeración inferior y a derecha e izquierda de sus trazos, las centenas de milésimas que corresponden a ángulos complementarios.

2.ª Todas las operaciones que, según acaba de explicarse, se realizan con la escala (H) para ángulos comprendidos entre las 100 y las 1.600 milésimas, se efectúan de igual manera con la escala (G) en cuanto se refiere a los ángulos en ella representados, es decir, de las 10 a las 100 milésimas, sin otra diferencia que en los valores naturales obtenidos por correspondencia en la escala (J) la primera cifra decimal será *cero,* excepto en las 10 milésimas, que también es *cero* la segunda.

3,09 EMPLEO DE LA ESCALA DE TANGENTES (L).

Lo expuesto en el apartado 3,08 sobre el empleo de la escala (H), es decir, la forma de realizar las operaciones en las que intervienen las funciones seno y coseno, es de aplicación a la escala (L), tratándose de las funciones tangente o cotangente, con sólo tener en cuenta que, por estar grabada en el cuerpo de la Regla, no es posible el desplazamiento con relación a la escala (J), y por tanto, impone unas pequeñas diferencias si los ángulos están comprendidos entre las 100 y las 1.500 milésimas. Para ángulos de 10 a 100 milésimas, o sus complementarios, se emplea, exactamente igual a como fué explicado para el seno, la escala (G).

Así, pues, podremos determinar el valor natural de la tangente y el logaritmo (mantisa) por correspondencia de valores, tomando el ángulo —si está comprendido entre las 100 y las 800 milésimas— en la escala (L), y en las escalas (J) y (F), el valor natural y el logaritmo, respectivamente. Cuando el ángulo esté comprendido entre las 800 y las 1.500 milésimas, se tomará su complementario en la misma escala (L) para leer por correspondencia en la escala de inversos (I) —siempre que la Reglilla esté en sus referencias de origen— el valor natural, el cual será necesario llevar a la escala (J) para determinar —en correspondencia con éste— sobre la escala (F) la mantisa del logaritmo, cuya característica será *cero*, a diferencia de $\bar{1}$, que sería para los ángulos de las 102 a las 799 milésimas.

Ejemplos: tag 480^{oo} (fig. 33):

— Valor natural leído en la escala (J) = 0,51 (estimado).

— Logaritmo leído en la escala (F) = $\bar{1}$,707 (estimado).

tag 1.120^{oo} [índice del cursor marcando 480 en la escala (L)]:

— Valor natural leído en la escala (I) = 1,963 (estimado).

— Logaritmo leído en la escala (F), después de llevar el valor 1,963 a la escala (J) = 0,293 (estimado).

Si se tratase de la cotangente, recordando que es la inversa de la tangente $\left(\text{cotg}\ \alpha = \dfrac{1}{\text{tag}\ \alpha}\right)$, se procederá de la misma manera, pero invirtiendo el orden de las escalas en que han de efectuarse las lecturas correspondientes; es decir, la (I) en valores de ángulo de las 100 a las 800 milésimas y la (J) para las 800 a 1.500.

Ejemplos: cotag 700^{oo} [índice del cursor marcando 700 en la escala (L)]:

— Valor natural leído en la escala (I) = 1,22 (estimado).

— Logaritmo leído en la escala (F), después de llevar este valor a la escala (J) = 0,086 (estimado).

cotag 900^{oo} [índice del cursor marcando 700 en la escala (L)]:

— Valor natural leído en la escala (J) = 0,82 (estimado).

— Logaritmo leído en (F) directamente por correspondencia $= \bar{1},914$ (estimado).

Para la multiplicación y división de tangentes (o cotangentes), dado que la escala (L) está grabada en el cuerpo de la Regla, es preciso tomar el primer valor (factor o dividendo) en dicha escala análogamente a como se explicó en los apartados 3,081 y 3,082, marcándolo con el índice del cursor, y el segundo valor (factor o divisor), en la semiescala "n" de la Reglilla, previa obtención del valor natural de la tangente (o cotangente) del ángulo dado.

Ejemplo: tag $430^{oo} \times$ tag 280^{oo}.

Ejecución de la operación.—Marcar con el índice del cursor 430 (ó 280) en la escala de tag (L). Desplazar la Reglilla hasta enrasar uno de sus extremos *(uno* o *diez)* con dicho índice.

Desplazar el cursor para marcar en la escala (L) el valor del otro ángulo y leer en la escala (J) (semiescala "N") el valor natural de la tag (en este caso, 0,282). Desplazando nuevamente el cursor para llevar este valor a la semiescala "n", el producto se obtiene por la lectura que el índice del cursor —en la última posición dicha— nos marca en la semiescala "N", o sea, 0,1267 (estimado) en el ejemplo propuesto.

Si se trata de multiplicar un número por la tangente de un ángulo, también tomaremos primeramente el factor tangente —marcándolo con el índice del cursor en la escala (L)—, y en segundo lugar, el factor que es número, tomándolo en la semiescala "n". En el caso de tener que dividir un número por la tangente de un ángulo, será preciso determinar primero el valor natural de la tangente para proceder —en la forma conocida— a dividir dos números; pero también se podrá realizar la operación inversa, o sea, dividir la tangente por el número, determinado finalmente, el inverso de este resultado, empleando las correspondientes escalas.

Después de cuanto se lleva dicho y de cuanto fué tratado en los apartados 3,083, 3,084 y 3,085 para el seno y coseno, no se cree necesaria ninguna nueva explicación para obtener los cuadrados, las raíces cuadradas y realizar sumas o restas de las funciones tangente o cotangente, estimando suficientes los siguientes ejemplos:

— $\text{tag}^2\ 400^{oo}$:

— Marcar 400 en la escala (L) de tangentes y leer, en la escala (M) de cuadrados, el valor correspondiente, estimado en 0,1715 (fig. 33).

— $\text{cotag}^2\ 400^{oo}$:

— Marcar 400 en la escala (L) de tangentes.

— Leer en la escala (I) de inversos el valor correspondiente, estimado en 2,415.

— Marcar este valor en la semiescala "N" de la logarítmica fundamental y leer, en la escala (M) de cuadrados, el valor correspondiente, estimado en 5,83 (fig. 35).

— $\sqrt{\text{tag}\ 400^{oo}}$:

— Marcar 400 en la escala (L) de tangentes.

— Leer en la escala logarítmica fundamental el valor correspondiente (valor natural), estimado en 0,414.

— Marcar 0,414 en la escala (M) de cuadrados (segunda mitad, según apartado 3,071) y leer en la escala (J) el valor correspondiente, estimado en 0,643 (fig. 36), o bien:

— Marcar 400 en la escala (L) de tangentes.

— Leer en la escala (F) de logaritmos el valor correspondiente, estimado en $\overline{1},617$ y cuya mitad es $\overline{1},808$.

— Marcar este valor (la mantisa) en la misma escala (F) y leer en la escala (J) el valor correspondiente, estimado en 0,643.

— $\sqrt{\text{cotag}\ 400^{oo}}$:

— Se opera como en el caso de la tangente, y el resultado final se lee en la escala (L) de inversos, en lugar de hacerlo en la logarítmica fundamental.

En el ejemplo puesto, resultaría: $\dfrac{1}{0,645} = 1,553$ (estimado).

3,10 EMPLEO DE LA ESCALA DE SECANTES "sec %".

Por su descripción (apartado 2,211), sabemos que, en correspondencia con la escala de tangentes (L), proporciona el valor natural de las secantes de los ángulos representados en dicha escala entre las 100 y las 800 milésimas, expresados en tantos por ciento. Por ello, el *valor natural* de la secante será un número decimal, cuya parte decimal es la lectura hecha en la escala (K), en correspondencia con el valor del ángulo dado en milésimas y tomado en la escala (L) —precedida de un *cero* en aquellas que sólo tienen una cifra—, siendo la parte entera, en todo caso, un *uno*. Así, por ejemplo, se obtendrán los siguientes valores estimados:

— secante de $175^{oo} = 1{,}015$	— secante de $570 = 1{,}18$
— secante de $300^{oo} = 1{,}045$	— secante de $650 = 1{,}245$
— secante de $422^{oo} = 1{,}0925$	— secante de $750 = 1{,}35$

En consecuencia, esta escala se emplea para calcular el valor $a - c$ (diferencia entre hipotenusa y cateto mayor) en la triangulación recta, resolviendo la fórmula $a - c = c \times (\sec \widehat{B}^{oo} - 1)$ por lo que sustituye —ampliada hasta las 800^{oo} para valor del ángulo $\widehat{B}$— a la Tabla XIII de las *Tablas de Logaritmos y Topográficas* editadas por la EATA. (Capítulo I).

Cuando el ángulo $\widehat{B}$ sea inferior a las 100 milésimas y el cálculo de la diferencia —en definitiva, de la hipotenusa— nos interese para conocer distancias de tiro, puede prescindirse de este cálculo y despreciar la diferencia entre la hipotenusa y el cateto, en razón de que, en la práctica y en general, no se comete error mayor del que supone el desvío medio de las piezas que hubieran de realizar el fuego. Sin embargo, si se desease su cálculo, puede obtenerse —con muy pequeño error práctico— tomando los valores del ángulo en la escala (G) (sen/tag) —puesta la Reglilla en sus referencias— y el correspondiente en la misma escala (K) dividido por *cien*, o sea, *cien* veces menor que el representado. Por ejemplo:

— secante 70^{oo} : $1{,}00214 = 0{,}214\ \%$, según la Regla,
y $1{,}0024 = 0{,}24\ \%$, su verdadero valor.
— secante 50^{oo} : $1{,}00114 = 0{,}114\ \%$, según la Regla,
y $1{,}0012 = 0{,}12\ \%$, su verdadero valor.

Ejemplo: Calcular el valor $a - c$ para los siguientes datos:

$\widehat{B} = 250^{oo}$; $c = 5.400$ m.

