

AGRIMENSURA

PUBLICACION OFICIAL DE LA
ASOCIACION DE AGRIMENSORES DEL URUGUAY

SUMARIO

- * **CALCULO DE AZIMUTES TOPOGRAFICOS UTILIZANDO MAQUINAS DE CALCULAR.**
Nuevo método de su cálculo. Cálculo directo de Rumbos o Angulos de tablas.
Agrim. e Ing. Civil Juan P. Jaureche.
- * **LEGISLACION SOBRE MINERIA.**
Agrim. Ever Irisity Jover.
- * **CODIGO DE MINERIA**
(Ley 10.327 de 28/1/943).
- * **I CONGRESO LATINO AMERICANO DE AGRIMENSORES en SANTA FE.**
- * **CALCULO DE MENSURA por Computadora IBM 360/44.**
- * **EXPROPIACIONES (Ley 13.899 de 6/XI/970).**
- * **LA CUOTA SOCIAL.**
- * **DIA DEL AGRIMENSOR.**
- * **APLICACION DE TIMBRES en Planos de Mensura.**



Con apuntes felices de
J. Jaureche
Montevideo junio 20/1971

Juan Pedro Jaureche,
Ingeniero Civil y Agrimensor.

CALCULO DE AZIMUTES TOPOGRAFICOS UTILIZANDO MAQUINAS DE CALCULAR NUEVO METODO DE SU CALCULO - CALCULO DIRECTO DE RUMBOS O ANGULOS DE TABLAS

Estos apuntes explican los métodos que pueden adoptarse para calcular los azimutes mediante utilización de máquinas de calcular, sean manuales o eléctricas.

Pero aprovechamos para compendiar algunas consideraciones atinentes a ellos.

CONSIDERACIONES GENERALES. En Topografía, los ejes cartesianos utilizados pueden coincidir con los que se emplean en las disciplinas matemáticas, o sinó, como los adoptan ciertos autores como Jordan, Müller, Volquardts, etc., teniendo el eje + X en el vertical superior y + Y en el horizontal derecha. Son los que se adoptan en el sistema de coordenadas Gauss-Krüger. En nuestro ambiente, se sigue adoptando los ejes cartesianos matemáticos. No sucede lo mismo, para la adopción del sentido de los giros; mientras en matemáticas puras, es positivo el anti-horario (sinistrorsum), en Topografía, se adopta por sentido de giro positivo el horario (dextrorsum).

Cuando se hace coincidir el eje vertical (+ Y) con la meridiana del vértice de origen de coordenadas O los ángulos que él forma con los lados concurrentes, medidos en el sentido positivo (horario) se denominan *ázimuts* o *ácimuts*.

Por definición AZIMUT es el ángulo horizontal que forma en un vértice la meridiana con el lado concurrente, medido en el sentido horario. El *ázimut* de una recta AB es el ángulo que gira el eje + Y, ó su paralela, hasta coincidir con dicha recta.

Gauss los llamó *ázimuts* planos para distinguirlos de los esféricos utilizados en astronomía, geodesia, etc.

Palabra que proviene del árabe (1): as-sumut, dirección del horizonte.

Por accesión, se sigue llamando *ázimut*, igualmente, cuando el eje cartesiano vertical coincide con el Norte magnético, dándole el aditivo de magnético, distinguiéndolo del primero que se denomina geográfico o astronómico o verdadero.

Algunos autores (1) en ese caso, de referencias, el N magnético, le dan el nombre de RUMBO y otros (2) como **ángulos dirigidos**, orientación, rumbos, etc. Entre nosotros, el concepto de rumbo lo reservamos para la referencia angular menor de 90° con respecto al eje Norte (+ Y) ó Sur (- Y), llamados también *ángulos de tablas*, por ser los valores con que se suele entrar en las tablas logarítmicas, o trigonométricas corrientes; a menos de utilizar tablas que den directamente sus valores para ángulos superiores a 90° (3), que hacen posible la eliminación del cálculo de los rumbos.

Por conveniencias de cálculos suele elegirse como eje de origen del ángulo **dirigido**, una dirección arbitraria, y mismo un lado de una poligonal, etc., en cuyo caso se lo denomina "ficticio" o "arbitrario". Pero nosotros, seguimos llamándolo igualmente *ázimut* con el distintivo correspondiente. Es decir, que para nosotros hay: *ázimuts* verdaderos o geográficos o astronómicos; magnéticos y ficticios o arbitrarios.

El Azimut del lado AB tiene en el vértice A un valor (AB) y en el extremo B, del lado BA le corresponde por *ázimut* (BA) = (AB) ± 180°.

Se dice que (BA) es el *ázimut* recíproco, inverso o contra-*ázimut* de A B. Este concepto tiene su frecuente aplicación en los levantamientos a brújula y en los casos de operar manteniendo la orientación del limbo horizontal, como sucede en los levantamientos taquimétricos y en ciertas poligonales.

MÉTODOS DE DETERMINACION DEL AZIMUT. VERIFICACION, ETC., ETC.

Volcquardt preconiza el "método gráfico", por el cual con la figura a la vista deduce simultáneamente ázimuts y rumbos.

Si los ángulos son internos, es decir que se ha medido en sentido negativo, dicho cálculo debe seguirse en sentido contrario, es decir positivo.

Da utilidad en casos de contarse con un gráfico y de pocas estaciones. No es expeditivo para grandes trabajos.

De la figura 1, se desprende conforme su definición:

$$Az\ 1 = Azo + T\ 1 - 180^\circ$$

$$\text{Si } Azo + T\ 1 > 180^\circ \text{ } Az\ 1 > 0$$

$$\text{Si } Azo + T\ 1 < 180^\circ \text{ } Az\ 1 < 0$$

Por convenio, los ázimuts no pueden ser negativos, y se los evita aumentando 360° : resultando en ese caso $Az\ 1 = Azo + T\ 1 - 180^\circ + 360^\circ = Azo + T\ 1 + 180^\circ$

De ahí la conocida REGLA: (4)

"El ázimut de un lado, es igual al ázimut anterior más el ángulo, más o menos 180° , según que aquella suma no alcance 180° ó alcance y pase."

Es decir que $Az_n = Az_{n-1} + T_n \pm 180^\circ$ (Form. 1).

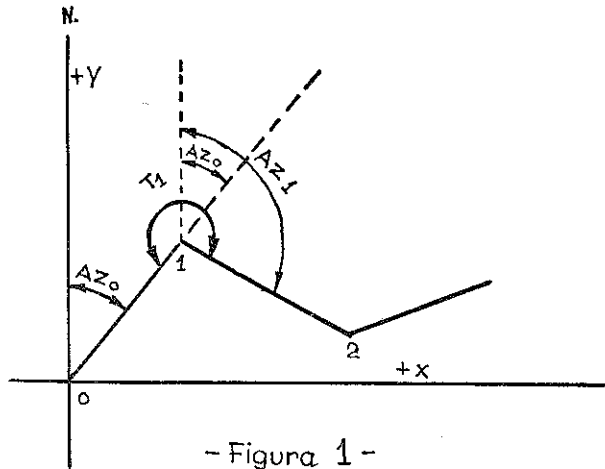
De form (1) se deduce:

$$Azo = Az\ \text{inicial} + To \pm 180^\circ$$

$$Az\ 1 = Azo + T\ 1 \pm 180^\circ$$

$$Az\ 2 = Az\ 1 + T\ 2 \pm 180^\circ$$

$$Az_n = Az_{n-1} + T_n \pm 180^\circ$$



Si la poligonal es una poligonal enlazada o vinculada a otra en vértices O y N, se tiene haciendo las sumas de las expresiones anteriores:

$$Az_n = Az\ \text{inicial} + To + T_1 + T_n \pm 180^\circ \times m.$$

Es decir: $Az\ \text{final} - Az\ \text{inicial}$, es igual a la suma de los ángulos de los vértices comprendidos más un múltiplo de 180° o de menos 180° .

Las Poligonales enlazadas, aparecen p. ejem. en poligonales generales compensadas, a la que se vincula un camino, potreros, etc., en cuyos casos la fórmula anterior, exige de considerar el cierre angular de los polígonos nuevos cerrados, pues al considerar dicha diferencia del ázimut entre la ya determinada en la poligonal general y

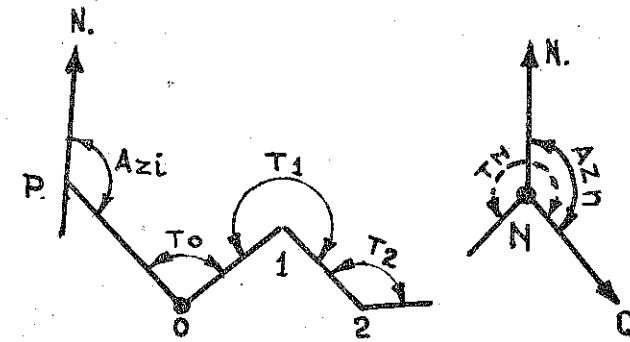


Figura 2

la que se obtiene por la nueva poligonal parcial de enlace, aparece el error cometido entre los vértices 0 a n inclusive debiéndose hacer en ellos la compensación de dicha diferencia.

Si la poligonal es cerrada se vuelve a calcular Azo a partir del último lado, es decir que la secuencia anterior termina con $Azo = Az_n + To \pm 180^\circ$ que constituye la comprobación de todos sus ázimuts: El ázimut de partida es igual al del último lado más el ángulo topográfico de dicha estación $\pm 180^\circ$.

El ázimut del primer lado se lo determina por observaciones astronómicas, referencias magnéticas, adaptación de la carta, etc., o se lo elige arbitrariamente; y los correspondientes a los lados sucesivos se determinan por aplicación de la sencilla fórmula anterior. Es decir que de un ázimut se pasa al siguiente, por aplicación de la fórmula (1), y del ángulo de la propia estación. Es el llamado **método de "proche en proche"** (5).

En una poligonal orientada el primer vértice con respecto al N astronómico, los sucesivos lados conservan la misma orientación, es decir que los ejes en cada vértice conservan su paralelismo. Si la poligonal es de cierta extensión, dicho eje forma un ángulo sensible con respecto a la nueva meridiana determinada en un vértice lejano, divergencia producida por "la convergencia de los meridianos". Es decir, que la diferencia entre el ázimut transmitido por cálculo, conservando la **orientación** y el ázimut determinado localmente, es la **convergencia de los meridianos**. Se calcula mediante la siguiente fórmula aproximada (5):

$$X = d \operatorname{sen} \operatorname{Azim.} \operatorname{tg.} (\operatorname{Latitud})$$

R

d = distancia entre el mojón de Arranque A y el local B

R = radio terrestre = 6370 Km.

Azim = Azimut en el mojón de arranque de AB.

Para Azim = 90° es decir A y B en un paralelo, d = 9.506 m.

lat. = $-34^\circ 38'$ Müller (1) encuentra para $X = -3' 1''$.

Es necesario la determinación de dicha convergencia pues los valores superan la precisión que se logra para la determinación azimutal.

Las instrucciones argentinas preconizan, en mensuras judiciales, una nueva determinación de meridiana cada 10 Km.

En un punto geográfico, el meridiano astronómico y el magnético, forman entre sí un ángulo variable que toma el nombre de declinación o variación magnética. Si el N magnético queda al E del geográfico, se dice que la declinación es oriental o N.E. cuando queda al O. la declinación es occidental o N.O., como está aconteciendo actualmente para nuestro país.

Dicha variación es secular, anual, diaria y accidental.

La diaria es del orden de los 9', alcanzando su mínimo a las 11 horas y su máximo a las 13 horas, por lo cual no conviene operar en ese intervalo de tiempo con brújulas pues se aparta del valor medio, que tendrá la restante operación.

La variación magnética viene publicada en la carta de los países, uniendo puntos geográficos de igual declinación magnética o líneas **isogónicas** y líneas lugar geométrico de regiones que tienen la misma variación anual de dicha declinación o **isopóricas**. El Observatorio Nal. de Río de Janeiro, publicó en enero del año 1935, un mapa isogónico-isopórico del Brasil, comprendiendo parte del nuestro, del cual reproducimos una fracción (6). Por medio de una variación lineal, se determina la declinación:

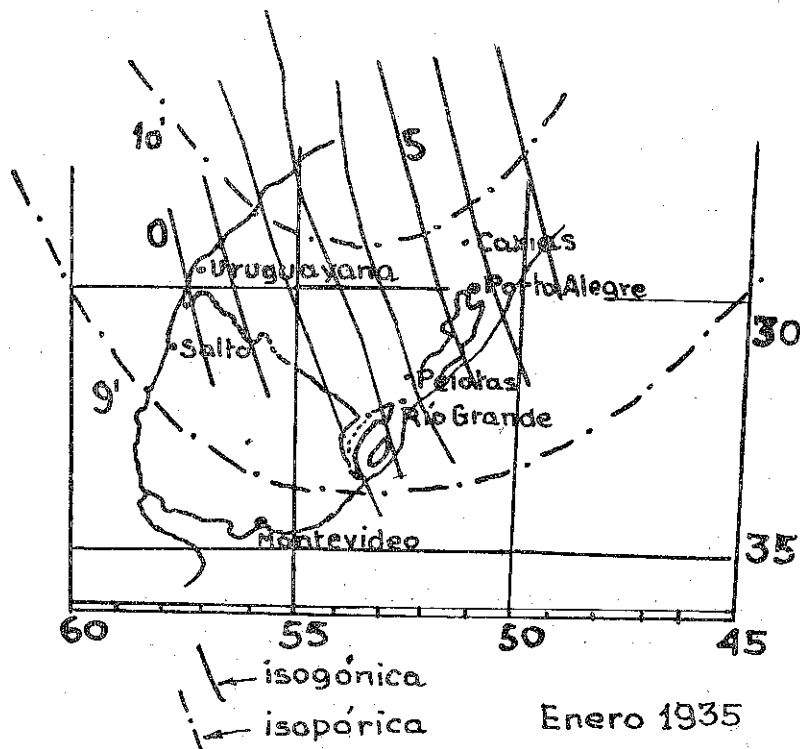
$$dt = di + v(t - 1935)$$

dt = declinación a calcular del punto geográfico ubicado por interpolación de posición en la carta; di = valor dado por la carta para 1935, por interpolación para el punto geográfico.

v = valor de la variación de declinación anual obtenida por interpolación de las isopóricas que figuran en ella.

t = año en que se busca la declinación p. ej., julio de 1951, apreciándose los meses como decimales, sería:

$$dt = di + v(1951.8 - 1935) = di + V.16,8$$



Los planos de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande dan para principios del año 1949, para el Litoral, una desviación N.Q. de 1°33' y un aumento anual de 7', es decir que actualmente corresponde aproxim. 4°07'

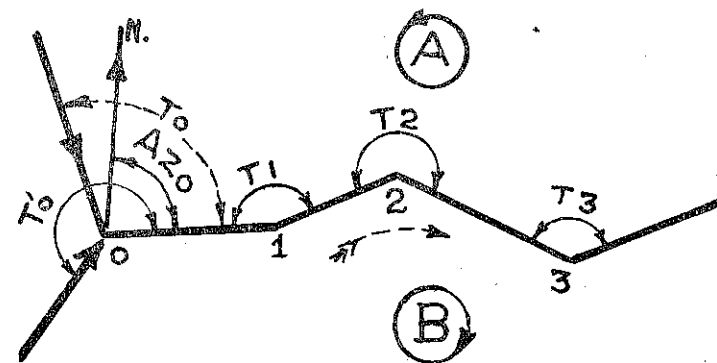
El conocimiento de dicha variación permite comparar orientaciones de líneas efec-

tuadas en épocas distintas, y debe efectuarse previamente esa corrección al utilizar orientaciones o arrumbamientos magnéticos de planos ya existentes, para orientar la nueva operación.

En nuestro medio, los teodolitos usados son universales, con graduación en sentido positivo u horario, adoptándose por norma al operar, hacer puntería inicial a la bandera de "espaldas" o de "atrás" y posteriormente a la de "frente" o de "adelante". Cuando dos semirrectas concurren a un vértice, forman entre sí dos ángulos complementarios a 360°. Según D'Ocagne (2) se define "el **ángulo topográfico** como el ángulo plano obtenido al girar el lado antecedente, en el sentido horario, para que coincida con el lado consecuente". Al usar aparatos reiteradores, como el Wild-Kern DKM2, la primera lectura se hace con el limbo puesto a cero al apuntar a la bandera de atrás, quedando leído el ángulo topográfico al hacer puntería a la de frente. Conservando esta puntería, moviendo el limbo, hasta que quede en cero (así como el micrómetro) al volver a apuntar nuevamente la bandera de atrás, se determina el complemento a 360° del topográfico. Es decir, que con un teodolito reiterador se ahorra una puntería, obteniéndose más rápidamente dos lecturas complementarias de verificación. Al disponer de estos dos valores, además, resulta muy fácil el armar poligonales, que siendo recorridas en un sentido, después, por vinculación a otras, es necesario cambiarles el sentido para cálculos. Algunos colegas, no ponen a cero la primera puntería, prefiriendo obtener el ángulo por diferencia de las dos lecturas final e inicial.

En un itinerario, tiro poligonal o simplemente poligonal, como corrientemente las llamamos nosotros, definido un sentido de recorrido, el ángulo topográfico queda a la izquierda de la misma. Si la poligonal es cerrada y el sentido elegido es el horario, los ángulos topográficos leídos son los externos al polígono considerado, el cual queda a la derecha. Si el sentido de recorrido es el anti-horario los ángulos topográficos leídos son los internos al polígono que queda a su izquierda.

Por eso se dice en el primer caso que "se deja el polígono a la derecha" y en el segundo, que "se lo deja a la izquierda". Existe entre nosotros cierta preferencia de dejar el polígono a la izquierda, midiendo ángulos internos. En realidad no hay ninguna razón para ello, ni la elección del sentido de recorrido trae ventajas en el cálculo; lo único que en las áreas extrapoligonales, hay que adoptar el signo adecuado. Elegido un sentido de recorrido en una poligonal abierta, el cálculo del ázmut de sus lados tanto sirve para el semiplano A, como para el semiplano B, es decir es un **calificativo** de los lados, y nada cambia cuando se la cierra volviendo al vértice de arranque O, sea por el A midiendo ángulos internos, como por el B midiendo externos; (fig. 4) y que uno mismo será de una u otra clase según el semiplano considerado. Algunos autores dan el valor de la fórmula (1) cuando se opera en sentido horario, pero midiendo los ángulos internos (6).



- Figura 4 -

Basta sustituir T_n por $360^\circ - I_n$ y la regla se transforma en
 $A_{zn} = A_{zn} - 1 - I_n + 180^\circ$.

También traen la fórmula para el caso de medir en lugar de ángulos, su deflexión. Consideramos que no es recomendable operar de dichas maneras.

Refiriéndonos al sentido nuevamente, diremos que la única diferencia a tener presente, al elegir uno u otro, es la verificación de los ángulos de la poligonal cerrada o cruzada.

Sabido es que la condición teórica es:

Sentido negativo — ángulos internos — $S = 180^\circ \cdot (n-2)$ o poligonales cruzadas de cortes de número par.

Sentido positivo — ángulos externos — $S = 180^\circ \cdot (n + 2)$ o poligonales cruzadas de cortes de número par.

Poligonales cruzadas de cortes de número impar — $S = 180^\circ \cdot n$. Que algunos autores (7) concretan en la siguiente fórmula: $S = 180^\circ \cdot (n - 2s)$.

$s = + 1 =$ sentido negativo — internos; cruzadas número par

$s = - 1 =$ sentido positivo — externos; cruzadas número par

$s = 0$ cruzadas impar - recorridas en sentido positivo o negativo

La elección del sentido de recorrido de una poligonal abierta o cerrada, debe determinarse por razones de economía, de ahorro de tiempo, medios de transporte, facilidad de enlace con puntos ya determinados, etc. De modo que en una misma mensura, puede haber poligonales de distinto sentido de recorrido real, y otras que por razones de cálculo, como se dijo, al efectuar éstos se debe permutar el real. Como por ejemplo, cuando se miden los poteros de una estancia, relevamientos catastrales, red de caminos, redes taquimétricas, etc.

Hemos visto el significado del azimut recíproco o inverso:

$$(AA') = (A'A) \pm 180^\circ$$

Reproducimos de Jordan (8) por la claridad de expresión:

"El doble signo $\pm 180^\circ$ significa que un giro de 360° no hace variar la posición ni el azimut de un rayo. De acuerdo con esta teoría, pueden establecerse las siguientes igualdades, extrañas e inadmisibles en los cálculos ordinarios, pero válidas tratándose de orientaciones.

$$+ 180^\circ = - 180^\circ \quad + 360^\circ = 0 \quad - 360^\circ = 0$$

No sólo se puede aumentar $+ 360^\circ$ sino un múltiplo cualquiera de $\pm 360^\circ$."

En el procedimiento de cálculo del acimut por fórmula (1), cuando se hace manualmente, exige escribir un acimut inicial por ejemplo $A_0 = 350^\circ 42'50''$, sumar el ángulo del vértice siguiente $T_1 = 180^\circ 06'40''$ dando un resultado $530^\circ 49'30''$, pues como pasa de 180° se le resta, dando por azimut de 1 = $350^\circ 49'30''$, repitiéndose este proceso para el vértice 2 y siguientes. El procedimiento, exige escribir: el azimut inicial, n ángulos compensados, n veces $- 180^\circ$ ó $+ 180^\circ$, haciendo operaciones parciales para cada vértice, con la inmediata reducción de segundos a minutos y de éstos a grados, conforme reglas aritméticas para sistema sexagesimal.

Pues bien, al hacer la resta de 180° (eventualmente $+ 180^\circ$), todos los colegas indefectiblemente, hemos venido repitiendo los valores de los segundos y minutos, sin limitarnos a escribir únicamente la diferencia de los grados, a quienes afectan en realidad.

Es un recargo de tareas, que podemos evitar, si nos acostumbramos a restar $\mp 180^\circ$ a los grados, dejando a su derecha una casilla en blanco, de manera que el azimut de una estación debe tomarse, en cuanto a los grados debajo de aquella resta y los minutos y segundos en la fila inmediata superior.

Al dejar un espacio en blanco, además del ahorro de tiempo, trae un "descanso visual". También se facilita el cálculo, si se dispone de formularios impresos con los 180° , faltando únicamente darles el signo.

Un autor, (9) al explicar un ejercicio de práctica de campo realizado, calcula "los azimuts", efectuando la resta de $\mp 180^\circ$, sin escribirlos, pero comete el defecto común a todos, de la repetición inútil de segundos y minutos.

El ideal del cálculo del procedimiento manual, es pues eliminar la escritura de $\mp 180^\circ$ y la repetición indicada.

Lo primero puede lograrse para adquirir práctica, teniéndolo gravado en un papel transparente, que se desplace debajo de cada suma de la secuencia por vértice.

La resta de 180° puede hacerse mentalmente, recurriendo a la teoría de la divisibilidad por 9, a que nos referiremos al final de estos apuntes, en Regla Práctica. Consiste en buscar el resto a 9, lo que se obtiene, conservando las unidades y sumando decenas y centenas, las que se restan de 9 si pasan. Dicha cantidad se agrega a la graduación del cuadrante opuesto, en que incidirá. Así 530° representan 80° , y como está en el segundo cuadrante incide en el cuarto, luego el azimut será $80^\circ + 270^\circ = 350^\circ$. Del mismo modo, 268°

representan 88° de azimut; 286° , representan $16^\circ + 90^\circ = 106^\circ$, ya que estaba en el cuarto e incidirá en el opuesto, es decir en el segundo.

También se facilita grandemente el cálculo de los azimuts si se dispone de una tabla, o círculo azimutal, —a cargo del lector—, que nos suministre los valores de la suma variando de 10 en 10 grados, desde 0° a 180° ; de 180° a 360° ; de 360° a 540° y de 540° a 720° ; puestos en una columna y correlativamente, en la otra los valores de los azimutes, o sean dichos valores aumentados o disminuidos de 180° . Deberán variar respectivamente, de 10 en 10 grados, desde 180° a 360° ; de 0° a 180° ; de 180° a 360° y de 0° a 180° . Esta tabla ofrece ventajas sobre todo en cifras mayores de 360° ; y además da seguridad a los resultados y los acelera.

CALCULOS POR MAQUINAS MANUALES O ELECTRICAS.

Al aplicar la fórmula (1) por medio de máquinas, se hace presente de inmediato la dificultad propia del sistema sexagesimal. Calculado o conocido el azimut inicial, al calcular el azimut del segundo lado, sistemáticamente hemos hecho siempre las operaciones necesarias, para reducir segundos y minutos conforme la regla aritmética, a valores menores de 60. La transformación, hace perder la conveniencia de cálculo, por pérdida de tiempo y posibilidad de errores en su manipuleo y transformación al proseguir la secuencia.

De ahí que se haya abandonado el cálculo a máquina y todos hemos estado haciéndolo manualmente y de "proche en proche". Ello, para grandes poligonales, exige un gran esfuerzo mental, y muchas veces realizado en malas condiciones físicas y anímicas, por el abatimiento del cansancio. Por ello, se vé obligado a repetir dos y hasta tres veces para tener plena seguridad, independiente de la prueba o comprobación que ofrece el método, de que no se han producido compensaciones fortuitas.

Para salvar dicha dificultad, dos son los procedimientos para operar con las máquinas con valores angulares: a) método del complemento a 100. Cuando los minutos o segundos de una suma pasan de 60 se suman 40, ya que $- 60 = - 100 + 40$; y la máquina adiciona una unidad al orden creciente correspondiente. Este método exige una atención del calculista en cada adición. (ver nota pág. 27).

b) Método de la adición sin reducción, es decir acumulando conjuntos de los valores complejos. Se adopta en los métodos que se expondrán, aunque, como se comprende, pueden hacerse también con el anterior.

| E | AZIMUT |
|---|--|
| 0 | 350° 42'50" |
| 1 | 180° 06'40" |
| | 530° 49'30" — 180° ----- 350° |
| 2 | 179° 59'20" |
| | 530° 48'50" — 180° ----- 350° |

Tres son los métodos a seguir para calcular azimutes por medio de máquinas:
I — Método de "proche en proche":

En los tres métodos a explicar, deberá destinarse en la máquina tres espacios para los segundos, tres para los minutos y el resto para los grados. El éxito se obtiene, dejando en una primera instancia acumularse los segundos entre sí, los minutos entre sí y los grados entre sí; es decir que no se hacen reducciones cuando las sumas correspondientes a los dos primeros conjuntos citados pasan de 60.

Apliquemos el método al ejemplo anterior, obteniendo el siguiente cuadro. Se coloca como primer sumando el Azo = 350° 042' 050" se le adiciona el ángulo T1 = 180° 006' 040" y sin "leer" ni anotar el resultado se resta (eventualmente suma) 180° 000' 000", obteniendo por azimut de 1 = 350° 048' 090", pero con la particularidad que tiene los minutos y segundos sin reducir, si pasaren de 60 respectivamente. En este paso, puede anotarse el resultado tal como marca el totalizador o mentalmente hacer la correspondiente reducción. Depende de la facilidad del calculista.

Para el azimut 2, al número anterior que se ha mantenido en el totalizador, se suma T2 = 179° 059' 020" y enseguida le restamos 180° (eventualmente + 180°) obteniendo para Az2 = 349° 107' 110"; este valor o se anota en la columna 3ª, o con él a la vista en la máquina, se anota directamente su valor reducido: 350° 048' 050".

Siguiendo el ejemplo resulta para Az3 = 270° 144' 120" reducido = 272° 26' 00", etc., etc.

| E | ANGULOS COMPENSADOS | AZIMUTES | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| | | TOTALIZADOR MAQUINA | REDUCIDOS |
| 0 | 83° 40' 00" | 350° 42' 50" | 350° 42' 50" |
| 1 | 180° 06' 40" | 350° 48' 90" | 350° 49' 30" |
| 2 | 179° 59' 20" | 349° 107' 110" | 350° 48' 50" |
| 3 | 101° 37' 10" | 270° 144' 120" | 272° 26' 00" |
| 4 | 267° 42' 10" | 357° 186' 130" | 0° 08' 10" |
| 5 | 179° 53' 20" | 356° 239' 150" | 0° 01' 30" |
| 6 | 92° 24' 20" | 268° 263' 170" | 272° 25' 50" |
| 7 | 87° 47' | 175° 310' 170" | 180° 12' 50" |
| 8 | 91° 32' | 86° 342' 170" | 91° 44' 50" |
| 9 | 180° 00' 30" | 86° 342' 200" | 91° 45' 20" |
| 10 | 86° 55' | 352° 397' 200" | 358° 40' 20" |
| 11 | 268° 22' 30" | 440° 419' 230" | 87° 02' 50" |
| S = 1793° 417' 180" | | 343° 459' 230" | 350° 42' 50" |
| S = 1800° = 180° x 10 | | | |

Az. inic.

Az. inic.

De manera que con la convención impuesta, al aplicar la fórmula (1) se puede:
 a) Anotar todos los resultados de aplicar fórmula (1) en columna 3ª para cada vértice, tal como marca el totalizador de la máquina; y en una etapa posterior, hacer sus respectivas reducciones, anotándolas en columna 4ª.

b) Anotar las reducciones de columna 4ª con los valores del azimut para cada estación, con sus valores acumulados expuestos en el totalizador. Es decir que la columna 3ª no se utiliza.

La elección de a) o b) depende del calculista. Parece más indicado y rápido el a) pues hace separación de funciones y permite una revisión más reposada de la 4ª; la 3ª columna es para operación de máquina y la 4ª terminado el uso de ella, recién se la llena. La reducción se facilita con una tablita de múltiples de 60, que aparece en otro método.

II — Método de las congruencias de los azimuts.

En su completo tratado de Topometría Urbana, el Geómetra Profesor René Danger (2) dice: "La suma siendo una operación más simple que la sustracción, queremos determinar el ángulo dirigido por medio de una suma, más bien que por una diferencia".

De la misma figura 1 surge:

$$Az_n = Az_{n-1} + T_n + 180^\circ \quad \text{fórmula (2)}$$

esta expresión se obtiene igualmente de fórmula (1), la cual no cambia si consideramos que $-180^\circ = +180^\circ$ según lo transcrito de Jordan precedentemente; o lo que equivale a sumarle 360°, que es inocuo en dirección, o un múltiplo. Dicho autor, como adopta el sistema centesimal, la fórmula (2), no le ofrece dificultad, pues cuando pasa de 400° es restable fácilmente. Tal vez por ello, no prosigue el análisis de la misma. Pero ha bastado aquella expresión, para que surgiera en mí el interés por la fórmula (2), encontrando los procedimientos de cálculos a máquinas y preferentemente los II y III, fáciles de aplicar en el sistema sexagesimal, donde ellos ofrecen más dificultades, y a cuyo sistema exclusivamente nos referiremos, dado que puede sin dificultad alguna, adaptarse lo que se expondrá, al centesimal.