Ejecución de la operación.—Al marcar con el índice del cursor el valor de 250 en la escala (L), leemos —por estimación— en la escala (K) el valor 3,1 por 100 (valor natural de la secante = 1,031), y consiguientemente, $a - c = 5.400 \times (1{,}031 - 1) = 5.400 \times 0{,}031$; es decir, que la diferencia buscada es el 3,1 por 100 de 5.400, quedando reducido el problema, por tanto, a multiplicar $3{,}1 \times 5.400$, para lo que emplearemos la escala logarítmica (J) en la forma que ya se conoce, obteniéndose un resultado de 167 en el ejemplo propuesto.

Por regla general, nos interesará conocer el valor de "*a*", o sea, de la hipotenusa, para lo cual será preciso sumar el resultado al cateto "*c*" (en el ejemplo, $5.400 + 167 = 5.567$). Para estos casos, aun cuando se pierda algo de precisión, puede evitarse esta suma y reducir el tiempo de cálculo efectuando la operación de multiplicar el valor natural de la secante por el cateto, es decir, resolviendo la fórmula: $a = c \times \sec \widehat{B}$. En el ejemplo propuesto, tomando el factor 1,031 en la semiescala "N" de la Regla y el 5.400 en la "n" de la Reglilla, podemos dar como resultado estimado 5.570 metros, o sea, que se obtiene con una diferencia de tres metros más.

3,11 EMPLEO DE LA ESCALA "sen/cos" Y "W_t/W_1" (E).

Esta escala (E) —combinada con las (F) y (J) y en sustitución de la Tabla XIV de las *Tablas de Logaritmos y Topográficas* editadas por la EATA.— se utiliza para calcular las coordenadas de los kilómetros enteros de una *dirección de vigilancia* (DV), con las que posteriormente se traza ésta en el *plano de objetivos.* Se emplea también para determinar las *componentes del viento,* sustituyendo a los *Gráficos de Descomposición* del mismo, y por último, para facilitar el paso al primer cuadrante de la circunferencia de aquellos ángulos que, teniendo sus funciones circulares un mismo valor absoluto, corresponden a valores de ángulo comprendidos en cualquiera de los tres cuadrantes restantes, permitiendo —una vez realizada la sustitución o paso de cuadrantes— el cálculo logarítmico, empleando los valores argumentales que comprenden las escalas de las funciones circulares representadas en la Regla.

3,111 Determinación de las coordenadas de los puntos kilométricos de una DV.

Como se sabe, se obtienen calculando los incrementos de coordenadas que —con relación a los de una *pieza directriz* (PD)— corresponden a la *orientación* que tenga la DV dada, para sumarlos con su signo a las coordenadas de la PD.

Pueden seguirse dos procedimientos, siendo preciso, en todo caso, calcular el ΔX y el ΔY, que corresponden a *un* kilómetro sobre la DV o punto kilométrico *uno,* y que —como también sabemos— vienen dados, respectivamente, por las fórmulas $1.000 \times \text{sen}\ \theta$ y $1.000 \times \cos\ \theta$, que la Regla resuelve directamente al leer en la escala (J), en correspondencia con el valor de la *orientación* tomada en la escala (E) —a la izquierda para los senos y a la derecha para los cosenos—, el valor natural del seno o coseno multiplicado por 1.000; es decir, que las *tres* primeras cifras de la lectura serán enteras. El signo de estos ΔX e ΔY será el mismo que tengan el seno o coseno, o sea, positivo o negativo el primero si la numeración en la escala (E) es de color negro o rojo, e inversamente —negativo para negro y positivo para rojo— en el coseno, según se dijo en el apartado 2,205.

Una vez conocidos estos valores de los incrementos para el kilómetro *uno,* bastará multiplicarlos —empleando la misma escala (J)— por 2, 3, 4, etc., para obtener los incrementos que corresponden a los kilómetros *dos, tres, cuatro,* etcétera, de la DV si se sigue el primer procedimiento, el cual —a consecuencia de la apreciación de la escala (J) (apartado 2,210)— resulta de menor precisión y es más lento que el segundo procedimiento, que consiste en sumar o restar —según sea el signo del incremento— a las respectivas coordenadas X e Y de la PD el incremento calculado para el kilómetro *uno* y repetir la operación con los resultados sucesivos tantas veces como sea preciso para hallar las coordenadas de los kilómetros 2, 3, 4, etc.

Para estas sumas o restas sucesivas emplearemos la escala (F), efectuando primero todas las de una misma coordenada y después las de la otra, en razón de la rapidez que así se obtiene.

Ejemplo: Coordenadas de la PD: $X = 426835$;
$Y = 638420$;
$Z =$ (no interesa).

Orientación DV $= 2800^{oo}$.

$\Delta X = +383$ [valor estimado en la escala (J), en correspondencia con el 28 de la izquierda —color negro— de la escala (E)].

$\Delta Y = -924$ [valor estimado en la escala (J), en correspondencia con el 28 de la derecha —color negro—, también de la escala (E)].

3,1111 *Primer procedimiento:*

Km. 1: $\Delta X \times 1 = +383$ $X_1 = 426835 + 383 = 427218$
Km. 2: $\Delta X \times 2 = +766$ $X_2 = 426835 + 766 = 427601$
Km. 3: $\Delta X \times 3 = +1148$ $X_3 = 426835 + 1148 = 427983$
Km. 4: $\Delta X \times 4 = +1530$ $X_4 = 426835 + 1530 = 428365$
Km. 5: $\Delta X \times 5 = +1913$ $X_5 = 426835 + 1913 = 428748$
Km. 6: $\Delta X \times 6 = +2295$ $X_6 = 426835 + 2295 = 429130$
Km. 7: $\Delta X \times 7 = +2675$ $X_7 = 426835 + 2675 = 429510$
Km. 8: $\Delta X \times 8 = +3030$ $X_8 = 426835 + 3030 = 429865$

Km. 1: $\Delta Y \times 1 = -924$ $Y_1 = 638420 - 924 = 637496$
Km. 2: $\Delta Y \times 2 = -1848$ $Y_2 = 638420 - 1848 = 636572$
Km. 3: $\Delta Y \times 3 = -2775$ $Y_3 = 638420 - 2775 = 635645$
Km. 4: $\Delta Y \times 4 = -3695$ $Y_4 = 638420 - 3695 = 634725$
Km. 5: $\Delta Y \times 5 = -4620$ $Y_5 = 638420 - 4620 = 633800$
Km. 6: $\Delta Y \times 6 = -5550$ $Y_6 = 638420 - 5550 = 632870$
Km. 7: $\Delta Y \times 7 = -6470$ $Y_7 = 638420 - 6470 = 631950$
Km. 8: $\Delta Y \times 8 = -7400$ $Y_8 = 638420 - 7400 = 631020$

[Valores estimados del cálculo hecho con la Regla empleando las escalas (J) y (F).]

3,1112 *Segundo procedimiento:*

$$
\begin{array}{rrrr}
X\ = 426835 & X_5 = 428750 & Y\ = 638420 & Y_5 = 633800 \\
+\,383 & +\,383 & -\,924 & -\,924 \\
\hline
X_1 = 427218 & X_6 = 429133 & Y_1 = 637496 & Y_6 = 632876 \\
+\,383 & +\,383 & -\,924 & -\,924 \\
\hline
X_2 = 427601 & X_7 = 429516 & Y_2 = 636572 & Y_7 = 631952 \\
+\,383 & +\,383 & -\,924 & -\,924 \\
\hline
X_3 = 427984 & X_8 = 429899 & Y_3 = 635648 & Y_8 = 631028 \\
+\,383 & & -\,924 & \\
\hline
X_4 = 428367 & & Y_4 = 634724 & \\
+\,383 & & -\,924 & \\
\hline
X_5 = 428750 & & Y_5 = 633800 &
\end{array}
$$

[Realizadas las sumas o restas también con la Regla empleando la escala (F).]

3,112 **Determinación de las componentes transversal (W_t) y longitudinal (W_l) del viento.**

Para ello se hace coincidir el valor de la intensidad del viento (W), tomándolo en la semiescala "n" de la Reglilla, con uno de los extremos de la semiescala "N" de la Regla. Se desplaza a continuación el cursor hasta que su índice marque en la escala (E) el ángulo que, en centenas de milésimas, forma la *dirección del viento* (DW) y la *línea de tiro* (LT), es decir, la diferencia de *orientaciones,* tomando los valores de la *izquierda* del trazo vertical de la escala (E) para la componente *transversal* (W_t) y los de la *derecha* para los de la componente *longitudinal* (W_l), como expresa la indicación "W_t/W_l".

El trazo vertical del cursor nos marca, sobre la semiescala "n" de la Reglilla, el valor de la componente, cuyo signo será positivo cuando los valores del ángulo tomado estén numerados en color negro, y negativo cuando estén en color rojo.

Si recordamos la descripción de estas escalas (E) y (J) y la multiplicación (apartados 2,205, 2,210, 3,03 y 3,082), en realidad no hemos hecho otra cosa que multiplicar la intensidad del viento por el seno o coseno de un ángulo, precisamente el que forma el viento con la LT, o lo que es lo mismo, obtener las proyecciones de la intensidad sobre dicha LT, y en consecuencia, las componentes transversal y longitudinal del viento.

Ejemplo: Para los datos siguientes:

$$O_W = 5600^{oo};$$
$$O_{LT} = 2800^{oo},$$

y una intensidad del viento (W) de 8 metros por segundo, resulta que $O_W - O_{LT} = 5600 - 2800 = 2800^{oo}$, los valores obtenidos con la Regla son:

$$W_t = +3{,}06 \quad \text{y} \quad W_l = +7{,}4.$$

Ejecución de la operación.—El valor 8 de la intensidad del viento se toma en la semiescala "n" de la Reglilla y se hace coincidir, en este caso, con el extremo *diez* de la semiescala "N" de la Regla. A continuación se desplaza el cursor hasta que su índice enrase con el trazo vertical de la escala (E), en que, a su izquierda, figura el número 28. En esta posición del cursor, su índice marca en la semiescala "n" el valor 3,06 como componente transversal (W_t), siendo su signo positivo, por ser de color negro, el número 28. Si desplazamos el cursor hasta que enrase con el trazo vertical que tenga el valor 28 a la derecha del trazo de la escala (E), corresponde en la semiescala "n" el valor 7,4 como componente longitudinal (W_l), que también es de signo positivo por la misma razón del color en que está impreso el número 28.