El método de la congruencia del azimut, consiste en aplicar la fórmula (2) en

| E | ANGULOS COMPENSADOS | AZIMUTES | |
|----------------------|------------------------|-----------------|--------------|
| | | ACUMULADOS | REDUCIDOS |
| 0 | 83° 40' 00" | 350° 42' 50" | 350° 42' 50" |
| 1 | 180° 06' 40" | 710° 48' 90" | 350° 49' 30" |
| 2 | 179° 59' 20" | 1069° 107' 110" | 350° 48' 50" |
| 3 | 101° 37' 10" | 1350° 144' 120" | 272° 26' 00" |
| 4 | 267° 42' 10" | 1797° 186' 130" | 0° 08' 10" |
| 5 | 179° 53' 20" | 2156° 239' 150" | 0° 01' 30" |
| 6 | 92° 24' 20" | 2428° 263' 170" | 272° 25' 50" |
| 7 | 87° 47' | 2695° 310' 170" | 180° 12' 50" |
| 8 | 91° 32' | 2966° 342' 170" | 91° 44' 50" |
| 9 | 180° 00' 30" | 3326° 342' 200" | 91° 45' 20" |
| 10 | 86° 55' | 3592° 397' 200" | 358° 40' 20" |
| 11 | 268° 22' 30" | 4040° 419' 230" | 87° 02' 50" |
| S = 1793° 417' 180" | | 4303° 459' 230" | 350° 42' 50" |
| S = 1800° = 180 x 10 | | | |

| P | MULTIPLoS | |
|----|-----------|-------|
| | P. 360 | P. 60 |
| 1 | 380 | 60 |
| 2 | 720 | 120 |
| 3 | 1080 | 180 |
| 4 | 1440 | 240 |
| 5 | 1800 | 300 |
| 6 | 2160 | 360 |
| 7 | 2520 | 420 |
| 8 | 2880 | 480 |
| 9 | 3240 | 540 |
| 10 | 3600 | 600 |
| 11 | 3960 | 660 |
| 12 | 4320 | 720 |
| 13 | 4680 | 780 |
| 14 | 5040 | 840 |
| 15 | 5400 | 900 |
| 16 | 5760 | 960 |

cada vértice, pero sin efectuar la resta de 360° cuando ella pase, obteniendo en una primera etapa, valores de azimuts acumulados, es decir, que tienen uno o varios giros, pero coincidentes en posición, es decir que son valores y rectas congruentes. En una segunda etapa se los transforma, efectuando la resta de un múltiplo indeterminado de 360° hasta obtener un valor positivo menor de 360°, es decir, el llamado azimut.

Para el ejemplo anterior, aplicando el nuevo método II, surge el cuadro visto.

El azimut inicial: 350° 042' 050" se suma el ángulo 1 = 180° 006' 040" se suma siempre 180°, apareciendo en el totalizador 710° 048' 090" resultado que anotamos en la 3er. columna. A este resultado, mantenido en el totalizador, le sumamos el segundo ángulo: 179° 059' 020" y + 180° apareciendo en el totalizador 1069° 107' 110". De igual manera para el tercer ángulo aparecerá: 1350° 144' 120", que son valores acumulados del azimut, es decir valores coincidentes en posición o congruentes. Todos ellos superan a 60 en segundos y minutos y a 360° en los grados.

Se reduce los segundos y minutos por medio de una tablita de sus múltiplos de 60, obteniéndose así, grados adicionales a los que ya se obtuvo para la 3er. columna, valor final al que debe restarse un múltiplo de 360°. Hasta que resulte el menor valor positivo.

Esta resta, se facilita con la tabla para múltiplos de 360°; de la que haremos frecuente mención, por la gran utilidad que ella ofrece y consideramos, que de no contar con ella a mano, al empezar todo cálculo previamente debe restablecérsele.

En el ejemplo, al vértice 1 de valor acumulado = 710° 48' 90", al reducir se resta 360° y se reduce los segundos dando por azimut a la 4ª columna 350° 49' 30". El vértice 10, que tiene por azimut acumulado 3592° 397' 200" se reduce así: 200" = 3' + 20"; 397' + 3 = 400'; 400' = 6° + 40', 3592° + 6° = 3598° a este valor le restamos 3240° que es el menor valor más próximo de la tabla, obteniendo 358°, y corresponde colocar en la 4ª columna 358° 40' 20". Evidentemente, que los primeros cálculos con la tablita de 60 se efectúan mentalmente.

Otro modo de reducir es, después de transformar los s. y m. a m. y grados, obteniéndose el valor final acumulado, se lo escribe en la máquina restando un múltiplo de 360° hasta que aparezca el menor valor positivo o haciendo esta resta primero y después la reducción indicada.

Otro modo de reducir, para efectuar la resta de p. 360°, es dividir los grados por 360° para lograr un cociente entero, y el resto de los grados resultantes adicionado de los minutos y segundos, nos da el azimut reducido. En el ejemplo, de vértice 10: 3598° divididos por 360 da 9 y un resto de 358°.

Si Az reducido = Az Acum - p. 360°, Az acum = p. 360° + Az reducido; comparado con DIVIDENDO = Divisor x cociente + Resto, se desprende que p = entero = Azim acum y que Resto = Az reducido.

360°

Los dos primeros métodos de reducir pueden hacerse, sin necesidad de escribir los valores acumulados en la 3er. columna, pues se pueden obtener los valores de la 4ª con el totalizador a la vista como ya se dijo en el método I. Para cuando se usa la tabla no hay dificultad en proceder así: Para cuando se resta 360° x p. utilizando la máquina, como se debe volver a proseguir la secuencia a partir de determinada cifra, se la "recuerda" por el número que marca el contador de vueltas, que debe coincidir con el duplo del número de orden del vértice, si se tuvo la precaución de ponerlo en cero a dicho contador, una vez que se inscribió en el totalizador el azimut inicial.

Como se dijo en I b), la elección depende del calculista, pero consideramos que es más indicado proceder por etapas, como se vio allí, por la división de tareas.

Una pequeña ventaja se puede lograr al operar, dado que siempre hay que sumar 180° en cada vértice. Consiste en alterar el orden de colocación de 180°, pues al sumarlo en el primero, se lo mantiene en la máquina para inicialmente empezar el cálculo del segundo, etc.

Esta y otras ventajas surgen de facilidad e iniciativas de los calculistas.

Comprobaciones. Además de deducir el inicial del final, aplicado en los valores acumulados, se encuentra otra de la siguiente manera:

| | | |
|------------------------|-----------------|---------|
| Az inicial acumulado — | 4303° 459' 230" | |
| Az inicial | 350° 42' 50" | |
| Diferencia : | 3953° 417' 180" | = 3960° |
| Suma de ángulos | 1800° | |
| n x 180 = 12 x 180 | 2160° | 3960° |

Otro método de verificación se obtiene en hacer la operación en sentido regresivo: Se parte el valor final acumulado: 4040° 419' 230" se le resta T 11 = 258° 22' 30" y 180° debiéndose obtener 3592° 397' 200", etc., hasta llegar en 0 con 350° 42' 50".

III — Nuevo método simplificado: Cálculo de los azimutes por acumulación correlativa de los ángulos topográficos.

Consideramos, que el método que se expone a continuación, es original, pues a pesar de haber buscado en los principales tratados, no hemos logrado nada similar. Llamando ello la atención, dada su sencillez y la facilidad con que se le descubre.

Basta proseguir el análisis de la fórmula (2), la cual siempre se la ha aplicado al método I de "proche en proche".

Si Azn = Azn - 1 + Tn + 180° pudiendo diferir en un múltiplo de 360° sin que varíe la posición del vector o ángulo dirigido positivo mínimo, se desprende, al aplicarlo a cada vértice: Azo = Az inicial = Dato.

$$Az 1 = Az 0 + T 1 + 180° = Az inicial + T 1 + 180°.$$

$$Az 2 = Az 1 + T 2 + 180° = Azim inic + T 1 + T 2 + 360° = Azim inic + T 1 + T 2$$

$$Az 3 = Az 2 + T 3 + 180° = Azin + T 1 + T 2 + T 3 + 180°$$

$$Az 4 = Az 3 + T 4 + 180° = Azin + T 1 + T 2 + T 3 + T 4 + 360° = \\ = Azin + T 1 + T 2 + T 3 + T 4$$

De esos resultados se desprende la siguiente regla, después de convenir en designar el orden de las estaciones empezando por cero: Las estaciones de orden par, tienen por azimut acumulado la suma del azimut inicial y los ángulos topográficos comprendidos, incluso el del vértice considerado. Es decir una suma correlativa = Sn.

Las estaciones de orden impar, a dicha suma correlativa debe adicionarse 180°. Es decir que una poligonal orientada en el vértice inicial 0, con el azimut inicial Azo = Azim inicial tiene el siguiente cuadro:

Para estaciones pares, S = sumas correlativas, representa el azimut acumulado.
 Para estaciones impares, S = sumas correlativas, representa el azimut recíproco o contraazimut acumulado. Pues, debe adicionárselo de 180° para lograr el azimut acumulado. Esta adición es teórica, pues al hacer los cálculos, se la evita por un sencillo artificio, que expondremos.

Este nuevo método, elimina totalmente la consideración del término + 180°, tanto para estaciones pares como impares y se logran los azimuts acumulados utilizando el azimut inicial y la suma de ángulos, pasándose a los azimuts reducidos por un sencillo artificio, que difiere bien poco de los procedimientos ya expuestos en II. Aplicado al mismo ejemplo anterior se tiene el cuadro:

| E. | Ángulos Topográficos | | Sumas correlativas Acumuladas | | | Corrección | Azimuts Reducidos | | | |
|------------------------|----------------------|---------|-------------------------------|------|------|------------|-------------------|-----|------|------|
| | 0 | 83° | 40' 00" | 350° | 42' | | 50" | — | 350° | 42' |
| 1 | 180° | 06' 40" | 530° | 48' | 90" | + 180° | 350° | 49' | 30" | |
| 2 | 179° | 59' 20" | 709° | 107' | 110" | — | 350° | 58' | 50" | |
| 3 | 101° | 37' 10" | 810° | 144' | 120" | + 180° | 272° | 26' | 00" | |
| 4 | 267° | 42' 10" | 1077° | 186' | 130" | — | 0° | 08' | 10" | |
| 5 | 179° | 53' 20" | 1256° | 239' | 150" | + 180° | 0° | 01' | 30" | |
| 6 | 92° | 24' 20" | 1348° | 263' | 170" | — | 272° | 25' | 50" | |
| 7 | 87° | 47' | 1435° | 310' | 170" | + 180° | 180° | 12' | 50" | |
| 8 | 91° | 32' | 1526° | 342' | 170" | — | 91° | 44' | 50" | |
| 9 | 180° | 00' 30" | 1706° | 342' | 200" | + 180° | 91° | 45' | 20" | |
| 10 | 86° | 55' | 1792° | 397' | 200" | — | 358° | 40' | 20" | |
| 11 | 268° | 22' 30" | 2060° | 419' | 230" | + 180° | 87° | 02' | 50" | |
| Sa = 1793° 417' 180" | | | 2143° 459' 230" | | | — | 350° 42' 50" | | | = Ai |
| Sa = 1800° = 180° × 10 | | | | | | | | | | |

$$\begin{aligned} S^\circ \text{ acum} &= 2143^\circ 459' 230'' \\ S^\circ \text{ inicial} &= 350^\circ 42' 50'' \\ S_a \text{ áng.} &= 1793^\circ 417' 180'' \end{aligned}$$

Una comprobación de dichas sumas correlativas, surge, restando a la suma final o sea la vuelta a 0 para determinar su suma correlativa, la inicial: So — So que iguala a la suma de ángulos: Sa acum.

De manera que la tercer columna ofrece una doble comprobación: de ella misma y de la segunda, pues esta suma de ángulos se la conoce en una primera instancia de la suma de ángulos leídos, más la corrección del error de cierre angular obtenido. En una segunda instancia, con dicha resta de prueba doble.

Se obtiene la tercer columna sumando el Az inicial: 350° 042' 050" del vértice de orden 0, el ángulo siguiente o sea 1 = 180° 006' 040" anotando el resultado = 530° 048' 090"; a éste se agrega el tercer ángulo, anotando el resultado: 709° 107' 110", etc. La cuarta columna se ha inscripto para recordar que a los impares corresponde adicionar 180°, lo que se evita sencillamente.

La determinación de la 5ª columna se efectúa por iguales métodos que en el método II, es decir por medio de la tabla auxiliar de múltiplos de 360° y de 60, ó por

CUADRO PARA DETERMINACION DE AZIMUTES

| T — PARES | | T — IMPARES | |
|-----------|------|-------------|-----|
| p | 360 | 360 | 60 |
| 1 | 360 | 60 | 60 |
| 2 | 720 | 120 | 120 |
| 3 | 1080 | 180 | 180 |
| 4 | 1440 | 240 | 240 |
| 5 | 1800 | 300 | 300 |
| 6 | 2160 | 360 | 360 |
| 7 | 2520 | 420 | 420 |
| 8 | 2880 | 480 | 480 |
| 9 | 3240 | 540 | 540 |
| 10 | 3600 | 600 | 600 |
| 11 | 3960 | 660 | 660 |
| 12 | 4320 | 720 | 720 |
| 13 | 4680 | 780 | 780 |
| 14 | 5040 | 840 | 840 |
| 15 | 5400 | 900 | 900 |

Estaciones orden PAR

| E. | Ang. Topog. | SUMAS CORRELATIVAS (acumuladas) | | Correc. + 180° | AZIMUTES (reducidos) | |
|----|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| | | S 0 = Az. inicial | S 1 = Az. in. + T1 | | Az inicial (S1 + 180°) | (S2) |
| 0 | T 0 | S 0 = Az. inicial | S 1 = Az. in. + T1 | — | + 180° | (S1 + 180°) |
| 1 | T 1 | S 2 = Az. in. + T1 + T2 | S 3 = Az. in. + T1 + T2 + T3 | — | + 180° | (S2) |
| 2 | T 2 | S 3 = Az. in. + T1 + T2 + T3 | — | — | — | (S3 + 180°) |
| 3 | T 3 | — | — | — | — | (Sn — 1 + 180°) |
| n | Tn | Sn — 1 = Az. in. + T1 + ... + Tn — 1 | Sn = Az. in. + T1 + T2 + ... + Tn | — | + 180° | (Sn) |

S. áng. = So acum. = Sn + To

Comprobación So acum. = Az. in. + T1 + T2 + T3 ... + Tn + To

So = Az. in.

So acum. — So = To + T1 + T2 + ... + Tn = Suma ángulos

Estaciones orden IMPAR

medio de la máquina, pero en el nuevo método es necesario hacer una distinción para estaciones pares e impares, en ambos medios. Más adelante se verá su comprobación.

Método de reducción por la tabla.

a) Estaciones pares, se utiliza la tabla vista, ya que la suma correlativa de tercer columna representa el azimut acumulado.

Por ejemplo en el vértice 10 que tiene por suma correlativa — $S_{10} = 1792^{\circ} 397' 200''$, con la tabla, restándole 1440° que es el menor valor inmediato inferior, se obtiene por azimut reducido = $358^{\circ} 40' 20''$.

b) Estaciones impares, no es necesario adicionarle los 180° de la cuarta columna para transformar el azimut inverso congruente en el azimut directo congruente y después hacer la reducción, pues como en esas operaciones hay que restar $-p \times 360^{\circ}$ y adicionar $+180^{\circ}$, se tiene: $-p \times 360^{\circ} + 180^{\circ} = -(360^{\circ} \times p - 180^{\circ})$, es decir, que equivale a restar valores múltiples de 360° disminuidos en 180° ; o sea, que equivale a disminuir la tabla indicada para orden pares en 180° . Se obtiene así la tabla para estaciones de orden impar.

La estación 11 de suma correlativa: $2060^{\circ} 419' 230''$, para reducirlos se resta 1980° valor inmediato inferior de la nueva tabla: impares, obteniéndose por valor del azimut reducido: $87^{\circ} 02' 50''$.

De la comparación de los cuadros de los métodos II y III se desprende que en el III las cifras acumuladas, lógicamente, son menores.

Se comprende lo sencillo y útiles que resultan la aplicación de dichas tablas y deben restablecerse antes de todo cálculo de no tenerlas impresas.