3,113 **Obtención del ángulo que en el primer cuadrante tiene las funciones circulares de igual valor absoluto a las de un ángulo cuyo valor esté comprendido en cualquiera de los otros tres cuadrantes.**

Es claro que un pequeño cálculo nos permite conocerlo, puesto que basta con restar:

— de 3.200 el ángulo, cuando su valor esté comprendido entre los del segundo cuadrante (1.600 a 3.200);
— 3.200 del ángulo, cuando lo esté entre los del tercer cuadrante (3.200 a 4.800), y
— de 6.400 el ángulo, cuando sean valores que corresponden al cuarto cuadrante (4.800 a 6.400).

Sin embargo, es este cálculo el que —de una forma sencilla y una obtención más rápida— podemos evitar empleando la escala (E), mejor dicho, solamente la primera parte de la escala —la que va del 1 al 8, o sea, de las 100 a las 800 milésimas—, puesto que a partir del 8 se repiten los valores, y en esa parte tenemos representadas todas las centenas de la circunferencia, exceptuando las 16, 32, 48 y 64 —que definen cada cuadrante—, porque, en este caso, el ángulo del primer cuadrante coincide con 16 para 16 y 48 o tiene el valor *cero* para 32 y 64.

Podemos distinguir dos casos, según que el ángulo considerado tenga un número exacto de centenas de milésimas o que sea cualquiera su valor.

En el primer caso, el paso al primer cuadrante nos viene automáticamente dado con sólo leer el número de la línea inferior —que, a su vez, es también el inferior en valor— que se encuentra en la misma división (o trazo) y a un mismo lado de la centena dada. Por ejemplo, si los ángulos fueran 2.800, 3.600 y 6.000 milésimas (por consiguiente, del segundo, tercero y cuarto cuadrantes, respectivamente), tomaremos para todos, como ángulo del primer cuadrante, 400 milésimas, por ser 4 el número que en la fila inferior tienen las centenas citadas. Si fuesen 2.000, 4.400 ó 5.200 milésimas —que corresponden al mismo trazo, pero que se encuentran al otro lado que las anteriores—, sería 1.200 milésimas el ángulo que en el primer cuadrante tiene las funciones circulares de igual valor absoluto que los propuestos.

En el segundo caso, o sea, cuando los ángulos tengan valores que no son centenas exactas, es preciso emplear toda la escala y tener en cuenta que las centenas de milésimas de la escala (E) están duplicadas: unas, que crecen de izquierda a derecha, y otras, de derecha a izquierda; es decir, que tenemos una doble numeración, pudiendo emplear cualquiera de ellas. Si el valor del ángulo dado está comprendido entre los del segundo y cuarto *cuadrantes,* el ángulo en el primer cuadrante es aquel que tiene por unidades y decenas las que le faltan al dado para llegar a *cien* —diferencia que con facilidad obtendremos mentalmente—, y por centenas, la cifra que proporciona la Regla en la fila inferior de la escala (E), debajo de la centena que sigue en orden creciente a las del ángulo considerado. Si el valor del ángulo corresponde al tercer cuadrante, entonces las unidades y decenas del ángulo en el primer cuadrante son las *mismas* que las del ángulo dado, y las *centenas,* las que figuran en la fila inferior de la escala (E), debajo de las que tiene el ángulo propuesto.

Por ejemplo, si se trata de los ángulos:

— 1.940 (segundo cuadrante);
— 3.540 (tercer cuadrante);
— 5.140 (cuarto cuadrante),

corresponderá al primero y tercero, en el primer cuadrante, un ángulo de 1.260^{oo} (12 como centenas que se encuentran debajo de 20 ó 52, que son las siguientes, en orden creciente, a 19 y 51, respectivamente, y 60, que es la diferencia a 100); al segundo ángulo le corresponderá 340 (3 como centena indicada en la fila inferior, debajo de la 35, y las mismas unidades y decenas, o sea, 40).

En la práctica se hace marcar al índice del cursor en la escala (E) un valor aproximado al ángulo dado (basta con saber entre qué centenas está comprendido), con lo que se facilitan las lecturas que, según lo dicho, hay que hacer a derecha e izquierda de la posición que ocupa el índice del cursor.

3,12 EMPLEO DE LA ESCALA 1/25.000 (A).

Como cualquier otra escala gráfica, se emplea aplicándola sobre los dos puntos cuya distancia se quiere determinar, de forma que coincida el origen *cero* de la escala con el situado a la izquierda del operador. El segundo punto, el de la derecha, quedará sobre una distancia de la escala o comprendido entre dos de ellas, indicándonos su lectura —exactamente en el primer caso, o por aproximación, en el segundo— la distancia que existe entre dichos puntos.

3,13 EMPLEO DE LAS ESCALAS DE EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES ANGULARES (B), (C) y (D).

Por su descripción —apartados 2,202, 2,203 y 2,204— se comprende que para determinar las equivalencias de un valor angular cualquiera expresado en milésimas, grados sexagesimales o centesimales, basta desplazar el cursor hasta señalar, en la escala en que esté expresado, el valor del ángulo dado, y en esta posición del cursor, se leerá en las otras dos escalas el valor correspondiente, de forma tal que, si se trata de milésimas, sus valores se marcan con el trazo o índice que lleva la parte a escuadra y que se adapta al borde biselado de la armadura; si el valor del ángulo se expresara en grados, los señalan las divisiones en las escalas que, de cinco en cinco minutos, lleva el cursor —o interpolando a la estima—, haciendo que coincidan con el número de grados enteros que tenga el ángulo, siendo la fracción de grado la correspondiente a la división empleada en la marcación, excepto cuando el valor corresponda a un número exacto de grados, que en este caso los marca el índice del cursor.

Por ejemplo: Si se marcan 261^{oo}, la división correspondiente a los 40 (41 a la estima) minutos sexagesimales (escala superior del cursor) enrasa con los 14^{o}, y la de 30 (31 a la estima) minutos centesimales (escala inferior del cursor) con los 16^{g}. En consecuencia, las equivalencias serán:

$$261^{oo} = 14^{o}\ 41' = 16^{g}\ 31'.$$

Tomando los valores de la numeración en color rojo, la misma posición del cursor nos da:

$$661^{oo} = 37^{\circ}\ 11' = 41^{g}\ 31^{m} \text{ (valores estimados)}.$$

Fácil de comprender que, cuando los ángulos tengan un valor superior al medio ángulo recto —que es el máximo representado en las escalas—, las equivalencias se obtendrán determinando primero el número de medios ángulos rectos comprendidos en el valor dado para sumarles, posteriormente, las equivalencias de la fracción restante obtenida en la forma dicha.

3,14 EMPLEO DE LA ESCALA Y ABACO DEL REVERSO DE LA REGLA.

La escala ψ, el conjunto de curvas y el juego de cursores —con sus escalas e índices— que lleva la Regla en su reverso constituyen un *calculador* del *ángulo de tiro,* o bien el de la suma algebraica del ángulo de *elevación* y la *corrección complementaria,* cuando, por la diferencia de nivel entre la pieza y el objetivo, da lugar a tener en consideración dicha corrección.

Son los argumentos el ángulo de elevación (α) y el de situación (ε). El carácter de generalidad que tiene, es decir, su empleo para cualquier carga y material, se ha logrado por haber despreciado el ángulo de *reelevación,* dado que —por su pequeño valor— no tiene representación gráfica, y en consecuencia, el cálculo prácticamente no es erróneo. Si algún material tuviese un ángulo de reelevación considerable, no debe ser empleado este *calculador,* a no ser que sea suficiente un resultado solamente aproximado.

Todas las escalas y curvas están graduadas en milésimas, con la apreciación dicha en su descripción (apartado 2,3 y subapartados del mismo), correspondiendo:

— Las de la escala ψ, al ángulo de tiro.
— Las de las curvas, al ángulo de elevación, empleándose las de color negro y rojo, según que el ángulo de situación sea positivo o negativo, respectivamente.
— Las de la escala vertical del cursor principal, a ángulos de situación, cualquiera que sea su signo.
— Las de las escalas horizontales de dicho cursor, también a ángulos de situación, tomándose el valor de éste en la escala de color

negro o rojo, según sea su signo y la operación que queremos realizar [obtención de ψ o de $(\alpha \pm C_\varepsilon)$].

3,141 **Obtención de ψ.**

El cruce o coincidencia de una curva representativa de un ángulo de elevación con la división que representa —en la escala vertical del cursor— el ángulo de situación, determina sobre la escala ψ un valor igual al indicado en la fórmula que figura a la derecha de las curvas, es decir, al ángulo de tiro menos la mitad del ángulo de situación. Por consiguiente, si a este resultado sumamos la otra mitad del ángulo de situación, obtendremos el ángulo de tiro. Esta operación se realiza desplazando el cursor secundario hasta que su índice nos marque, sobre las escalas horizontales del cursor principal, el valor del ángulo de situación en la de la derecha —o de color negro— cuando se opere con las curvas de este color (ángulo de situación positivo), y en la de la izquierda —o de color rojo— cuando se opere con las curvas de color rojo (ángulo de situación negativo). El mismo índice del cursor secundario nos marca, en la escala ψ, el valor del ángulo de tiro que corresponde a los datos dados, pues hay que tener en cuenta que si bien hemos sumado o restado (suma con su signo) el mismo valor de ε, lo cierto es que —por ser mitad la escala gráfica empleada en la división de las escalas de ε con respecto a la de ψ— sólo hemos sumado o restado un valor mitad.

Ejemplo:

Datos: $\alpha = 400$; $\varepsilon = +200$; $\psi = \alpha + (\varepsilon + C_\varepsilon) = 656$
(C_ε valdrá 56^{oo}) [fig. 37].

$\alpha = 500$; $\varepsilon = -100$; $\psi = \alpha - (\varepsilon + C_\varepsilon) = 366$
(C_ε valdrá 34^{oo}) [fig. 38].