Método de reducción con auxilio de la máquina.

a) Para orden par: Con la precaución ya expresada en II, de volver a cero el contador de la máquina al colocar el azimut inicial, se resta a la cifra del totalizador $p \times 360^{\circ}$ hasta que resulte una resta positiva menor de 360° o sea el azimut reducido buscado, cuyo valor se anota en la 5ª columna, después se gira la manivela en sentido contrario o sea aditivo, hasta que aparezca en el contador de vueltas el número de orden de la estación respectiva al azimut recién anotado.

Pero para uniformar el método, con el que se expresará a continuación para el orden impar, se expone una modificación a lo anterior: Restar $p \times 360^{\circ} = p \times 2 \times 180^{\circ}$ entonces sea p. par ó impar, las veces que debe restarse a la $S =$ suma correlativa, 360° , nos resultará para el orden par de las estaciones, que equivale a restar un número par de veces 180° . Por consiguiente, a la suma correlativa S se le resta 180° hasta que aparezca el menor valor positivo de la resta cuando el contador de vueltas marque una cifra par, obteniéndose el azimut reducido que se anota en la 5ª columna. Después se vuelve al número de la estación respectiva como se dijo recientemente, que nos dará la certeza que S correlativa es la que corresponde que tenga el totalizador para pasar a la otra estación.

b) Para orden impar. Como ya se vio, hay que acumularle a S , $+180^{\circ}$ y restar $p \times 360^{\circ}$, es decir $+180^{\circ} - p \cdot 360^{\circ} = +180^{\circ} - 2p \cdot 180^{\circ} = -180^{\circ} (2p-1)$.

Sea p par ó impar, el paréntesis es siempre impar, luego se obtiene el azimut reducido restando a S un múltiplo impar de 180° hasta que se obtenga un resto positivo menor de 360° , pero evidentemente el contador de vueltas marcará una cifra par, ya que se partió de una impar.

Si de la cifra que marca el totalizador correspondiente a una estación de orden impar le restamos 180° hasta que nos resulte el menor resto positivo cuando el contador de vueltas marque también, como en el caso anterior de estaciones pares, una cifra par, se obtiene el azimut reducido buscado. Dando vueltas en sentido positivo o aditivo, hasta que aparezca en el marcador el número de orden de la estación cuyo azimut hemos buscado, se puede proseguir la secuencia. Para el ejemplo de la estación 11 = $2060^{\circ} 419' 230''$ se resta 180° hasta que aparece en el totalizador 80° y en el contador aparece cero (par), graduación que adicionándole los grados provenientes de la reducción de s. y m. resulta para el azimut $87^{\circ} 02' 50''$ (5ª columna).

Tanto el método de reducción con las tablas, como el reciente expuesto con la máquina, pueden hacerse con la cifra en el totalizador a la vista, o después de haber llenado la 3ª columna como ya se dijo en el método II.

Para el método de reducción por división de 360° , ya visto en II, fácilmente adaptable al III, es imprescindible llenar la 3ª columna.

En el caso del llenado de la columna 3ª conviene calcular las reducidas por grupos de orden, es decir, por ejemplo: primero las de orden par y después las impares, etc. en uno y otro método de reducción expuesto; pues con la tabla se trabaja primero con una y después con la otra y no sucesivamente con una y otra. En cuanto a máquina, se acelera restando de 3ª columna, a las pares $p \times 360^{\circ}$, en vez de $2p \times 180^{\circ}$.

Distinción que como surge de lo ya expuesto, no corresponde hacer si es par ó impar, cuando no se escribe la 3ª y se reduce a partir del totalizador, pues entonces se resta siempre $2p \times 180^{\circ}$, dado que en ambos casos el marcador de vueltas al final debe marcar una cifra par.

Observación importante. Los métodos II y III de acumulación de azimutes o sumas correlativas, deben aplicarse por series de estaciones, limitándose a series de 12 a 15, para que las cifras no desborden la capacidad de la máquina. Debe precaverse que al pasar de serie es necesario reducir la última cifra y empezar de nuevo como si fuese un azimut inicial, para lo cual su estación respectiva deberá ser considerada 0 ó de orden par, cualquiera que sea anteriormente su orden de paridad.

Comprobación de los azimutes reducidos

Los métodos I, II y III exigen, reducir segundos, minutos y grados de los valores acumulados, motivo que puede crear errores en el llenado de las últimas columnas de los cuadros respectivos.

Esos eventuales errores quedan localizados y no son acumulables.

La repetición de dichas reducciones se impone, por control.

Una comprobación se obtiene, por la suma de las columnas 3ª y 4ª en los métodos I y II, cuyos reducidos respectivos, deben coincidir, por representar el mismo vector resultante congruente.

Para el método III, la suma de tercer columna puede coincidir con la quinta, o diferir en 180° , según la paridad de las estaciones, debido a la influencia de los términos correctivos (implícitos) de la 4ª columna.

CALCULO DIRECTO DE RUMBOS. En lugar de deducir los rumbos o ángulos de tablas (inferiores a 90° referidos a los ejes N ó S) de los azimuts previamente calculados, vamos a explicar el procedimiento para determinarlos directamente a partir de lo que hemos denominado "suma correlativa de ángulos". Es decir, que los rumbos se deducen de la columna tercera. Puede hacerse con las tablas de reducción expuestas o con la máquina; lo expondremos por medio de las primeras. Distinguiremos dos casos: estaciones de orden pares e impares.

a) estaciones pares: Como vimos $S =$ suma correlativa hallada en 3ª columna, representa el valor congruente del azimut, es decir su valor aumentado de un múltiplo de 360° .

Mediante una ojeada rápida, por medio de tabla orden par = T_p determinar el cuadrante que corresponde al azimut aproximado.

Cuadrante I. El Rumbo = Az , o sea que basta restar a S un múltiplo de 360° , resta que se efectúa por tabla par, o sea $R = S - T$ par, tomando en T par el inmediato valor inferior a S .

Cuadrante IV. El Rumbo = $360^{\circ} - Az$, o sea que basta restar a 360° el valor de S reducido o sea $R = 360^{\circ} - (S - p \times 360^{\circ}) = 360^{\circ} - S + p \times 360^{\circ} = 360^{\circ} (p+1) - S$ o sea: $R = T$ par - S . Se toma en tabla par el inmediato valor superior a S .

Cuadrante III. El rumbo es: $R = Az - 180^{\circ}$ pero $Az = S$ reducido =

$S - p \times 360^{\circ}$ o sea $R = S - p \times 360^{\circ} - 180^{\circ}$

$S - (p \times 360^{\circ} + 180^{\circ}) = S - T$ impar

$R = S - T$ impar

Se toma en T impar el inmediato valor inferior a S .

Cuadrante II. El rumbo es $R = 180^\circ - \text{Az } S \text{ reducido} = \text{Az} = S - p \times 360^\circ$
o sea $R = 180^\circ - S + p \times 360^\circ = (180^\circ + p \times 360^\circ) - S = T \text{ impar} - S$
 $R = T \text{ impar} - S$.

Resumiendo, para orden par: Cuadrantes al N (I y IV) corresponde trabajar con tabla par.

Cuadrantes al Sur (II y III) corresponde trabajar con tabla impar.
b) **estaciones impares.** Como vimos, $S =$ suma correlativa hallada en 3ª columna, representa el valor congruente del contra azimut o recíproco o inverso. Lo mismo que en a), es posible determinar previamente el cuadrante del azimut con la tabla T impar:

Cuadrante I: Si el azimut es del I, el inverso es del III, y el rumbo numéricamente equivale al de una estación par cuyo azimut esté determinado por S y sea del III.

Vimos que para orden par y III cuadrante: $R = S - T \text{ impar}$ que coincide en valor para I e impar.

Directamente se diría: Si Az es del I, $R = \text{Az}$.

Pero $\text{Az} = (S + 180^\circ)$ reducido o sea $\text{Az} = S + 180^\circ - p \times 360^\circ$

$= S - (p \times 360^\circ - 180^\circ) = S - T \text{ impar}$

$R = S - T \text{ impar}$.

Cuadrante IV. $R = 360^\circ - \text{Az}$. Si el azimut es del IV, el inverso es del II y buscar el rumbo numéricamente equivale a buscarlo de una estación par del II es decir $R = T \text{ impar} - S$.

Directamente se razonaría: Si el azimut es del IV, $R = 360^\circ - \text{Az}$

$\text{Az} = S + 180^\circ - p \times 360^\circ = S - (p \times 360^\circ - 180^\circ)$; $\text{Az} = S - T \text{ impar}$

$R = 360^\circ - S + T \text{ impar} = T \text{ impar} - S$.

Cuadrante III. Si el azimut es del III el inverso es del I y buscar su rumbo equivale numéricamente al rumbo de una estación par con azimut del I, es decir $R = S - T \text{ par}$.

Directamente: $R = \text{Az} - 180^\circ$ $\text{Az} = (S + 180^\circ)$ reducido, es decir:

$\text{Az} = (S + 180^\circ) - p \times 360^\circ$ o sea $R = S + 180^\circ - p \times 360^\circ - 180^\circ$

$R = S - p \times 360^\circ = S - T \text{ par}$

$R = S - T \text{ par}$.

Cuadrante II. Si Az es del II, el contra azimut es del IV y su rumbo equivale en valor numérico al rumbo de una estación de orden par cuyo azimut sea del IV o sea $R = T \text{ par} - S$.

Directamente: $R = 180^\circ - \text{Az reducido}$; $\text{Az red} = S + 180^\circ - p \times 360^\circ$

$R = 180^\circ - S - 180^\circ + p \times 360^\circ = p \times 360^\circ - S = T \text{ par} - S$

$R = T \text{ par} - S$.

Resumiendo, para orden impar: Cuadrantes al N (I y IV) corresponde trabajar con tabla impar.

Cuadrantes al S (II y III) corresponde trabajar con tabla par.

a) y b) pueden resumirse en el siguiente:

Cuadro para deducir Rumbos de Sumas correlativas S.

| Cuadrantes | Cuadrante Azimut | Orden de las estaciones | | Pares | Impares |
|------------|------------------|-------------------------|-------------|-------|---------|
| | | Pares | Impares | | |
| al N | I | S — T par | S — T imp. | | |
| | IV | T par — S | T impar — S | | |
| al S | III | S — T imp. | S — T par | | |
| | II | T impar — S | T par — S | | |

Para el método de restar a máquina múltiplos de 180° , a esta altura consideramos que pueden bien quedar a cargo del lector.

Pero se nota la utilidad sorprendente que presta una tabla tan sencilla.

Para facilitar la determinación del cuadrante que corresponde al azimut reducido, acompañamos las tablas adjuntas con la cual puede determinarse, en las columnas del centro, los valores de T par y T impar, para hallar las diferencias determinantes del rumbo. También se expresa en un círculo azimutal, los valores con igual finalidad. El permite a su vez, para una cierta suma correlativa S, determinar el signo que corresponderá a las líneas trigonométricas seno y coseno, y a su vez cual de ellas será la mayor; lo que es un control muy provechoso, al hacer la planilla analítica.

Tanto las tablas como los círculos, son individuales para el orden par e impar de las estaciones. Su uso no requiere mayores explicaciones.

Este modo de determinar los rumbos, por el procedimiento clásico de considerarlos a partir del eje N.S., obliga a efectuar las restas correspondientes según se ha indicado, $T - S$, que pueden presentar ciertas dificultades por los minutos y segundos. Tanto los cuadros como los círculos indicados, permiten hacer siempre la diferencia $S - T$; la cual no ofrece novedad alguna cuando la suma correlativa S corresponde al I y III cuadrantes, que deben restarse de las columnas centrales, T par y T impar respectivamente para estación de orden par, e inversamente para el orden impar.

Estaciones: ORDEN IMPAR

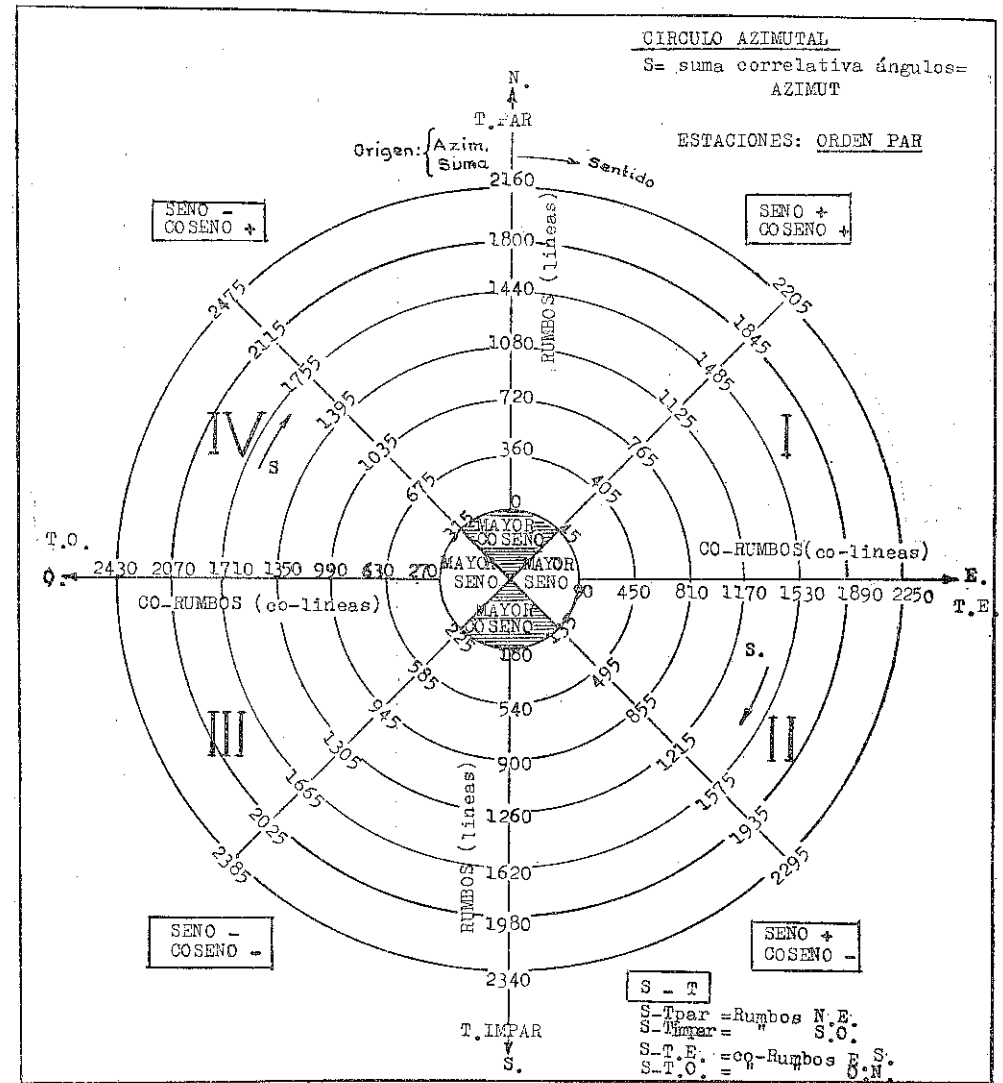
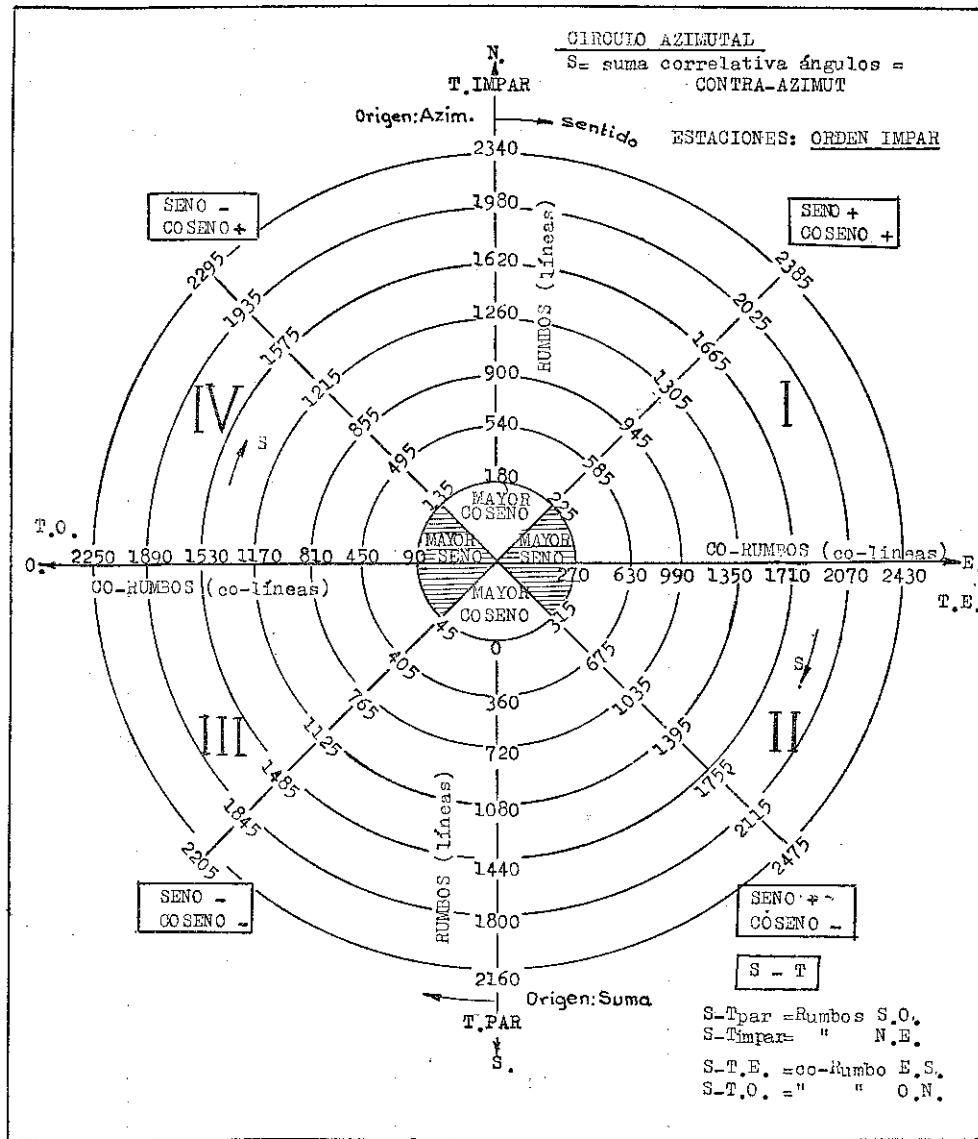
Tabla para hallar el cuadrante, y valores de azimutes, Rumbos y Co-Rumbos, en función de $S =$ Suma correlativa de ángulos para el orden impar.

| Co-Rumbos | | T — IMPAR | | |
|-----------|---|-----------|----|-------|
| 90° | → | 180° | → | 270° |
| 450° | | 540° | | 630° |
| 810° | | 900° | | 990° |
| 1170° | | 1260° | | 1350° |
| 1530° | | 1620° | IV | 1710° |
| 1890° | | 1980° | | 2070° |
| 2250° | | 2340° | | 2430° |
| 2610° | | 2700° | | 2790° |
| 2970° | | 3060° | | 3150° |
| 3330° | | 3420° | | 3510° |
| 3690° | → | 3780° | → | 3870° |
| 4050° | | 4140° | | 4230° |

al Norte

| | | T — PAR | | Co-Rumbos |
|-------|---|---------|-----|-----------|
| 90° | ← | 0° | ← | 270° |
| 450° | | 360° | | 630° |
| 810° | | 720° | | 990° |
| 1170° | | 1080° | | 1350° |
| 1530° | | 1440° | III | 1710° |
| 1890° | | 1800° | | 2070° |
| 2250° | | 2160° | | 2430° |
| 2610° | | 2520° | | 2790° |
| 2970° | | 2880° | | 3150° |
| 3330° | | 3240° | | 3510° |
| 3690° | ← | 3600° | ← | 3870° |

al Sur



Estaciones: **ORDEN PAR**

Tabla para hallar el cuadrante, y valores de azimutes, Rumbos y Co-Rumbos, en función de $S = \text{Suma correlativa de ángulos para el orden par.}$

| Co-Rumbos | | T — PAR | | Co-Rumbos | |
|-----------|------------|---------|-----------|-----------|--|
| | → | 0° | → | 90° | |
| 270° | | 360° | | 450° | |
| 630° | | 720° | | 810° | |
| 990° | | 1080° | | 1170° | |
| 1350° | IV | 1440° | I | 1530° | |
| 1710° | | 1800° | | 1890° | |
| 2070° | | 2160° | | 2250° | |
| 2430° | | 2520° | | 2610° | |
| 2790° | | 2880° | | 2970° | |
| 3150° | | 3240° | | 3330° | |
| 3510° | → | 3600° | → | 3690° | |
| al Norte | | | | | |
| ↑ | | | | | |
| | ← | 180° | ← | 90° | |
| 270° | | 540° | | 450° | |
| 630° | | 900° | | 810° | |
| 990° | | 1260° | | 1170° | |
| 1350° | III | 1620° | II | 1530° | |
| 1710° | | 1980° | | 1890° | |
| 2070° | | 2340° | | 2250° | |
| 2430° | | 2700° | | 2610° | |
| 2790° | | 3060° | | 2970° | |
| 3150° | | 3420° | | 3330° | |
| 3510° | | 3780° | | 3690° | |
| 3870° | ← | | ← | | |
| al Sur | | | | | |
| ↑ | | | | | |
| Co-Rumbos | | | | | |
| T — IMPAR | | | | | |

Es muy conveniente apartarse de esa norma clásica, para los cuadrantes II y IV, en los cuales deberemos considerar las diferencias con las columnas de derecha e izquierda respectivamente, en los cuadros; y sobre el eje Este y Oeste en los círculos azimutales. Diferencias que nos representan lo que podemos denominar el co-Rumbo, dado que es el complemento del respectivo cuadrante. Así que habrá co-Rumbos E.S. y co-Rumbos O.N.; medidos ambos a partir del eje E.O. en el sentido horario como han sido medidos los Rumbos en el I y III.

Evidentemente, que al entrar en las Tablas con dichos valores de co-Rumbos, como lo que se busca son las líneas inherentes al Rumbo, que determina proyección x e y , hay que buscar las co-Líneas del valor angular representado por el co-Rumbo hallado. Además entrando en la Tabla con el co-Rumbo, del análisis de las cifras en los cabezales y columnas opuestas surge evidentemente el valor angular y de minutos del Rumbo, sin necesidad de haber hallado el complemento, si se lo desea escribir en la planilla analítica. Por ejemplo: si tenemos $S = 1975^\circ$ en orden par, en la tabla aparece entre 1890° y 1980° y cuadrante II. Por el método clásico, hay que restar $T - S = 1980^\circ - 1975^\circ = 5^\circ$ S.E., resta que está dificultada por los minutos y segundos de S que está como sustraendo. En el nuevo método se resta $1975^\circ - 1890^\circ = 85^\circ$ E.S.; es decir que en vez de entrar en la tabla con el Rumbo $S. 5^\circ$ E. se entra con el co-Rumbo E. 85° S. en que los minutos están en el minuendo, sin dificultad; y se entra en columnas de coseno y seno, cuyos valores se anotan en la planilla en las columnas inversas de seno y coseno respectivamente.

El círculo azimutal, para ambos órdenes, simplifica mucho este análisis. Creemos que es más fácil emplear la atención que requiere el empleo del método de los co-Rumbos, que efectuar restas con graduaciones en el orden creciente.

REGLA PRACTICA

Hay profesionales que tienen gran facilidad de cálculo y utilizan métodos mentales rápidos. Un ejemplo lo ofrece el método del resto a 9, ideado por el Agrimensor José B. López (15). Permite determinar fácilmente la magnitud del Rumbo a partir de un azimut. Dicho autor expresa: "Para obtener el ángulo de entrada a las tablas de líneas naturales o de logaritmos, cuando los rumbos corresponden a los tres últimos cuadrantes, se le resta al azimut 90° , 180° y 270° respectivamente. Ahora bien, como esos tres substraendos son múltiplos de 9 se puede llegar a ese mismo ángulo de entrada, de la siguiente manera: las unidades y los minutos de ese ángulo, son los mismos del azimut correspondiente, y la cifra de las decenas resulta de la suma de las centenas y decenas del azimut, a la cual se le resta 9 si es superior a esa cantidad".

El método del Agrimensor López, desarrollado para azimutes de 0° a 360° , puede ser generalizado para azimutes congruentes. Ya que está basado en los principios de divisibilidad (16 y 17): "Todo divisor de un número divide los múltiplos de este número. Todo número, es igual a un múltiplo de 9, aumentado de la suma de sus cifras. Su resto es el mismo que el resto de la división de la suma de sus cifras por 9. Para que un número sea divisible por 9, es necesario y basta que la suma de sus cifras sea divisible por 9".

Frente a un azimut congruente, con este método es imprescindible determinar el cuadrante. Un azimut congruente, es un múltiplo de 90° más un resto que representa el Rumbo o el co-Rumbo, según que el eje del origen del cuadrante sea vertical (N.S.) o horizontal (E.O.).

$$\begin{matrix} A & Ru \\ - & = C + \\ 90 & Co \end{matrix}$$

El cociente entero o múltiplo C , a su vez puede ser un múltiplo de cuatro cuadrantes, que representan un giro de 360° , más un resto r , que representa los cuadrantes contenidos en el azimut reducido. Y como hay un remanente denominado Rumbo o co-Rumbo, el cuadrante en que se encuentra el azimut reducido buscado, será $r + 1$.

$$\frac{C}{4} = \text{número de giros} + r. \text{Número de cuadrantes} = r + 1.$$

En el método de las sumas correlativas, es necesario distinguir el orden par e impar.

Para orden par, se aplica el método anterior pues $S =$ al azimut. Para el orden impar, a S hay que agregar 180° , dado que S representa un contra-azimut. Luego, o se agrega 180° a S , y se aplica la fórmula $r + 1$, a la graduación que resulte, o sinó, con-

servando la misma graduación de S, a $r + 1$ se le agrega ± 2 para obtener el cuadrante del azimut respectivo.

Por ejemplo, orden par: $S = 1975^\circ$ $C = \frac{1975^\circ}{90^\circ} = 21 \frac{21}{4} = 5 + 1$ es decir, $r = 1$ y el cuadrante será el II.

2148° $C = 23, \frac{23}{4} = 5 + 3$ $r = 3$ cuadrante igual IV.

Para orden impar: $S = 1525^\circ$ $C = \frac{1525^\circ}{90^\circ} = 16 \frac{16}{4} = 4$ $r = 0$

cuadrante = $r + 1 \pm 2 = III =$ cuadrante del azimut 265° .

Obtenidos los restos a 90° por el método del Agr. López, generalizado, y el cuadrante del azimut reducido, sea por el método del círculo azimutal, o del procedimiento anterior o de la división por 360° , se obtiene el azimut:

Azimut primer cuadrante = $0 +$ restos a 90°
 Azimut segundo " = $90^\circ +$ restos a 90°
 Azimut tercer " = $180^\circ +$ restos a 90°
 Azimut cuarto " = $270^\circ +$ restos a 90°

Estos principios son los que deben aplicarse en el método manual de "proche en proche", para eliminar $\pm 180^\circ$, conociendo la suma angular que lo precede, cosa que expusimos al comienzo de las consideraciones generales.

Se debe tener presente, que la suma del azimut anterior más el ángulo topográfico, puesto que debe adicionarse o restarse de 180° , equivale en realidad, a una suma correlativa de orden impar; de manera que el cuadrante que tendrá el azimut, siempre es el propio de S aumentado en 2; es decir, opuesto al que corresponde a dicha suma S. Así, si $Az. + \text{áng.} = 350^\circ 23'$, por la regla del Agrimensor López, la graduación inicial será $80^\circ 23'$ y como 350° es del IV, el opuesto es del II, y el azimut será: $90^\circ + 80^\circ 23' = 170^\circ 23'$.

Como se dijo, estos cálculos son mentales, y pueden ser realizados rápidamente una vez que uno se haya familiarizado con el método.

Creemos que con los círculos a la vista y el método del Agrimensor López, generalizado, el cálculo de los Rumbos y co-Rumbos es sumamente rápido y controlable.

Regla del Resto a 360° . — Vimos que el azimut es el resto de la división por 360° del valor congruente. Una regla práctica de hallar el resto de la división por 360° se encuentra aplicando la teoría de la divisibilidad, (16) descomponiendo el número en periodos de tres cifras a partir de la derecha. Conservando las tres cifras del primer periodo, se le resta el producto del segundo por 80° . Ejemplo: $S = 2348^\circ$

$$\begin{array}{r} 348 \\ - 160 \\ \hline 188 = \text{Azimut.} \end{array}$$

Si la diferencia en el primer periodo supera a 720° o a 360° se restan dichas cantidades; es decir que en este método, el primer periodo no tiene otra reducción que esta última resta. Si dá negativo, se agrega 360 .

| | |
|---|--|
| $\begin{array}{r} 3125 \\ - 125 \\ \hline - 240 \\ \hline - 115 \\ + 360 \\ \hline + 245 \end{array}$ | $\begin{array}{r} 3985 \\ - 985 \\ \hline - 240 \\ \hline 745 \\ - 720 \\ \hline 25 \end{array}$ |
|---|--|

Se cumple lo que expresa De Comberousse al explicar el procedimiento general de la división: "Se puede operar de la misma manera para todo otro divisor, y llegar así a reglas más o menos curiosas, más o menos penosas de aplicar".

Ángulos de Tablas. — Los rumbos así definidos, obedecen a tres finalidades principales: 1º para poner su valor junto a las líneas, en los planos (exigencia de mensuras judiciales) (eventualmente puede suplirse con los azimutes) por ser un **calificativo** de las líneas, permitiendo rápidamente determinar el paralelismo o divergencia de límites. 2º para permitir el trazado gráfico de planos al evitar acumulaciones de errores angulares y 3º y más importante, por ser el valor menor de 90° con que se entra en las tablas de líneas trigonométricas o logarítmicas. De ahí su nombre, de ángulos de tablas como también se los distingue.

En el año 1941 con mi estimado colega y amigo Ing. y Agr. don Juan Antonio Cardelino, publicamos una "tabla de líneas trigonométricas naturales adaptada a toda la graduación sexagesimal de la circunferencia 0° a 360° ". Con ellas se puede buscar cualquiera de dichas líneas sin necesidad de calcular los rumbos o ángulos menores de 90° .

Se publicó su explicación en esta Revista, N° 3 año 1940.

Anteriormente a nosotros (1889) el renombrado geómetra francés Ing. J. L. Sanguet había publicado una tabla para el sistema centesimal.

En la Revista N° 5 del año 1941 el Agrimensor Don Américo L. Perea, publicó un método de determinación de los rumbos directamente de los ángulos. Se funda en altas teorías matemáticas de la congruencia.

En la Revista N° 8 del año 1944, el Agrimensor Don José B. López, publicó un "Método de Eliminación de la Columna de los Rumbos" que coincide con el método del co-Rumbo que ya explicamos, y justo es reconocerlo, de él hemos adoptado la Regla del Resto a 9, adaptándola convenientemente a los azimutes congruentes.

A principios de siglo tuvo mucha utilización entre los colegas, el cálculo por medio de las tablas de Boileau, denominadas "Traverse Tables", que proporcionan las proyecciones en seno y coseno, transformando las multiplicaciones en sumas. Actualmente se usan en EE. UU. las tablas publicadas en 1950 por el Ing. Leo J. Goldsmith denominadas "Rapid Traverse Tables", (14) que utiliza las de Boileau con un ingenioso dispositivo mecánico movable que facilita hacer las sumas sin escribir las cifras.