3,142 **Obtención de $\alpha + C_\varepsilon$.**

Pudiera ocurrir que en lugar de obtener el ángulo de tiro, o sea, la suma algebraica de los ángulos de elevación y situación y el valor de la corrección complementaria, interesase solamente la suma de α y C_ε, como sería el caso de que la puntería en altura no se hiciera con escuadra de nivel, sino con alza y ángulo de situación independientemente. En este caso, se realizarían las mismas operaciones, excepto la introducción de la mitad del ángulo de situación (ángulo tomado en las escalas horizontales del cursor principal), que, si éste es positivo, se marcará en la escala de negativos (color rojo), y al contrario si fuera negativo. De esta forma, el índice del cursor secundario nos marca, sobre la escala ψ, solamente el valor de $(\alpha \pm C_\varepsilon)$.

Ejemplo:

$\alpha = 400$; $\varepsilon = +200$; $\alpha + C_\varepsilon = 456$ (C_ε vale, por tanto, 56^{oo}) [fig. 39].

3,143 **Interpolaciones.**

Frecuentemente, el ángulo de elevación y el de situación tendrán valores intermedios entre los representados. Para operar sin error sensible, tendremos en cuenta que:

— La variación de 10^{oo} en la escala central vertical del cursor principal tiene una longitud de 2 mm., y por tanto, se puede apreciar a la estima hasta $2{,}5^{oo}$ en ángulos de situación sin que haya apenas variación en ψ con esta aproximación. Por ello, se puede introducir el ángulo de situación con $\pm\ 2{,}5^{oo}$ sin cometer error apreciable en el resultado.

— En las escalas horizontales del mismo cursor principal de ángulos de situación, como sus divisiones van de 2^{oo} en 2^{oo}, puede apreciarse 1^{oo} a la estima, y por tanto, sin influencia en el resultado.

— En cuanto a los ángulos de elevación, aunque van de 10^{oo} en 10^{oo}, no resulta fácil la interpolación, como anteriormente se ha dicho para los ángulos de situación, y lo que se hace entonces es operar con la curva más próxima al valor del ángulo de elevación que tengamos —bien por exceso o bien por defecto—, y al resultado obtenido sobre la escala ψ se le restará o sumará el exceso o defecto tomado para tener el verdadero valor del ángulo de tiro.

Ejemplo: Si α es 342^{oo} y $\varepsilon + 130^{oo}$, operando con la curva 340 tenemos en la escala ψ un resultado de 489, al que habrá que sumarle 2. El ángulo de tiro será, pues, de 491 milésimas.

— Para el mismo ángulo de situación y uno de elevación de 487^{oo}, al operar con la curva 490, tenemos en la escala ψ un valor de 688. Por consiguiente, al restarle 3 nos dará un ángulo de tiro de 685 milésimas.

CAPITULO IV

4 APLICACION DE LA REGLA EN LA PREPARACION DEL TIRO.

4,1 GENERALIDADES.

La preparación del *tiro* exige que por las PLM,s. de las U,s. se efectúen unas series de cálculos que necesariamente requieren un cierto tiempo, tanto mayor cuanto con más precisión hayan de ser realizados.

Es principio admitido que en ningún caso deberá retrasarse la ejecución de un tiro por falta de datos adecuadamente calculados. Como, por otra parte, la economía en el consumo, la máxima eficacia en el fuego y el garantizar la seguridad de las Fuerzas propias aconsejan disponer de datos de la mayor precisión posible, resulta necesario conjugar convenientemente la *rapidez* y la *precisión.* De aquí nace el empleo de procedimientos que tiendan a reducir el tiempo y a conseguir una suficiente precisión.

Dejando aparte los calculadores automáticos o electrónicos —que resuelven el problema de una manera perfecta—, puede decirse que en general los procedimientos gráficos y el empleo de las tablas auxiliares son más rápidos que los procedimientos basados en el cálculo o analíticos; pero para obtener un determinado grado de precisión requiere que los gráficos se construyan en escalas grandes —con el inconveniente de ser poco manejables en el campo— y que las tablas sean demasiado voluminosas y densas si queremos evitar las interpolaciones numéricas, que suponen más tiempo. Los procedimientos analíticos son más laboriosos, y si bien proporcionan una mayor precisión, también tienen el inconveniente de que cualquier error cometido no es apreciado hasta la terminación del cálculo, obligando a su repetición para subsanarlo.

La *Regla Militar de Cálculo* es —en síntesis— un procedimiento *gráfico* de resolución *analítica* que aúna las ventajas de ambos procedimientos, siempre que sus *escalas* proporcionen la suficiente precisión, como es el caso del modelo descrito. Observemos que en ángulos se obtiene —exceptuando en el *seno* y *coseno* a partir de determinados valores— la *milésima*, que es la unidad de medida de los aparatos corrientemente empleados por las Unidades, y que la variación del valor del seno y coseno —tanto más pequeña cuanto con menor precisión estén representados en las escalas sus valores angulares— permite que, en las fórmulas en que éstos intervienen, se obtengan resultados que prácticamente pueden considerarse sin error o este resultado despreciable.

Si se trata de distancias, no suelen ser superiores a los 15.000 metros en la Artillería de Campaña de mediano calibre. Dentro de esta distancia, las hay de dos órdenes: las topográficas, para el despliegue (normalmente inferiores a los 1.500 metros), y las de *tiro*, que podemos admitir comprendidas entre éstos y los citados 15 kilómetros. En el primer orden, la escala *logarítmica básica* ("n/N") da lecturas con error no superior a los 2,5 metros en los casos más desfavorables; es decir, son similares a lo que es posible representar en los documentos gráficos o canevás de empleo corriente. En el segundo orden de distancias —y también en el caso más desfavorable—, la apreciación de la escala sólo permitirá obtener resultados con error no superior a los 25 metros; mas si tenemos en cuenta que, a efectos de tiro, la *unidad de medida* (no para las dimensiones balísticas del objetivo, sino para el centrado) será el desvío medio de las piezas, también puede admitirse que tal resultado es un valor que no tiene error sensible.

Es conveniente hacer resaltar que la Regla de Cálculo es un medio auxiliar más de los que disponen los Equipos topográficos y Puestos de Tiro de las Planas Mayores de las Unidades de Artillería, que proporciona el cálculo rápido de la preparación topográfica del tiro y, además, permite comprobar —con extraordinaria rapidez— los cálculos que pudieran haberse efectuado empleando otros procedimientos.

En el presente Capítulo trataremos, pues, del empleo de la Regla para resolver algunos de los problemas que más frecuentemente se nos presentan. Estos —así como las fórmulas que los resuelven— no se detallan ni explican, por estar perfectamente determinados en los Reglamentos vigentes. Sólo se señalarán las operaciones a realizar y el orden a seguir, con sus correspondientes ejemplos.

4,2 MEDICION DE DISTANCIAS SOBRE UN PLANO.

4,21 **Medición de distancia sobre un plano en escala 1/25.000.**

En este caso, la escala gráfica 1/25.000 de la Regla permite obtener, por simple lectura directa, la medición de la distancia en la forma que ya se conoce (apartado 3,12) y con la apreciación que se dijo en el apartado 2,201.

4,22 **Medición de distancia sobre un plano a cualquier escala.**

Teniendo en cuenta que el terreno (T) es igual a la lectura (L) realizada en la escala 1/25.000 multiplicada por una fracción cuyo numerador es el denominador (M) de la escala del plano y el denominador el de la escala 1/25.000, el problema queda reducido a la resolución de la fórmula:

$$(T)\ (\text{metros}) = L \times \frac{M}{25};$$

es decir, a multiplicar dos factores, de los cuales uno de ellos es, a su vez, un cociente.

En consecuencia, emplearemos la escala *logarítmica* ("n/N") de la Regla efectuando primero la división del denominador de la escala del plano por 25 (25.000, denominador de la escala gráfica de la Regla), multiplicando después este cociente por la lectura hecha en esta escala gráfica. El resultado se leerá, como ya se sabe, en la parte inferior de la escala logarítmica fundamental (semiescala "N").

Ejemplo: Plano en 1/20.000 (fig. 40):

Lectura obtenida en la escala 1/25.000 = 4.220 metros (L).

$$T = \frac{20}{25} \times 4.220 = 3.375$$ metros (Estimado. Valor real = 3.376.)

4,3 RESOLUCION DE TRIANGULOS.

En la determinación de la distancia entre dos puntos del terreno, son datos uno de los lados del triángulo y dos ángulos. Al lado se le llama *base*, y al ángulo opuesto, *paralaje*, que o bien es medida directamente o se obtiene por la diferencia entre 3.200 milésimas (dos ángulos rectos) y la suma de los otros dos ángulos.

4,31 **Caso general.**

Cuando el triángulo es oblicuángulo, normalmente se miden los dos ángulos adyacentes a la *base*, y la distancia a determinar es uno de los otros dos lados del triángulo.

Se calcula por la fórmula:

$$D = \frac{b \times \text{sen } \widehat{D}}{\text{sen } \widehat{p}},$$

en la que:

— D es el lado o distancia que queremos hallar (en metros).

— b es la longitud de la base o lado medio (también en metros).

— $\widehat{D}$ es el ángulo opuesto al lado o distancia que queremos determinar.

— $\hat{p}$ es el ángulo opuesto a la base, o sea, la paralaje.

(Los ángulos los expresaremos en milésimas. Si fueran dados en otra unidad angular, previamente determinaríamos su equivalencia empleando las escalas que para este fin dispone la Regla.)

Resolveremos la fórmula empleando las escalas de *senos* (sen) y la *logarítmica* ("n/N"), obteniendo primero el cociente de los senos de los ángulos que son datos, multiplicándolo después por el número que expresa la longitud de la base. El resultado se leerá en la semiescala "N".

Ejemplo: $b = 825$ metros ; $\widehat{D} = 1.190^{oo}$; $\widehat{p} = 352^{oo}$ (fig. 41):

$$D = \frac{\text{sen } 1.190}{\text{sen } 352} \times 825 = 2.240 \text{ metros.}$$ (Valor estimado. El calculado por logaritmos es 2.240,8.)

Eventualmente, puede interesar calcular los *dos* lados del triángulo, y en este caso, resulta más práctico hallar primero el cociente de la *base* por el seno de la *paralaje,* ya que, al intervenir este resultado o cociente como *factor* a multiplicar por el seno de cada uno de los ángulos opuestos al lado que constituye la distancia, las operaciones a realizar con la Regla se consiguen en un menor tiempo.