En 1963, publiqué una tabla titulada "Cálculos directos de Proyecciones 0° a 360° ", que permite partiendo de los azimutes de 0° a 360° , calcular las proyecciones x e y o sea proyec. sen. y proyec. cos. De dicha tabla, es reproducción adjunta.

La parte superior da los valores de proyección sen. y proyec. cos. para distancias comprendidas entre 100 y 900 m para siete valores angulares de minuto en minuto y sus respectivas correcciones para $20''$ y $40''$.

La parte inferior da las proyecciones sen. y cos. para valores de la distancia, a doble entrada, desde 1 a 99, que corresponden al valor del minuto central de la respectiva tabla superior. A izquierda y derecha tienen pequeñas tablitas de corrección cuando corresponde al azimut, minutos en las otras columnas.

Son tablas exentas de errores pues, si bien fueron inicialmente calculadas por mí hasta los 15°, fueron nuevamente calculadas por el equipo de computadoras de I.B.M. del Uruguay.

La precisión que se obtiene es del orden del centímetro. Con ellas, con el valor del azimut, se evitan las columnas de: rumbos y de valores de líneas naturales de Sen y cos.; se entra directamente al conocimiento de proyec sen. o x y de proyec cos. o y .

En la actualidad los cálculos, se pueden hacer:

| CONOCIENDO | | DEDUCIR | | |
|--------------------------|-------------------|----------------------------------|------|--|
| Azimut | Rumbos | Cardelino y Jaureche | Ives | J. P. Jaureche Proyecciones en: Sen y cos. |
| | | Líneas naturales de sen y cos | | |
| Manual: proche en proche | Manual | Si | Si | * Si |
| " " " " | ----- | Si | — | Si |
| Máq. " " " | Máquina | Si | Si | Si |
| " " " " | ----- | Si | — | Si |
| " II Az. congruente | Máquina | Si | Si | Si |
| " II " " | ----- | Si | — | Si |
| " III S correlativa | Máquina | Si | Si | Si |
| " III S " | ----- | Si | — | Si |
| ----- | R = Mét. Perea | Si | Si | Si |
| ----- | R = Mét. López | Si | Si | Si |
| ----- | R = Mét. Jaureche | Si | Si | Si |

Hemos suprimido la aplicación de Ives, en los casos que se prescinde del rumbo porque inicialmente ellas no dan valores para ángulos superiores a 90°.

Deducción de rumbos con máquinas.

Con el empleo de las máquinas, se puede utilizar fácilmente cualquier tabla de 0 a 90° para hallar líneas naturales, partiendo de los azimutes, es decir, saltar la escritura de rumbos.

Para el azimut en I, no hay problema ya que $Az = R$.

Cuadrante II. Se pone $179^{\circ} 59' 60''$ en el totalizador y se resta un azimut, con la diferencia en el totalizador a la vista, se busca en la tabla los valores del sen. y cos. que son los únicos que se anotan. Una vez controlados, se gira en sentido contrario apareciendo nuevamente la primer cifra indicada. A ella se resta el siguiente azimut del II cuadrante, etc., etc.

Cuadrante III. No hay problema ya que $R = Az - 180^{\circ}$.

Cuadrante IV. Se escribe en el totalizador $359^{\circ} 59' 60''$ y se resta el azimut; con la diferencia a la vista se entra en la tabla hallando sen. y cos. que son los valores a escribir.

Comprobados, se gira en sentido contrario la manivela, apareciendo la cifra indicada en primer término, siguiendo la resta con otros azimuts del cuadrante, haciendo lo mismo hasta agotar todos los del cuadrante.

De manera que los rumbos al proceder así, no se necesita escribirlos. Y se ve la conveniencia de calcular por cuadrantes.

Observación final. Es costumbre entre muchos colegas, aún cuando utilizan teodolitos de apreciación de 10" a 20", al efectuar la compensación angular, redondear al minuto. Evitan así interpolaciones al utilizar tablas de dicha aproximación. Evidentemente, se comete un error conceptual, pues ese redondeo, significa hacer giros en cada ángulo al resto de la poligonal, aumentando los cierres logrados al operar con dichos instrumentos. Lo correcto es compensar en 10" o 20", así la poligonal no sufre cambios de orientación. Si al entrar en las tablas, no se quiere interpolar se redondea al minuto el azimut o rumbo así calculado, con lo cual se está provocando una desorientación

| SEN. | | COS. | |
|-------|--------|-------|--------|
| + | - | + | - |
| 20 40 | 0 | 20 40 | 0 |
| 1 | 71.934 | 1 | 69.466 |
| 2 | 71.954 | 2 | 69.445 |
| 3 | 71.974 | 3 | 69.424 |
| 4 | 71.995 | 4 | 69.403 |
| 5 | 72.015 | 5 | 69.382 |
| 6 | 72.035 | 6 | 69.361 |
| 7 | 72.055 | 7 | 69.340 |
| 8 | 72.075 | 8 | 69.319 |
| 9 | 72.095 | 9 | 69.298 |
| 10 | 72.115 | 10 | 69.277 |
| 11 | 72.135 | 11 | 69.256 |
| 12 | 72.155 | 12 | 69.235 |
| 13 | 72.175 | 13 | 69.214 |
| 14 | 72.195 | 14 | 69.193 |
| 15 | 72.215 | 15 | 69.172 |
| 16 | 72.235 | 16 | 69.151 |
| 17 | 72.255 | 17 | 69.130 |
| 18 | 72.275 | 18 | 69.109 |
| 19 | 72.295 | 19 | 69.088 |
| 20 | 72.315 | 20 | 69.067 |
| 21 | 72.335 | 21 | 69.046 |
| 22 | 72.355 | 22 | 69.025 |
| 23 | 72.375 | 23 | 69.004 |
| 24 | 72.395 | 24 | 68.983 |
| 25 | 72.415 | 25 | 68.962 |
| 26 | 72.435 | 26 | 68.941 |
| 27 | 72.455 | 27 | 68.920 |
| 28 | 72.475 | 28 | 68.899 |
| 29 | 72.495 | 29 | 68.878 |
| 30 | 72.515 | 30 | 68.857 |
| 31 | 72.535 | 31 | 68.836 |
| 32 | 72.555 | 32 | 68.815 |
| 33 | 72.575 | 33 | 68.794 |
| 34 | 72.595 | 34 | 68.773 |
| 35 | 72.615 | 35 | 68.752 |
| 36 | 72.635 | 36 | 68.731 |
| 37 | 72.655 | 37 | 68.710 |
| 38 | 72.675 | 38 | 68.689 |
| 39 | 72.695 | 39 | 68.668 |
| 40 | 72.715 | 40 | 68.647 |
| 41 | 72.735 | 41 | 68.626 |
| 42 | 72.755 | 42 | 68.605 |
| 43 | 72.775 | 43 | 68.584 |
| 44 | 72.795 | 44 | 68.563 |
| 45 | 72.815 | 45 | 68.542 |
| 46 | 72.835 | 46 | 68.521 |
| 47 | 72.855 | 47 | 68.500 |
| 48 | 72.875 | 48 | 68.479 |
| 49 | 72.895 | 49 | 68.458 |
| 50 | 72.915 | 50 | 68.437 |
| 51 | 72.935 | 51 | 68.416 |
| 52 | 72.955 | 52 | 68.395 |
| 53 | 72.975 | 53 | 68.374 |
| 54 | 72.995 | 54 | 68.353 |
| 55 | 73.015 | 55 | 68.332 |
| 56 | 73.035 | 56 | 68.311 |
| 57 | 73.055 | 57 | 68.290 |
| 58 | 73.075 | 58 | 68.269 |
| 59 | 73.095 | 59 | 68.248 |
| 60 | 73.115 | 60 | 68.227 |
| 61 | 73.135 | 61 | 68.206 |
| 62 | 73.155 | 62 | 68.185 |
| 63 | 73.175 | 63 | 68.164 |
| 64 | 73.195 | 64 | 68.143 |
| 65 | 73.215 | 65 | 68.122 |
| 66 | 73.235 | 66 | 68.101 |
| 67 | 73.255 | 67 | 68.080 |
| 68 | 73.275 | 68 | 68.059 |
| 69 | 73.295 | 69 | 68.038 |
| 70 | 73.315 | 70 | 68.017 |
| 71 | 73.335 | 71 | 67.996 |
| 72 | 73.355 | 72 | 67.975 |
| 73 | 73.375 | 73 | 67.954 |
| 74 | 73.395 | 74 | 67.933 |
| 75 | 73.415 | 75 | 67.912 |
| 76 | 73.435 | 76 | 67.891 |
| 77 | 73.455 | 77 | 67.870 |
| 78 | 73.475 | 78 | 67.849 |
| 79 | 73.495 | 79 | 67.828 |
| 80 | 73.515 | 80 | 67.807 |
| 81 | 73.535 | 81 | 67.786 |
| 82 | 73.555 | 82 | 67.765 |
| 83 | 73.575 | 83 | 67.744 |
| 84 | 73.595 | 84 | 67.723 |
| 85 | 73.615 | 85 | 67.702 |
| 86 | 73.635 | 86 | 67.681 |
| 87 | 73.655 | 87 | 67.660 |
| 88 | 73.675 | 88 | 67.639 |
| 89 | 73.695 | 89 | 67.618 |
| 90 | 73.715 | 90 | 67.597 |
| 91 | 73.735 | 91 | 67.576 |
| 92 | 73.755 | 92 | 67.555 |
| 93 | 73.775 | 93 | 67.534 |
| 94 | 73.795 | 94 | 67.513 |
| 95 | 73.815 | 95 | 67.492 |
| 96 | 73.835 | 96 | 67.471 |
| 97 | 73.855 | 97 | 67.450 |
| 98 | 73.875 | 98 | 67.429 |
| 99 | 73.895 | 99 | 67.408 |
| 100 | 73.915 | 100 | 67.387 |
| 101 | 73.935 | 101 | 67.366 |
| 102 | 73.955 | 102 | 67.345 |
| 103 | 73.975 | 103 | 67.324 |
| 104 | 73.995 | 104 | 67.303 |
| 105 | 74.015 | 105 | 67.282 |
| 106 | 74.035 | 106 | 67.261 |
| 107 | 74.055 | 107 | 67.240 |
| 108 | 74.075 | 108 | 67.219 |
| 109 | 74.095 | 109 | 67.198 |
| 110 | 74.115 | 110 | 67.177 |
| 111 | 74.135 | 111 | 67.156 |
| 112 | 74.155 | 112 | 67.135 |
| 113 | 74.175 | 113 | 67.114 |
| 114 | 74.195 | 114 | 67.093 |
| 115 | 74.215 | 115 | 67.072 |
| 116 | 74.235 | 116 | 67.051 |
| 117 | 74.255 | 117 | 67.030 |
| 118 | 74.275 | 118 | 67.009 |
| 119 | 74.295 | 119 | 66.988 |
| 120 | 74.315 | 120 | 66.967 |
| 121 | 74.335 | 121 | 66.946 |
| 122 | 74.355 | 122 | 66.925 |
| 123 | 74.375 | 123 | 66.904 |
| 124 | 74.395 | 124 | 66.883 |
| 125 | 74.415 | 125 | 66.862 |
| 126 | 74.435 | 126 | 66.841 |
| 127 | 74.455 | 127 | 66.820 |
| 128 | 74.475 | 128 | 66.799 |
| 129 | 74.495 | 129 | 66.778 |
| 130 | 74.515 | 130 | 66.757 |
| 131 | 74.535 | 131 | 66.736 |
| 132 | 74.555 | 132 | 66.715 |
| 133 | 74.575 | 133 | 66.694 |
| 134 | 74.595 | 134 | 66.673 |
| 135 | 74.615 | 135 | 66.652 |
| 136 | 74.635 | 136 | 66.631 |
| 137 | 74.655 | 137 | 66.610 |
| 138 | 74.675 | 138 | 66.589 |
| 139 | 74.695 | 139 | 66.568 |
| 140 | 74.715 | 140 | 66.547 |
| 141 | 74.735 | 141 | 66.526 |
| 142 | 74.755 | 142 | 66.505 |
| 143 | 74.775 | 143 | 66.484 |
| 144 | 74.795 | 144 | 66.463 |
| 145 | 74.815 | 145 | 66.442 |
| 146 | 74.835 | 146 | 66.421 |
| 147 | 74.855 | 147 | 66.400 |
| 148 | 74.875 | 148 | 66.379 |
| 149 | 74.895 | 149 | 66.358 |
| 150 | 74.915 | 150 | 66.337 |
| 151 | 74.935 | 151 | 66.316 |
| 152 | 74.955 | 152 | 66.295 |
| 153 | 74.975 | 153 | 66.274 |
| 154 | 74.995 | 154 | 66.253 |
| 155 | 75.015 | 155 | 66.232 |
| 156 | 75.035 | 156 | 66.211 |
| 157 | 75.055 | 157 | 66.190 |
| 158 | 75.075 | 158 | 66.169 |
| 159 | 75.095 | 159 | 66.148 |
| 160 | 75.115 | 160 | 66.127 |
| 161 | 75.135 | 161 | 66.106 |
| 162 | 75.155 | 162 | 66.085 |
| 163 | 75.175 | 163 | 66.064 |
| 164 | 75.195 | 164 | 66.043 |
| 165 | 75.215 | 165 | 66.022 |
| 166 | 75.235 | 166 | 66.001 |
| 167 | 75.255 | 167 | 65.980 |
| 168 | 75.275 | 168 | 65.959 |
| 169 | 75.295 | 169 | 65.938 |
| 170 | 75.315 | 170 | 65.917 |
| 171 | 75.335 | 171 | 65.896 |
| 172 | 75.355 | 172 | 65.875 |
| 173 | 75.375 | 173 | 65.854 |
| 174 | 75.395 | 174 | 65.833 |
| 175 | 75.415 | 175 | 65.812 |
| 176 | 75.435 | 176 | 65.791 |
| 177 | 75.455 | 177 | 65.770 |
| 178 | 75.475 | 178 | 65.749 |
| 179 | 75.495 | 179 | 65.728 |
| 180 | 75.515 | 180 | 65.707 |
| 181 | 75.535 | 181 | 65.686 |
| 182 | 75.555 | 182 | 65.665 |
| 183 | 75.575 | 183 | 65.644 |
| 184 | 75.595 | 184 | 65.623 |
| 185 | 75.615 | 185 | 65.602 |
| 186 | 75.635 | 186 | 65.581 |
| 187 | 75.655 | 187 | 65.560 |
| 188 | 75.675 | 188 | 65.539 |
| 189 | 75.695 | 189 | 65.518 |
| 190 | 75.715 | 190 | 65.497 |
| 191 | 75.735 | 191 | 65.476 |
| 192 | 75.755 | 192 | 65.455 |
| 193 | 75.775 | 193 | 65.434 |
| 194 | 75.795 | 194 | 65.413 |
| 195 | 75.815 | 195 | 65.392 |
| 196 | 75.835 | 196 | 65.371 |
| 197 | 75.855 | 197 | 65.350 |
| 198 | 75.875 | 198 | 65.329 |
| 199 | 75.895 | 199 | 65.308 |
| 200 | 75.915 | 200 | 65.287 |
| 201 | 75.935 | 201 | 65.266 |
| 202 | 75.955 | 202 | 65.245 |
| 203 | 75.975 | 203 | 65.224 |
| 204 | 75.995 | 204 | 65.203 |
| 205 | 76.015 | 205 | 65.182 |
| 206 | 76.035 | 206 | 65.161 |
| 207 | 76.055 | 207 | 65.140 |
| 208 | 76.075 | 208 | 65.119 |
| 209 | 76.095 | 209 | 65.098 |
| 210 | 76.115 | 210 | 65.077 |
| 211 | 76.135 | 211 | 65.056 |
| 212 | 76.155 | 212 | 65.035 |
| 213 | 76.175 | 213 | 65.014 |
| 214 | 76.195 | 214 | 64.993 |
| 215 | 76.215 | 215 | 64.972 |
| 216 | 76.235 | 216 | 64.951 |
| 217 | 76.255 | 217 | 64.930 |
| 218 | 76.275 | 218 | 64.909 |
| 219 | 76.295 | 219 | 64.888 |
| 220 | 76.315 | 220 | 64.867 |

localizada no acumulable angularmente, que si bien produce alguna influencia en las proyecciones, son de menor importancia que si se desorienta a priori, por pérdida de precisión angular. Para la mayoría de los trabajos de mensuras, la teoría de los errores nos enseña, que no es necesario operar con valores angulares menores que $10''$ y menos utilizar tablas con más de 5 cifras, como lo preconizó Bessel (1). Por ello, al emplear lves debe, limitarse a ellas, redondeándolas adecuadamente, despreciando las restantes.

RESOLUCION DE DOS PROBLEMAS: 1º Un autor (9) resuelve el caso de hallar los azimutes de una poligonal abierta conociendo el azimut de un lado central. Para ello, traza una línea que partiendo del último lado bajo cierta graduación corta al primero, formando allí un ángulo a deducir por diferencia de la suma teórica. Transforma, de este modo una poligonal abierta en una "cerrada" angularmente.

Otra solución puede ser: calcular a partir del lado central de azimut conocido, los de orden creciente, hasta llegar a n ; por ejemplo siguiendo el sentido horario y siguiendo un sentido antihorario con orden decreciente, hasta llegar a 0. Con el conocimiento de los azimutes extremos y los ángulos de la poligonal abierta, se puede comprobar el cálculo por la fórmula ya vista: $a_f - a_i = \Sigma \text{ángulos} \pm 180^\circ \times n$.

También partiendo del azimut 0 — 1 se puede reever todo el cálculo.

2º Se trata de **transmitir un azimut a través de un obstáculo, no vinculable por poligonación**. Por ejemplo, atravesar con una línea un monte o una sierra; en este caso, sin necesidad de hacer estación en ella. Este problema, se resuelve haciendo aplicación de un método conocido, pero aplicado en otra rama de la Topografía. Se trata del llamado método de "enlace Porro" o "indirecto", de estaciones taquimétricas. Lo que sí, que por razones de distancia o de dificultades, las distancias necesarias al método, no se determinan por miras, sino por medidas indirectas. Para ello se definen dos puntos M y N por medio de balizas que puedan verse tanto de P como de Q, no siendo lógicamente estos visibles entre sí: M N es la recta de enlace.

Los autores (7), (10), (11) traen soluciones analíticas, por coordenadas que exigen dos ejes de proyecciones, elegidos en P y Q, que se hacen coincidir por intermedio de M N. Preferimos, por su sencillez y rapidez, resolverlo por cálculo trigonométrico.

Por una base se puede desde P fijar con elevada precisión los puntos M y N y después determinar P M y P N y el ángulo MPN es medido directamente. El triángulo PMN queda determinado, conociendo entonces M, N y MN. En Q, mantenido en posición aproximada, por ejemplo: a 1 m. del alambrado límite, se elige otra base haciendo lo mismo. Se determina MQ, NQ y Q medido directamente, con lo cual queda determinado el triángulo MQN. En él se calcula M, N y M N con un segundo valor, que debe caer con el anterior dentro de cierta tolerancia.

En el triángulo PMQ se conocen ahora dos lados y el ángulo total M, con lo cual se calcula los parciales en P y Q y la recta P Q: Análogamente se procede en el PNQ.

Como comprobación, se debe tener dos valores sensiblemente aproximados de P Q y el P total y el Q total, concordantes con los medidos al principio. Si el azimut así transmitido desde P difiere del que corresponde, se desplaza Q al extremo de la recta ahora conocida P Q, hasta lograrlo.

Con dichos cálculos, equivale haber hecho una "picada" o "túnel", pero analíticos.

El método sirve también para determinar el ángulo en cierto vértice N inaccesible. Los autores al comentar el método Porro, dicen que no es práctico ni preciso. No comprendemos por qué, ya que en esencia lo realizado no es otra cosa que el proceso inverso del problema de **amplificación de una base**.

Si la base fuera MN, su amplificación sería P Q.

De manera que si M N tiene una longitud de $1/3$ de P Q (6) los resultados tienen que ser satisfactorios.

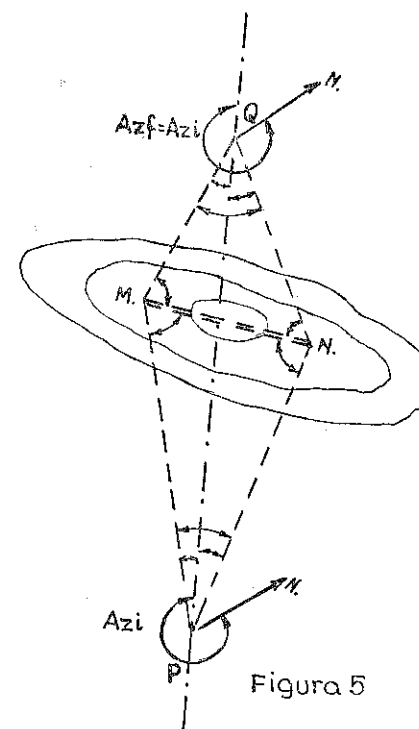


Figura 5

El "enlace Porro", así como los Problemas de Pothnot y de Hansen (llamados ambos también de Snellius), son aplicaciones de la teoría del cuadrilátero (12).

Exhortación. A los nuevos colegas les solicito que adopten los nuevos métodos y los perfeccionen, ya que reciben elementos de trabajo que por cierto no teníamos quienes hace 35 años nos iniciábamos en las hermosas disciplinas de la Agrimensura.

Montevideo, Febrero de 1971.

NOTA:

En cuanto a los grados, se utiliza el complemento a 1000, es decir: si la suma $Az + \text{Ang.}$ iguala o pasa de 180° , se agrega 820° y se resta en caso contrario. Ofrece la ventaja, en el primer caso, que de una sola vuelta de manivela se logra la resta de 180° y la transformación de segundos y minutos que pasen de 60, adicionándose simultáneamente las cifras 40 donde correspondiere. En el peor de los casos se adicionaría $820^\circ 40' 40''$ de una sola vuelta de manivela. Si aquella suma es menor de 180° , se agrega 180° y los 40 correspondientes en una sola vuelta positiva; o se agrega los 40 en minutos y o segundos, y se resta los 820° si se prefiere trabajar con una sola clase de cifras para los grados, pero evidentemente se requieren dos vueltas, una + y otra — de la manivela.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Müller — Tomo II Vol. 2. Pág. 175 y 177, pág. 171.
- (2) René Danger — pág. 26 y pág. 28.
- (3) Cardelino y Jaureche — Tablas de 0° a 360°.
- (4) Nicolás N. Piaggio — pág. 153.
- (5) A. Pelletán — pág. 395.
- (6) Letis Espartel — pág. 273; 65 y pág. 216.
- (7) C. Pasini — pág. 291; pág. 507.
- (8) Jordan — pág. 133.
- (9) Centro Estudiantes Ingeniería Buenos Aires — 3ª edición, pág. 579, pág. 504.
- (10) Ruiz Amado — pág. 196, T. II.
- (11) Alvarez Valdés — pág. 463.
Volquardts-Agüero Vera — pág. 19.
- (12) G. Hessenberg-Trigon. — pág. 88 y 93.
- (13) Boileau — Traverse Tables.
- (14) Leo Jean Goldsmith — Rapid Traverse Tables.
- (15) Agrimensor José B. López — AGRIMENSURA Nº 8, año 1944.
- (16) Comberousse — Arithmetic — pág. 50.
- (17) J. Serret — Aritmética — pág. 50.

I Congreso LATINO AMERICANO Y IV Congreso NACIONAL DE LA AGRIMENSURA
Lugar de realización: **CIUDAD DE SANTA FE** (R. Argentina).

Fecha: **24 al 31 de octubre de 1971.**

Patrocina:

FEDERACION LATINO AMERICANA DE AGRIMENSORES.
FEDERACION ARGENTINA DE AGRIMENSORES

Organiza:

ASOCIACION DE AGRIMENSORES DE SANTA FE

Tema:

EL CATASTRO

Comisión A = Administración Pública

- a) Necesidad, importancia y fines del Catastro.
- b) Uso del Catastro como Registro Público.
Relación con el Derecho Público y Privado.
- c) Ubicación de la Institución Catastral en el ámbito de la organización estatal y sus interdependencias.
- d) El Catastro y el Planeamiento.
- e) Coordinación y vinculación técnica entre Catastros provinciales.

Comisión B = Libre ejercicio profesional.

- a) El Catastro como actividad profesional.
- b) Técnicas para la confección del Catastro.
- c) Confección del Catastro:

1 = Por Administración. 2 = Por Contrato.

Comisión C = Educación.

- a) Necesidad de ampliar los planes de estudio de las carreras de Agrimensura en todo el país, incluyendo materias catastrales.

La fecha de recepción de los trabajos caducará el día 30 de setiembre de 1971.

C O N C U R R A

Agrim. Ever Irisity Jover

LEGISLACION SOBRE MINERIA

Esta reseña se estructuró en base al Mensaje del P. Ejecutivo a la Asamblea General del 9 de agosto de 1940 y el informe de la Comisión de Constitución y Legislación de la Cámara de Senadores del 10 de noviembre de 1941, que dieron fundamento al actual Código de Minería. De estos documentos extrajimos los párrafos que se transcriben. Para los que deseen el texto completo del citado Código y de los informes a que hacemos alusión, los hallarán en el folleto editado por la Inspección General de Minas del Ministerio de Industrias y Trabajo 1962).

ANTECEDENTE

—La primera Ley general de minería que tuvo el país fue el Código del 5 de febrero de 1862, el que estaba inspirado en las legislaciones española y francesa. Establecía el principio de que los yacimientos mineros forman una propiedad independiente del futuro superficial y son propiedad de la Nación, pero que los particulares podían adquirir derechos sobre ellos.

—El 23 de Diciembre de 1884 se sancionó un nuevo Código (Ley Nº 1769), cuyas disposiciones resultaron inconvenientes. La falta de intervención técnica durante la tramitación necesaria para obtener la propiedad de una concesión minera y especialmente la circunstancia de que la propiedad de un yacimiento se conserva por la explotación, aportó perjuicios de consideración al fomento de la minería en el país. Se denunciaban yacimientos sin propósitos serios, dilatándose su tramitación por incidencias de toda índole, esperando la denuncia formal del minero honesto, para luego fraguar por actos testimoniales la posesión del yacimiento en virtud de no haber caído en desdoble, buscando en esta forma transacciones provechosas o pleitos interminables que desanimaban al más entusiasta por explotaciones mineras formales.

—La reacción a esta dificultad que ofrecía el Código de Minería en cuanto a la obtención estable de la propiedad minera, se produjo con la ley Nº 4310 del 6 de Marzo de 1913 que imponía el pago de \$ 0.25 por hectárea denunciada de concesión solicitada, pagaderos por trimestre, como único medio de conservar la propiedad de una concesión en tránsito. Esta disposición legal redujo considerablemente las denuncias sin fundamento de yacimientos, pero no suprimió la existencia de muchas minas que sólo se explotaban en el papel por ausencia absoluta de labores mineras.

—La Ley 7818 del 6 de febrero de 1925 estableció la competencia del Juzgado Nacional de Hacienda, ante quien serían apelables las resoluciones del Poder Ejecutivo.

La Ley Nº 9026 de fecha 29 de abril de 1933 —que por su importancia transcribimos íntegramente— dice:

ARTICULO 1º — Para el estudio geológico del territorio nacional y para las investigaciones relativas, la propiedad privada queda sujeta a las siguientes servidumbres del interés general:

A) La de ESTUDIO comprendiendo el libre acceso a los predios, los laboreos necesarios para poner en evidencia el fundamento rocoso, la extracción de muestras de aguas superficiales y de pozo, de rocas y minerales, así como también por el tiempo absolutamente indispensable para los reconocimientos y relevamientos del caso, la instalación de carpas para el alojamiento de los técnicos y sus ayudantes.

B) La de OCUPACION TEMPORARIA para el reconocimiento del subsuelo por medio de sondeos y perforaciones, comprendiendo el emplazamiento de maquinarias, la instalación de viviendas provisorias, la toma del agua necesaria para los trabajos y la

alimentación del personal y el corte de leña, en caso de existir en la proximidad monte abundante y en la cantidad estrictamente necesaria para la producción de la fuerza motriz requerida.

C) La de PASO para el acceso a los campamentos de perforación desde la vía pública por los puntos más favorables y en el ancho indispensable para el acarreo o transporte del material necesario para los trabajos.

ART. 2º — Los daños que se ocasionen por causa de estas servidumbres deberían ser indemnizados.

ART. 3º — Para la imposición de la servidumbre de estudio bastará que los técnicos del Instituto de Geología y Perforaciones exhiban el documento que acredite su calidad, documento que será autorizado por el Ministerio de Industrias. Las servidumbres de ocupación temporaria, de paso y pastoreo se impondrán por el Poder Ejecutivo previo informe de la repartición competente. La imposición, en estos casos, se hará saber al superficiario o a quien lo represente, por medio de notificación personal.

ART. 4º — Los campamentos de perforación deben cercarse con el alambrado de ley siempre que el superficiario lo solicite. El área cercada no excederá en ningún caso de seis hectáreas.

ART. 5º — Si respecto al monto de la indemnización no se llegara a un acuerdo entre la repartición encargada de los trabajos y el superficiario, éste dentro de los sesenta días subsiguientes, podrá deducir la acción correspondiente ante el Juzgado Nacional de Hacienda o los Jueces Letrados Departamentales. La evaluación, en este caso, se hará por dos peritos nombrados uno por el superficiario y otro por el Ministerio de Industrias y si éstos no se aviniesen lo hará el Juez de oficio. El incidente deberá quedar terminado dentro de los treinta días, pero no podrá retardar la efectividad de las servidumbres.

—La Ley Nº 9456 del 12 de enero de 1935 modificó fundamentalmente las disposiciones del Código de 1884 y las de la Ley de 6 de marzo de 1913, al declarar que los yacimientos de minerales denunciados no pueden pasar a ser propiedad de particulares, al dejar en suspenso toda tramitación de denuncias existentes y al autorizar a la U.T.E. a la explotación de yacimientos con sujeción a lo dispuesto en las vigentes en la época. Como es natural, mientras subsistía este régimen legal, sólo podía ser explotada la minería por la U.T.E. y por los contados dueños de concesiones con título vigente.

—El 28 de Enero de 1943 fue promulgado el Código de Minería que actualmente rige, —salvo modificaciones posteriores que más abajo se reseñarán—. Se individualiza por el Decreto-Ley Nº 10.327 con vigencia desde el 20 de abril de 1943. Este Código mantiene el principio de que las minas pertenecen a la Nación. Es el sistema de legislación minera que, fundándose en la distinción entre suelo y subsuelo, no reconoce al dueño del primero la propiedad del segundo; esto es, el régimen de la "no accesión". No es el Estado tampoco, dentro del nuevo régimen que implanta esta ley, el propietario de los yacimientos; el Estado es sólo un simple administrador de la riqueza minera —que es un bien común— y lleva en tal carácter la responsabilidad de todas las actividades destinadas al aprovechamiento de aquella riqueza. Este nuevo Código corrige los defectos y vacíos principales de la anterior ley; somete la actividad privada a reglas de previsión elementales, da preponderante intervención al elemento técnico y orienta la minería hacia formas de aprovechamiento intensivo, poniéndola a cubierto de las improvisaciones para la cual abre posibilidades racionales a las iniciativas serias, cerrando el paso a quienes por su falta de aptitud científica o de capacidad financiera, están de antemano condenados al fracaso. Sienta el principio del derecho de la sociedad sobre el subsuelo y sobre esa base edifica un estatuto legal que permite la intervención de la actividad privada, no como un derecho absoluto, sino como una concesión que puede ser disfrutada sólo en cuanto responda a las conveniencias sociales. De ahí que haya, por ejemplo, ciertas sustancias que, por su excepcional importancia para la economía pública, como son los depósitos de hidrocarburos, no puedan ser susceptibles de explotación privada, o que otras, como los metales auríferos o estaníferos queden automáticamente expropiados luego de ser extraídos; de ahí la serie de disposiciones de contralor

técnico y financiero sobre las empresas cuya violación puede acarrear hasta la caducidad de las concesiones otorgadas; de ahí, en fin, la existencia de obligaciones tales como la del trabajo ininterrumpido, la de observancia de ciertos requisitos previos al abandono de la mina, etc.; limitaciones e imposiciones que no tienen otro fundamento sino el de tutelar la propiedad de este bien común que es el subsuelo y velar por su aprovechamiento en la forma más perfecta e intensiva.