4,32 **Caso particular.**

Lo constituye cuando uno de los ángulos es recto, y en consecuencia, tenemos un triángulo rectángulo. El cálculo de la distancia (uno de los catetos) se efectúa resolviendo la fórmula:

$$D = \frac{b}{\operatorname{tag} \widehat{p}},$$

para lo cual emplearemos la escala de *tangentes* (tag) y la *logarítmica* ("n/N"), realizando la correspondiente división.

Ejemplo 1.º: Base = 54 metros ; paralaje = 73°° (fig. 42):

$$D = \frac{54}{\operatorname{tag} 73} = 753 \text{ metros.}$$ (Valor estimado. Valor calculado con *tablas* = 752,2 metros.)

(Por ser un ángulo menor de 100°°, se utiliza la escala sen/tag.)

Ejemplo 2.º: Base = 334 metros ; paralaje = 278°° (fig. 43):

$$D = \frac{\operatorname{tag} 278}{334} = 1.193$$ (operación inversa —según lo explicado en el apartado 3,04— cuando se toma el *divisor* en una escala grabada en el cuerpo de la Regla, es decir, que no es desplazable). (Valor estimado leído en la semiescala "n", siendo índice el *uno* de la semiescala "N". Valor calculado con *tablas* = 1.193,25 metros.)

4,4 RADIACION.

En la determinación planimétrica de puntos por el método de *radiación* son datos:

— Las coordenadas rectangulares de un punto y las polares del punto a determinar, definidas por:

— La distancia que separa ambos puntos (D).
— La orientación de la línea que los une (θ).
— La pendiente de esta línea, expresada generalmente por el ángulo de situación (ε).

El problema comprende varias cuestiones, que consisten en:

— Determinar los incrementos de coordenadas planimétricas que resultan al proyectar sobre los respectivos ejes X e Y el punto cuyas coordenadas queremos hallar, lo que se obtiene por las fórmulas:

$$\Delta X = D \times \text{sen } \theta \text{ , y}$$

$$\Delta Y = D \times \cos \theta \text{ ,}$$

siendo su signo el que corresponde al seno o coseno, según sea el valor de la orientación (apartado 2,205).

— Determinar la diferencia de nivel o ΔZ, calculándolo por la fórmula:

$$\Delta Z = D \times \text{tag } \varepsilon \text{ .}$$

— Efectuar las sumas algebraicas de los anteriores incrementos y las coordenadas conocidas.

Todo ello se puede resolver con la Regla de Cálculo, empleando las correspondientes escalas: *logarítmica* ("n/N"), *senos* (sen), *tangentes* (tag) y *logaritmos* ("LOG-log"), obteniéndose primero los productos de la distancia (D) por el seno y coseno de la orientación (θ) y por el de la tangente del ángulo de situación (ε), para después sumar con su signo dichos resultados a las coordenadas dadas. (En la escala "LOG-log" tomaremos sólo las tres últimas cifras, ya que la suma de las unidades de millar se hará mentalmente.)

Ejemplo (fig 44):

$$\begin{array}{lll} X_A = 836.425 & \multirow{2}{*}{(a)} & \left.\begin{array}{l} \Delta X = 615 \times \text{sen } 381^{oo} = 224{,}5 \text{ metros} \\ \Delta Y = 615 \times \cos 381^{oo} = 572 \text{ metros} \\ \Delta Z = 615 \times \text{tag } 83^{oo} = 50{,}1 \text{ metros} \end{array}\right\} \textit{Todos positivos.} \\ Y_A = 791.646 & & \\ Z_A = 495 & (b) & \\ D = 615 \text{ metros} & & X_B = 836.425 + 224{,}5 = 836.649{,}5 \\ \theta = 381^{oo} & & Y_B = 791.646 + 572 = 792.218 \\ \varepsilon = +83^{oo} & & Z_B = 495 + 50{,}1 = 545{,}1 \end{array}$$

(Los resultados son los estimados. Calculados por logaritmos, en cuanto a incrementos, serían: $\Delta X = 224{,}7$; $\Delta Y = 572{,}5$, y $\Delta Z = 50{,}22$, respectivamente.)

4,5 UNIDAD DE CORRECCION LATERAL.

Para mantener los impactos en la línea de observación, cuando ésta es lateral y con un solo observatorio, se emplea —como se sabe— la *unidad de corrección lateral* (u), cuyo valor en milésimas viene determinado por la fórmula:

$$u = \frac{2\, Z_l \times \text{tag } \gamma}{D},$$

en la que:

— Z_l es la zona longitudinal del 50 por 100 (en metros).
— γ es el ángulo de observación (en milésimas).
— D es la distancia topográfica (en kilómetros).

Es, pues, una fórmula que podemos resolver con la Regla, ya que se trata de hallar un cociente cuyo dividendo es, a su vez, un producto de varios factores, uno de los cuales es la tangente de un ángulo, o bien dividir la tangente de un ángulo por un número y multiplicar el resultado por otro número. Dada la disposición de las escalas a emplear, resulta más práctico hacer la operación de esta última manera, empleándose, en cualquier caso, las escalas de *tangentes* (tag) y la *logarítmica* ("n/N").

Ejemplo (fig. 45):

$Z_1 = 56$ metros $(2\,Z_1 = 112)$;

$\gamma = 620^{oo}$;

$D = 5{,}45$ kilómetros ;

$$u = \frac{\text{tag } 620}{5{,}45} \times 112 = 14{,}3 \text{ milésimas}.$$

4,6 EQUIVALENCIA ENTRE UNIDADES ANGULARES.

Por lo dicho en el apartado 3,12, podremos determinar, por simple lectura de valores que se corresponden en las escalas de milésimas (^{oo}), de grados *sexagesimales* (^{o}) y de grados *centesimales* (^{g}), la equivalencia entre los valores de un ángulo expresado en cualquiera de dichas unidades y el que tiene en las otras dos con la precisión y forma que no es conocida.

En consecuencia, en este juego de escalas tenemos la sustitución de las Tablas VI, VII y VIII de las de *Logaritmos* y *Topográficas* publicadas por la EATA., si bien con un empleo limitado, pues aun cuando tengan la ventaja de obtenerse las equivalencias con suma rapidez, habrá que tener en cuenta el grado de precisión que se nos exige.

4,7 DETERMINACION DE DATOS TOPOGRAFICOS PARA EL TIRO.

Para determinar los datos topográficos para el tiro, que, como es sabido, comprenden:

— El ángulo de transporte (τ);
— la distancia topográfica (D), y
— el ángulo de situación (ε),

pueden seguirse varios procedimientos, empleándose unos u otros según las circunstancias especiales de cada caso en orden al tiempo disponible, a los datos que se posean, a la clase de tiro a realizar, al objetivo de que se trate y, en general, a la situación táctica.

Particularmente útil resulta el empleo de la Regla cuando la determinación de "τ" y "D" se hace por medio del plano de objetivos y la de "ε" calculando su tangente, según veremos a continuación.

4,71 **Angulo de transporte** (τ).

Son datos del problema —obtenidos del plano de objetivos— los catetos (*b* y *c*) del triángulo que forman la pieza directriz, el objetivo y la proyección de éste sobre la DV. La división del primer cateto por el segundo —empleando la escala *logarítmica* "n/N"— nos da la tangente del ángulo de transporte "τ", cuyo valor angular lo leemos en correspondencia con este cociente en la escala "tag", directamente si fuera mayor de 100^{oo} y en la escala "sen/tag" —previa colocación de la Reglilla en sus referencias— si fuera menor de las 100^{oo}.

En la práctica, y por simple estimación, podemos saber si "τ" es mayor o menor de 100^{oo}, toda vez que, aproximadamente, el resultado leído en una u otra escala es del orden de *diez* veces menor. Así, por ejemplo, serán: 110 u 11; 300 ó 31; 400 ó 42, y 600 ó 68. Sin embargo, en caso de duda, y teniendo en cuenta que, por construcción de planos de objetivos, el cateto menor es el *dividendo* y el *divisor* el cateto mayor, podremos aplicar la siguiente regla:

— Si los dos catetos tienen el *mismo* número de *cifras enteras*, el ángulo será *siempre* mayor de las 100^{oo}.
— Si el cateto menor tuviera una cifra entera menos que el cateto mayor, el ángulo será:
  — *Mayor* de 100^{oo} cuando la primera cifra de la izquierda del cateto menor sea *mayor* que la primera del cateto mayor, y *menor* de 100^{oo} cuando dicha cifra del cateto dividendo sea *menor* que la primera del cateto divisor, así como siempre que la diferencia de cifras enteras sea más de una.

En este segundo caso, de tener el cateto menor una cifra entera menos que el cateto mayor, si las primeras cifras fueran iguales, se comparará la segunda, subsistiendo la misma regla; pero mediando la circunstancia de que, cuando esto ocurra, el ángulo está próximo a las 100^{oo}, no puede cometerse error de cálculo, porque si el cociente resulta indicado por el extremo 1 de la escala "n" de la Reglilla, el ángulo vale algunas milésimas *más* de las *cien,* y si resultase indicado por el extremo 10, el ángulo es inferior —en algunas pocas milésimas— a las *cien,* no pudiéndose confundir nunca con las 700 u 800 que supondría leerlo en la escala "tag", en lugar de hacerlo en la escala "sen/tag".

Ejemplo 1.º (fig. 46):

$$b = 1.835 \text{ metros};$$

$$c = 3.950 \text{ metros};$$

$$\text{tag } \tau = \frac{1.835}{3.950} = 443 \text{ milésimas}.$$

(Intencionadamente se han puesto unos datos para que resultara mayor de 300^{oo}, a fin de que la diferencia entre la hipotenusa y el cateto "c" sea más acusada.)

Ejemplo 2.º:

$$b = 205 \text{ metros};$$

$$c = 4.320 \text{ metros};$$

$$\text{tag } \tau = \frac{205}{4.320} = 48{,}3 \text{ milésimas}.$$

4,72 **Distancia topográfica** (D).

Esta es la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por los elementos mencionados anteriormente y cuya diferencia en metros con el cateto mayor se determina empleando las escalas "sec %" y la *logarítmica* "n/N", efectuando la multiplicación del cateto "c" (cateto mayor) por el valor leído en la escala "sec %" en correspondencia con el ángulo de transporte. El resultado obtenido en la semiescala "N" es el número de metros que han de sumarse a los del cateto mayor para hallar la distancia "D" que buscamos (apartado 3,10).

Ejemplo (fig. 47):

Tomando los datos del puesto en el apartado anterior, tenemos:

$\tau = 443^{oo}$

$c = 3.950$ metros

sec % $= 10,3$

$a - e = 3.950 \times 10,3 = 407$ m.

D $= 3.950 + 407 = 4.357$ m.

(10,3 y 407 son valores estimados. Empleando *tablas* resultan ser 10,265 y 406,87, respectivamente.)

Para lograr una mayor rapidez, aun cuando se pierde algo de precisión, ya se sabe que puede calcularse directamente la distancia "D" al multiplicar el cateto por el valor natural de la *secante*.

NOTA.—Como se dijo en el apartado 3,10, cuando el ángulo de transporte es menor de 100^{oo}, resulta ser muy pequeña la diferencia entre el cateto (c) y la hipotenusa (D). Por ello, no se comete gran error en despreciarla cuando el cateto no rebasa los 5.000 metros y considerar que es del 0,4 por 100 cuando el cateto sea superior a los citados 5.000 metros y los ángulos de transporte estén comprendidos entre las 70 y 100 milésimas. En todo caso, se despreciará cuando los ángulos de transporte sean inferiores a las 70 milésimas.

4,73 Angulo de situación (ε).

Son datos la diferencia de cotas entre el objetivo y la pieza directriz (ΔZ) y la distancia topográfica (D). Estamos en el caso de calcular uno de los ángulos de un triángulo rectángulo siendo conocidos los dos catetos, y por tanto, resolveremos la fórmula:

$$\text{tag } \varepsilon = \frac{\Delta Z}{D}$$

en la forma que ya se conoce, para obtener el valor angular correspondiente.

Ejemplo (fig. 48):

$Z_{Obj.} = 785 \qquad \Delta Z = 785 - 426 = +359$

$$Z_{PD} = 426 \qquad \text{tag } \varepsilon = \frac{359}{4.357} = 0{,}0824$$

$D = 4.357 \qquad \varepsilon = +84^{oo}$ (valores estimados en la Regla).

4,8 CALCULO DE ORIENTACIONES.

Para calcular la orientación de la dirección definida por dos puntos (A y B) del terreno cuyas coordenadas rectangulares conocemos, se determina el ángulo menor (θ) que dicha dirección forma con el eje YY, aplicando la fórmula:

$$\text{tag } \theta = \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A},$$

que podremos resolver con la Regla empleando la escala *logarítmica* "n/N" para hallar el cociente y la de *tangentes* "tag" para determinar el valor del ángulo "θ". Conocido éste, y teniendo en cuenta el signo de los incrementos de coordenadas que nos determina el cuadrante en que se encuentra el punto B, podremos hallar la orientación de la dirección AB.

Los incrementos de coordenadas podrán ser obtenidos igualmente con la Regla empleando la escala "LOG/log", así como para las sumas o diferencias de ángulos, una vez conocido el cuadrante, para determinar la orientación.

Ejemplos:

$$X_A = 437.890 \;;\; X_B = 439.384 \;;\; \Delta X = +1.494 \;;$$

$$Y_A = 651.432 \;;\; Y_B = 646.714 \;;\; \Delta Y = -4.718 \;;$$

$$\text{tag } \theta = \frac{1.494}{4.718} = 312^{oo}$$ (punto "B" en el 2.° cuadrante) ;

$\theta_{AB} = 3.200 - 312 = 2.888$ (valor de "θ" con *tablas* $= 312{,}35^{oo}$) .

CAPITULO V

5 CONSEJOS PRACTICOS.

Esencialmente, la *Regla Militar de Cálculo* no difiere de cualquier otra Regla de Cálculo, por lo que tiene unos campos de aplicación muy amplios. Sin embargo, lo cierto es que este modelo ha sido proyectado con una finalidad específica, constituyendo, tanto por el personal que la ha de manejar como por la modalidad de su empleo, un caso muy peculiar.

En razón de ello, se estima conveniente difundir algunas orientaciones o consejos prácticos que probablemente resultarán de gran utilidad para el aprendizaje y el rendimiento que puede obtenerse.

5,1 APRENDIZAJE.

El manejo de la *Regla Militar de Cálculo* no requiere que lo sea por personal que cuente con un elevado grado de preparación técnica. Diremos que se puede lograr un buen *operador* o *calculador* —previamente seleccionado, en el supuesto de que tenga determinadas aptitudes—, aunque sólo posea los elementales conocimientos que se adquieren en la Enseñanza Primaria, ya que siendo su trabajo casi exclusivamente mecánico, es quizá más importante una "práctica" bien orientada que los conocimientos técnicos.

Por consiguiente, debe intentarse que el personal seleccionado conozca el manejo de la Regla sin grandes fundamentos teóricos, evitando, en cuanto sea posible, que el soldado tenga que dedicar tiempo a conocimientos que no le son, en absoluto, indispensables. Como ya se ha indicado, no debe olvidarse que fundamentalmente debe basarse la enseñanza en la "ejecución", o sea, en una enseñanza de carácter práctico.

5,11 Selección.

Partiendo, pues, de que se dispone de un personal que ha sido preseleccionado para constituir los mencionados equipos de las PLM,s. y que, por tanto, posee unos elementales conocimientos básicos para especializarlos en el manejo de la Regla, se completará la selección eligiendo a los que tengan mayor *agudeza visual*, una cierta *habilidad manual* y una mejor *percepción visual rápida.*

A este fin, existen "test" o pruebas que permiten clasificar a los individuos en cada uno de los citados aspectos con arreglo a la aptitud poseída.

5,12 Formación.

La enseñanza del futuro *operador* o *calculador* —prescindiendo de una fase previa en la que se tratará de escalas gráficas en general y de la descripción de la Regla— se realizará en tres fases de desarrollo sucesivo y netamente diferenciadas, no debiendo pasar de una a otra hasta logrado un completo dominio o preparación en la fase precedente, siendo preferible destinar a cada una el tiempo preciso antes que tratar de ganarlo simultaneándolas.

La primera fase, que denominaremos de *lecturas,* tiene por finalidad conseguir que el alumno realice lecturas en todas y cada una de las escalas con *seguridad* y *rapidez.* Ello se consigue acostumbrándole a que, teniendo en cuenta la numeración y las divisiones de cada escala, manifieste el orden de las cifras significativas que representa lo que marca el índice del cursor.

Se comenzará por lecturas exactas, es decir, aquellas en que el índice coincide con una división cualquiera, y después, colocándolo en una posición intermedia, se determinará la última cifra a la estima. Paralelamente, la simple lectura de cifras significativas se traducirá en el valor numérico que corresponda.

En la segunda fase, llamada de *enrase* y *empleo,* se practica el desplazamiento de la *Reglilla* y *cursores* hasta conseguir hacer los movimientos de forma rápida y con la debida precisión en las coincidencias. En esta misma fase se enseñará el empleo de cada escala, o sea, para qué son utilizadas y la forma de hacerlo.

Por último, en la tercera fase, que llamaremos *operativa* y que no es más que una aplicación inmediata y concreta de las dos anteriores, se practicará el desarrollo de cualquier cálculo y el manejo combinado de escalas, de tal forma que el alumno sólo se limita a realizar las operaciones que procedan al proporcionarle los oportunos datos, es decir, que opera al dictado del Director del equipo de cálculo o del que le solicite un determinado resultado.

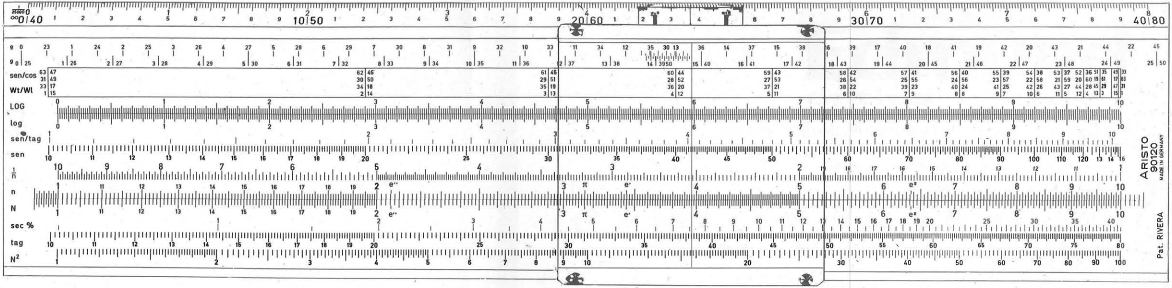
5,2 RENDIMIENTO.

Como es sabido, en las Reglas de Cálculo no queda constancia del resultado que se obtiene al efectuar un determinado cálculo, solamente testificado por la inmovilidad del cursor al final de la operación. De aquí que sea preciso registrar de alguna manera dichos resultados, no sólo por esta propia exigencia de la constancia, sino porque generalmente tendremos necesidad de utilizarlos con posterioridad.

La forma práctica de lograrlo es escribirlos en apropiados documentos (estados); mas como el *operador* tiene las dos manos ocupadas, pierde mucho tiempo si lo ha de hacer él mismo, en especial si ha de reanudar o efectuar otros cálculos. Por esto es conveniente que dicho *operador* se limite a dar en voz alta los resultados, que serán recogidos y convenientemente anotados por otro de los componentes del equipo de cálculo, constituyendo, dentro de éstos, una especie de subequipo formado por el *calculador-lector* y el *calculador-receptor,* sin que ello quiera decir que no puedan existir varios individuos instruídos en el manejo de la Regla, sino que *uno solo* —para una determinada situación, período de tiempo o trabajo— debe ser empleado como *operador-lector* en el supuesto de que la PLM. de que se trate solamente esté dotada de una Regla.

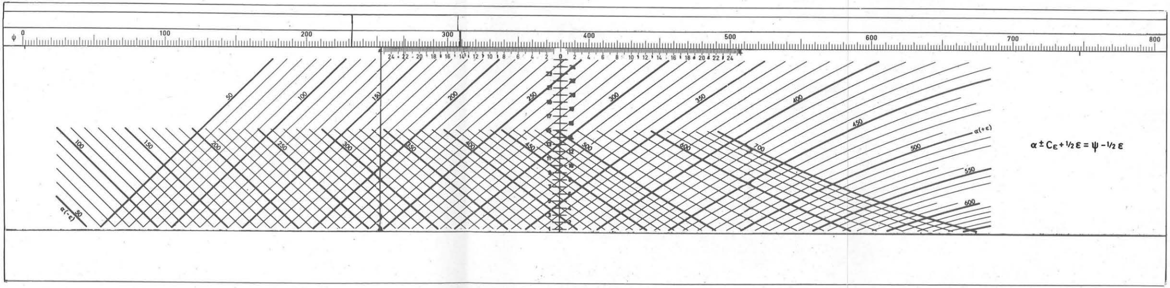
Tampoco es inconveniente —dentro de las limitaciones que impondrá la posible simultaneidad— que un solo *operador-lector* atienda distintas peticiones de cálculo, es decir, que forme parte de varios de los llamados subequipos.

Todo ello permite sacar el máximo rendimiento a la *Regla Militar de Cálculo,* cuyo empleo se caracteriza por la rapidez en la resolución de los diversos problemas de cálculo.



ANVERSO

FIGURA-1



REVERSO

FIGURA-2

ARMADURA (ANVERSO)

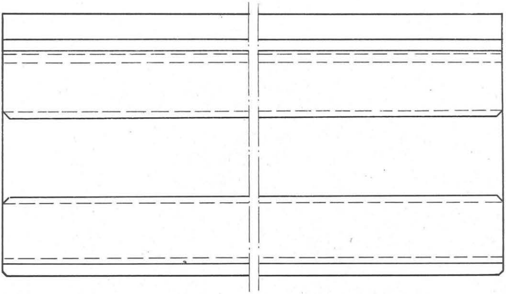


FIGURA- 3

ARMADURA(REVERSO)

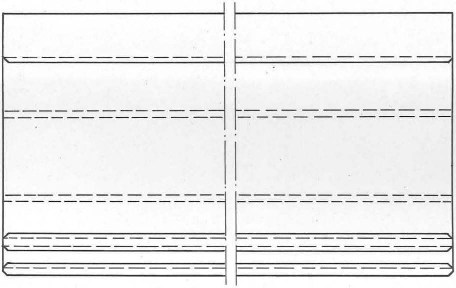


FIGURA-4

SECCION

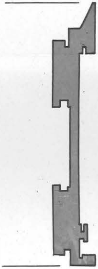


FIGURA- 5

REGLILLA

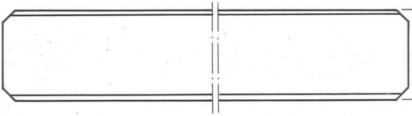
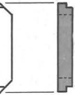


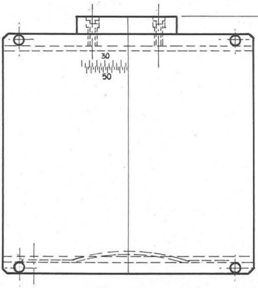
FIGURA- 6

SECCION



FIGURA= 7

CURSOR DEL ANVERSO



SECCION

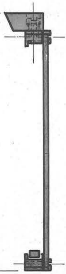
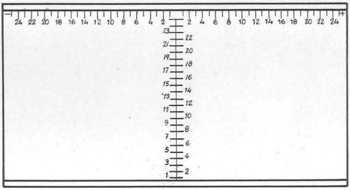


FIGURA- 8

FIGURA-9

CURSOR PRINCIPAL DEL REVERSO



SECCION

FIGURA-10

FIGURA-11

CURSOR SECUNDARIO DEL REVERSO

SECCION

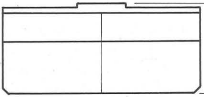
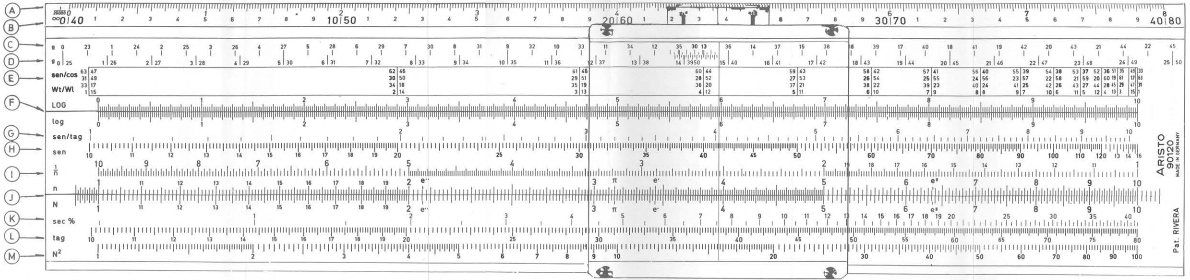


FIGURA-12

FIGURA-13



ANVERSO

FIGURA - 14

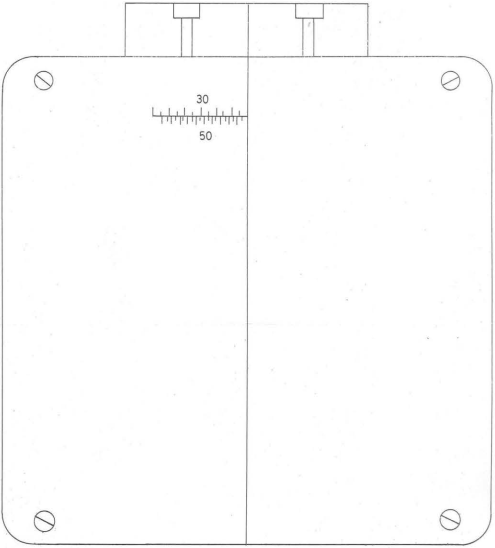
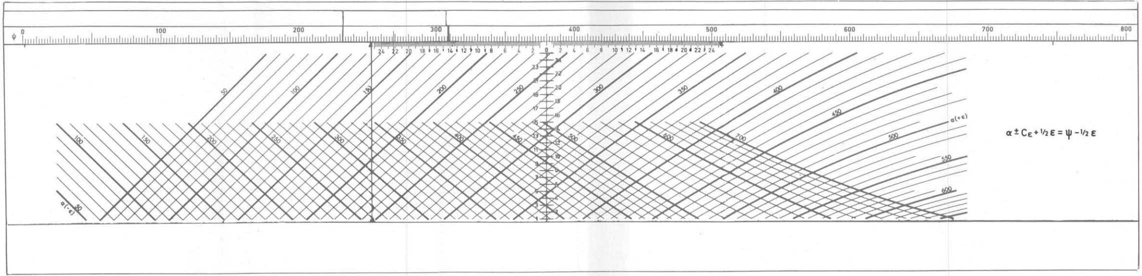


Fig. 15



REVERSO

FIGURA-16

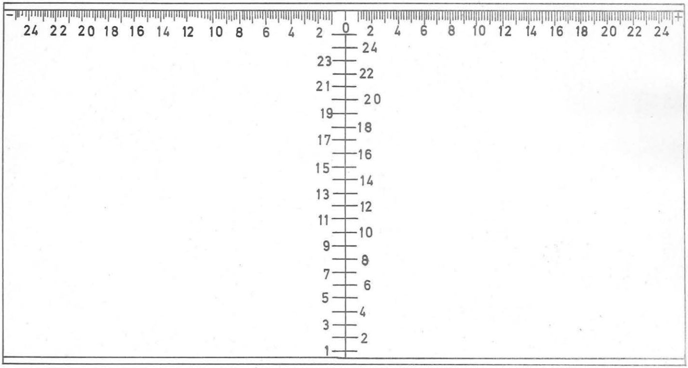

24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Fig (17)

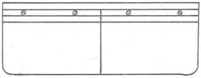


Fig (18)

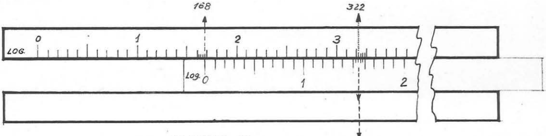


FIGURA-19

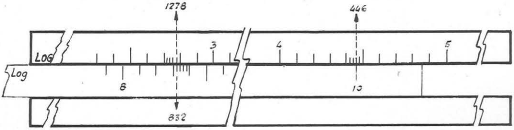


FIGURA-20

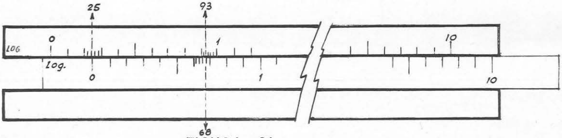


FIGURA-21

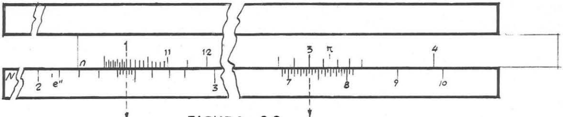


FIGURA-22

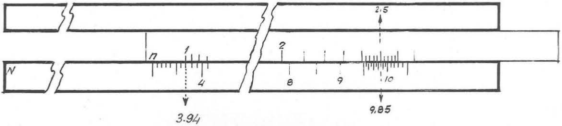


FIGURA-23

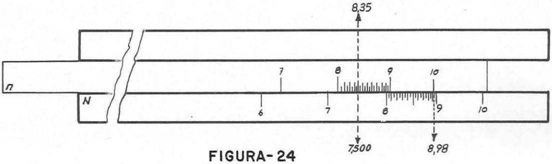


FIGURA-24

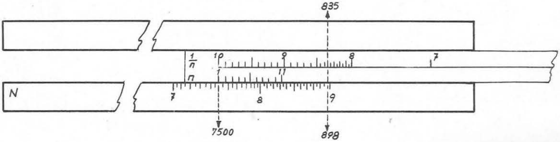


FIGURA-25

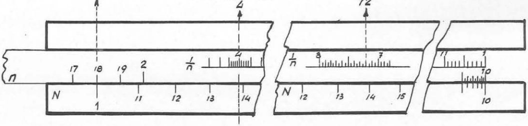


FIGURA-26

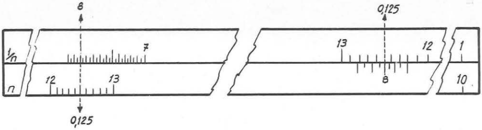


FIGURA-27

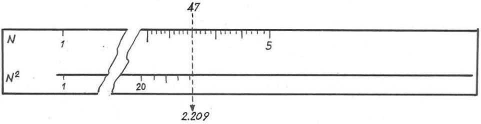


FIGURA-28

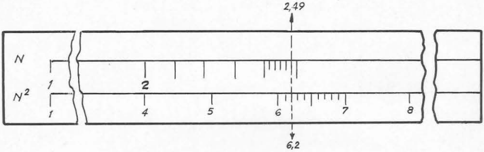


FIGURA-29

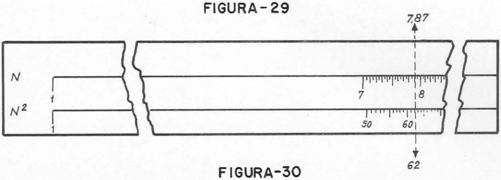


FIGURA-30

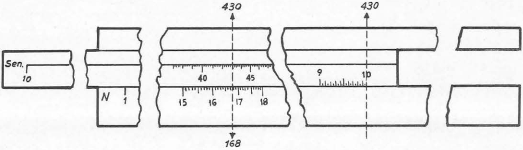


FIGURA-31

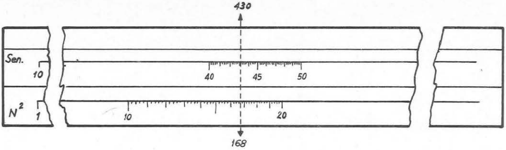


FIGURA-31 bis

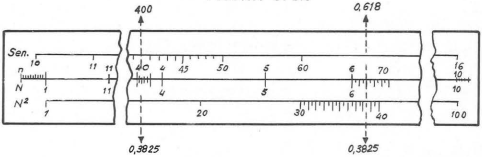


FIGURA-32

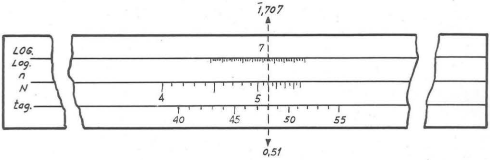


FIGURA - 33

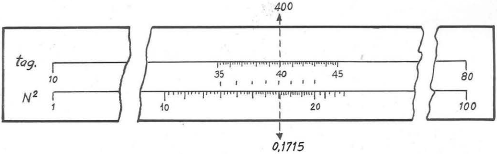


FIGURA - 34

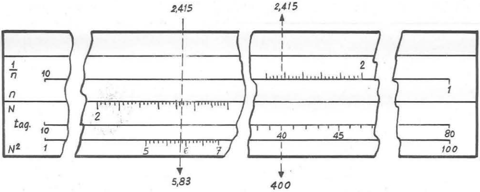


FIGURA - 35

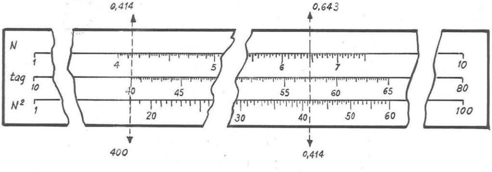


FIGURA - 36

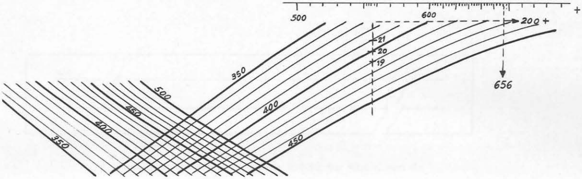


FIGURA-37

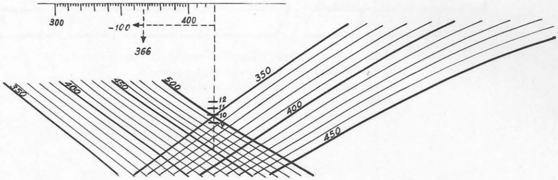


FIGURA-38

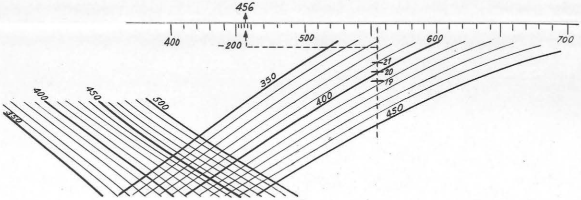


FIGURA-39

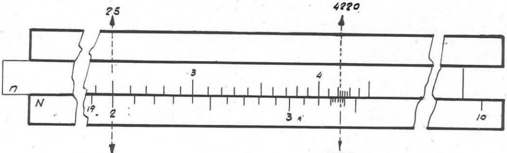
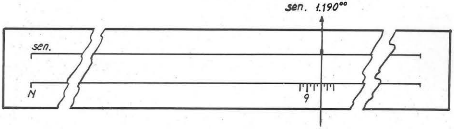
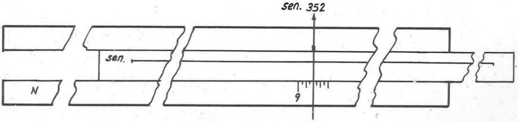


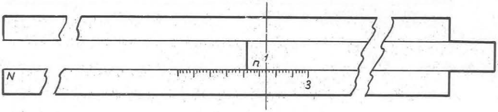
FIGURA-40



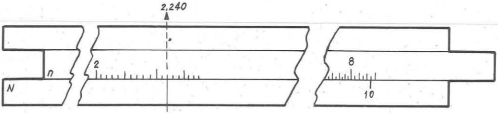
1.ª *Operación.*—Coincidir el índice del cursor con el sen de 1.190°°. Dejar fijo el cursor.



2.ª *Operación.*—Desplazar la Reglilla hasta que el trazo correspondiente al sen 352°° coincida con el índice del cursor.



3.ª *Operación.*—Sin mover la Reglilla desplazar el cursor hasta que su índice coincida con el 1 de la semiescala *n*. Dejar fijo el cursor.



4.ª *Operación.*—Desplazar la Reglilla hasta que el 10 de la semiescala N coincida con el valor 825 de la semiescala *n*, marcando el índice del cursor —que no se habrá movido— en la semiescala *n* el valor 2.240 de D.

FIGURA - 41

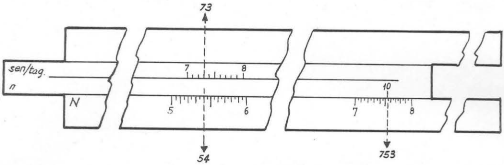


FIGURA-42

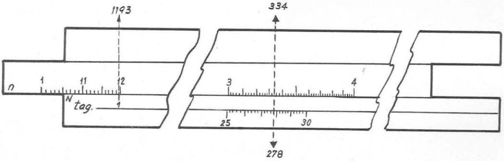


FIGURA-43

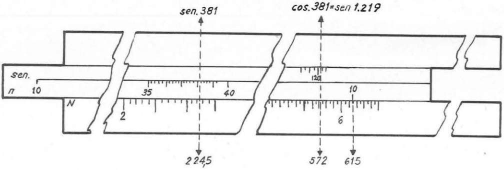


FIGURA-44 (a)

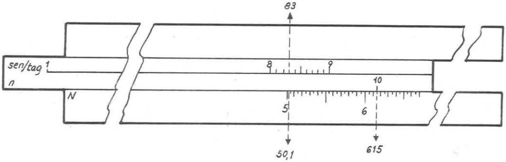
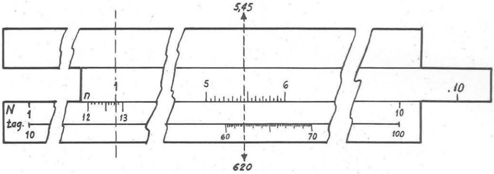
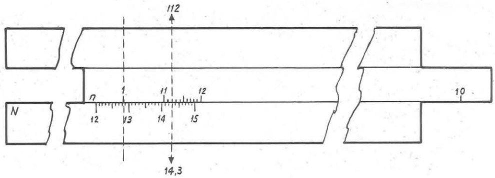


FIGURA-44 (b)



1.ª *Operación.*—Marcar con el índice del cursor el valor 620 en la escala "tag", desplazar a continuación la Reglilla hasta que el trazo correspondiente a 5,45 de la semiescala *n* coincida con el índice del cursor, quedando el trazo del 1 de la semiescala *n*, indicando en la semiescala N de la Regla el valor del cociente de esta División.



2.ª *Operación.*—Sin mover la Reglilla se desplazará el cursor hasta que coincida con el valor 112 de la semiescala *n* de la Reglilla y el mismo índice del cursor marcará en la semiescala N de la Regla el producto 14,3 valor de *u*.

FIGURA - 45

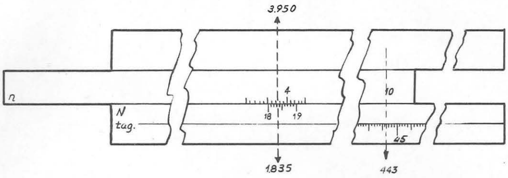


FIGURA- 46

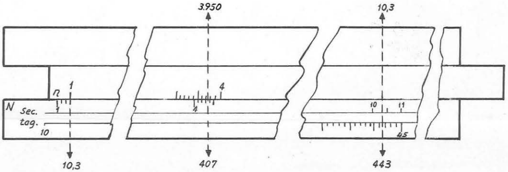


FIGURA- 47

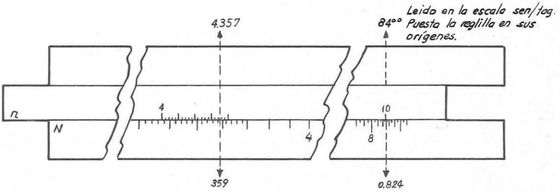


FIGURA- 48