—El 7 de octubre de 1965 el Consejo Nacional de Gobierno precisó el alcance de las excepciones establecidas en el Art. 3º de la Ley Nº 10.327 (Código de Minería).

—Por el Art. 95 de la Ley Nº 13.737 del 9 de enero de 1969 se modificaron los Arts. Nos. 21, 43, 54 y 55 del citado Código.

—El 17 de julio de 1969 el Poder Ejecutivo reglamentó los Arts. 21 y 24 del Código, reglamentación de especial interés para los agrimensores.

—Por el Art. 485 de la Ley Nº 13.892 del 19 de Octubre de 1970 se modificó el Art. 5º del mencionado Código de Minería vigente.

CODIGO DE MINERIA

Decreto-Ley 10.327 de 28 de enero de 1943 vigente desde el 20 de abril de 1943.

Actualizado con disposiciones concordantes y modificativos.

Se transcriben los artículos de interés general y los que regulan la intervención del agrimensor.

Título I — De los yacimientos minerales y de las minas.

ARTICULO 1º — (Objeto del Código). Este Código determina los derechos del Estado y de los particulares sobre los yacimientos y las minas; establece las condiciones requeridas para su investigación y su disfrute y fija la intervención del Estado en la administración y conservación de la riqueza mineral y en el desarrollo de la industria minera.

ART. 2º — (Definición de yacimientos y minas). Se entiende por yacimiento toda masa de sustancia mineral útil que exista en el interior de la tierra o en la superficie; considérase mina un yacimiento de valor industrial que ha sido objeto de concesión con arreglo a lo preceptuado en este Código y sujeto a explotación, entendiéndose por explotación el desarrollo racional de labores tendientes al aprovechamiento económico de las sustancias útiles que integran el yacimiento.

ART. 3º — (Clasificación de los yacimientos). Los yacimientos de sustancias minerales se agrupan en las siguientes clases:

Clase I — Depósitos de hidrocarburos líquidos y gaseosos, combustibles fósiles sólidos y rocas bituminosas.

Clase II — Criaderos y aluviones auríferos y estañíferos.

Clase III — Criaderos de los demás minerales metálicos que sirven de materia prima a las industrias metalúrgicas en general así como de los minerales no metálicos. De estos últimos quedan exceptuados el caolín, las arcillas, las sustancias ocráceas, el yeso, y, en general, las rocas utilizadas inmediatamente, sin transformación que modifique su sustancia, como materiales de construcción y de ornamentación.

(Por decreto del 7 de octubre de 1965 el Consejo Nacional de Gobierno precisó el alcance de las excepciones establecidas en este artículo).

ART. 4º — (Propiedad de los yacimientos). Todos los yacimientos minerales pertenecen a la nación como propiedad imprescindible e inalienable, salvo las excepciones comprendidas en la Clase III del artículo precedente. Los yacimientos no conocidos aún, quedarán de hecho incorporados al patrimonio general de la nación, al ser descubiertos.

ART. 5º — (Quiénes pueden explotar). Los depósitos de la Clase I, sólo pueden ser explotados por el Estado. Los de las clases restantes pueden serlo por particulares mediante concesiones otorgadas con arreglo a este Código. Las piedras y metales preciosos que se encuentren aislados en la superficie del suelo pertenecen al primero

que las tome, no siendo dentro de los límites de una concesión minera. Las sustancias minerales exceptuadas de la Clase III según el Art. 3º que se encuentren en terrenos eriales del Estado, serán de explotación común para los particulares, sin perjuicio del derecho del Estado y bajo las condiciones que se determinen por contrato o por los reglamentos de policía minera.

(Por Ley Nº 13.892 —Art. 485— de fecha 19 de octubre de 1970 fue modificado este artículo 5º, precisando conceptos y tramitación y creando una Comisión Asesora integrada por un representante del Ministerio de Industria y Comercio que la presidirá; un representante del Banco de la República; un representante de la Dirección Gral. de Aduanas y un representante de los industrializadores, elegidos por el Poder Ejecutivo, con el cometido de asesorarlo en todo lo relacionado con la industrialización y comercialización de los minerales de que trata el artículo).

ART. 6º — (Producción de utilidad pública). Se declara de utilidad pública la adquisición por el Estado de toda la producción de los yacimientos de la Clase II, la que será expropiada por el precio que corresponda, conforme a lo establecido en el artículo siguiente. El Poder Ejecutivo podrá hacer extensiva la declaración de utilidad pública a la producción de minerales metálicos o no metálicos comprendidos en la Clase III.

ART. 7º — (Fijación del precio de expropiación).

ART. 8º — (No accesión. Posesión y disfrute. Tradición). Los yacimientos forman un inmueble distinto y separado del terreno o fundo superficial y la posesión y el disfrute de ellos, una vez concedidos, son transferibles como los de los demás inmuebles y con sujeción a las disposiciones de este Código y de las leyes vigentes. La venta o promesa de venta, la donación y la hipoteca de una concesión se celebrarán con sujeción a las disposiciones del Código Civil relativas a los bienes raíces, con excepción de la inscripción en el Registro de Traslaciones de Dominio e Hipotecas, pero la tradición no se considerará hecha ni la hipoteca será válida frente a terceros sino mediante la inscripción de la operación en el libro de concesiones que corresponda.

ART. 9º — (Extensión del carácter del inmueble). Se reputan inmuebles las cosas destinadas a la explotación de la mina con carácter de perpetuidad, como las construcciones, máquinas, aparatos, instrumentos y utensilios empleados en el servicio interior de la concesión sea superficial o subterráneamente.

ART. 10º — (Indivisibilidad de las concesiones). Las minas concedidas no son susceptibles de división material. Tampoco es permitido a los socios o condóminos de una mina, el apropiarse exclusivamente una o muchas labores determinadas. Sin embargo, pueden dividirse el interés de dos o más condóminos.

Título II — De la jurisdicción de minas.

ART. 11º — Jurisdicción económica y administrativa. Inspección General de Minas:

ART. 12º — Incompatibilidades; ART. 13º — Sanción de los contraventores; ART. 14º Jurisdicción contenciosa; ART. 15º — Secuestro o embargo de minas; ART. 16º — Preferencia en el pago de salarios en caso de quiebra; ART. 17º — Ejecución y venta en subasta pública.

Título III — De la exploración.

ART. 18º — (Licencia y zona de exploración). Todo habitante de la República con ciudadanía natural o legal o toda sociedad debidamente constituida y con domicilio legal en el país, puede obtener una licencia para efectuar estudios y trabajos de exploración encaminados al descubrimiento de sustancias minerales útiles en determinada zona del territorio nacional, excluidas de esta zona las concesiones mineras ya en vigencia, pero con la obligación de resarcir los daños y perjuicios que ocasionare con motivo y a causa de sus trabajos en los predios objeto de la investigación.

ART. 19º — (Imposición de la servidumbre - Indemnizaciones). El propietario del suelo y el arrendatario están obligados a respetar ese derecho de búsqueda. Regirá para lo relacionado con la imposición de las servidumbres y la evaluación y el pago de las indemnizaciones, todo lo preceptuado en el decreto-ley del 29 de abril de 1933. La superficie máxima de una zona de exploración será de dos mil hectáreas.

ART. 20º — (Permisos especiales para ciertas exploraciones). No podrán hacerse cateos ni otras labores mineras en terrenos cultivados ni a menor distancia de cuarenta metros de un edificio o de una vía férrea o de un camino público, sin permiso especial de la Inspección General de Minas. Esta concederá la licencia, prescribiendo en el mismo acto las medidas de seguridad que el caso exija, o la negará. Lo mismo se observará cuando hubieren de emprenderse los trabajos a una distancia menor de setenta metros de los canales, acueductos, abrevaderos o cualquier clase de vertientes. Se requerirá, además, permiso de la autoridad militar cuando hayan de practicarse labores a menos de dos mil metros de los puntos fortificados. La contravención a este artículo será penada con una multa de cincuenta pesos o quinientos pesos y, en su defecto, con prisión de quince días a seis meses.

ART. 21º — (Solicitud de licencia). La licencia deberá solicitarse por escrito ante la Inspección Gral. de Minas la que fijará, en cada caso, el depósito en garantía que deberá hacer efectivo, el peticionario, depósito que no podrá ser retirado mientras estén pendientes de arreglo las reclamaciones por daños y perjuicios que, eventualmente, pudieran presentar los dueños de los predios afectados por los trabajos de investigación. En su solicitud, el peticionario de licencia deberá precisar la zona del país que se propone investigar, acompañando croquis a escala 1.100.000 de la misma y declarar cuáles son las sustancias minerales que van a ser objeto de su investigación. El peticionario abonará por concepto de derechos de licencia, la cantidad de cincuenta pesos.

Este artículo fue modificado según **Art. 95 de la Ley Nº 13.737 del 9 de enero de 1969** quedando con el siguiente texto: ART. 21º — La licencia deberá solicitarse por escrito ante la Inspección Gral. de Minas, la que fijará, en cada caso el depósito en garantía que deberá hacer efectivo el peticionante, depósito que no podrá ser retirado mientras estén pendientes de arreglo las reclamaciones por daños y perjuicios que, eventualmente, pudieran presentar los dueños de los predios afectados por los trabajos de investigación. En su solicitud el peticionante de licencia deberá precisar la zona del país que se propone investigar, acompañando un croquis a escala 1.100.00 de la misma, y un **plano de deslinde producido por agrimensor**, para lo cual dispondrá de un plazo de sesenta días, contados a partir del siguiente al de la solicitud; la Inspección General de Minas intimará a los propietarios para que exhiban los títulos de propiedad y permitan al agrimensor actuarario realizar las mediciones de los predios que éste considere necesarias. El propietario no podrá obstaculizar la tarea del agrimensor, bajo pena de multa, cuyo monto será fijado por el reglamento que dictará el Poder Ejecutivo. El peticionante deberá declarar además cuales son las sustancias minerales que van a ser objeto de su investigación. El peticionante abonará por concepto de derechos de licencia la cantidad de \$ 2.000.00 (dos mil pesos). El Poder Ejecutivo podrá actualizar cuando corresponda, el monto de los derechos respectivos.

—La reglamentación de este artículo y del Art. 24º que más abajo se indicará, fue sancionada por el Poder Ejecutivo según **decreto Nº 338/969, del 17 de julio de 1969.**

ART. 1º — Todo solicitante de una licencia de exploración deberá individualizar suficientemente al propietario o propietarios de los fundos afectados y establecer su domicilio, **así como indicar el agrimensor que realizará el plano de deslinde.** Una vez cumplidos estos requisitos se notificará personalmente a los propietarios, de la licencia de exploración solicitada que ha de afectar el inmueble de su propiedad, a fin de que tomen conocimiento de los derechos y obligaciones que establecen el Código de Minería y el decreto-ley Nº 9.026. Asimismo se le notificará **que deben permitir al agrimensor** actuante, cuyo nombre deberá indicarse, las mediciones que fueren necesarias, y que deberá exhibir los títulos de propiedad cuando le fueren solicitados. El propietario no podrá obstaculizar **la tarea del agrimensor** bajo pena de incurrir en multa de hasta \$ 10.000.00, que deberá hacer efectiva en la Inspección General de Minas, de acuerdo con lo que al efecto establecen el Art. 4º y siguiente de este decreto.

Esta reglamentación contiene otros artículos (del 2º al 7º).

ART. 22º — (Condiciones de la licencia).

—ART. 23º (Derechos amparados por la licencia).

Título IV — De las concesiones mineras y de su registro.

ART. 24º — (Solicitudes de registro. — Recurso en caso de resoluciones denegatorias). Este artículo fue reglamentado por el Poder Ejecutivo con fecha 17 de julio de 1969 (decreto Nº 338/969), como se indica más arriba al tratar el Art. 21º.

ART. 25º — (Prospección y explotación — Carácter de las concesiones). En el desarrollo de toda concesión minera se distinguirán las dos etapas que a continuación se definen: A) Primera etapa o período de prospección en que la concesión tendrá carácter de provisoria y en que las labores sólo podrán tender a la comprobación de la existencia del criadero, al reconocimiento de sus características principales, a la estimación de su valor económico y al estudio y planteo del plan más conveniente para su más racional aprovechamiento. B) Segunda etapa o período de explotación en que mediante una concesión definitiva, será permitido el disfrute regular de la mina, previa justificación por parte del concesionario de su capacidad técnica y financiera, dentro de los valores mínimos que permitan la utilización correcta del yacimiento y su conservación en buenas condiciones de laboreo y de seguridad.

ART. 26º — (Concesión provisoria). Para la primera etapa de desarrollo minero que seguirá inmediatamente a un descubrimiento de yacimiento nuevo o al denuncia de una mina abandonada, las labores deberán ampararse con una concesión provisoria de no más de veinte hectáreas de superficie deslindadas dentro de la zona de exploración, o en su caso, de la mina denunciada. Esta concesión será válida por un año y prorrogable sucesivamente en casos justificados, hasta por dos períodos más de igual duración. Cuando la forma de presentarse el yacimiento lo haga necesario, a juicio de la Inspección, podrá duplicarse el área de la concesión provisoria. El peticionante deberá probar al solicitarla que existe yacimiento y que cuenta con recursos suficientes para llevar a cabo con regularidad las labores indispensables. Estas labores se ajustarán a un plan que deberá proponer el concesionario, siempre que este plan no merezca objeción por parte de la Inspección Gral. de Minas.

ART. 27º — (Denuncia de una mina abandonada).

ART. 28º — (Reclamo del concesionario anterior).

ART. 29º — (Abandono de la concesión provisoria).

ART. 30º — (Concesión definitiva). Demostrado en cambio, por los resultados de las labores de acceso o preparatorias, al alcanzar éstas un desarrollo suficiente, que el yacimiento es susceptible de explotación regular, el concesionario podrá canjear el acta de concesión provisoria por otra de concesión definitiva, justificando en debida forma que técnica y financieramente está capacitado para desarrollar la mina y explotarla debidamente y presentando a la Inspección General de Minas un informe detallado con los resultados obtenidos en la investigación y un plan de explotación con la memoria justificativa correspondiente, sujeta a la aprobación de este plan al juicio de la Inspección General de Minas. Antes de cumplirse estos requisitos, de comprobarse mediante inspección el adelanto y el buen estado de las labores preparatorias, de haberse **medido y amojonado la concesión** y de la toma de posesión de la misma por el concesionario, éste no podrá proceder a la explotación de la mina ni retirar de ella las sustancias extraídas, salvo que haya sido autorizado expresamente para ello por la Inspección General de Minas.

ART. 31º — (Condiciones de la concesión definitiva). Al otorgarse una concesión definitiva se fijará el término de su duración, siempre dentro del límite máximo de setenta y cinco años. Las concesiones definitivas serán de forma cuadrada o rectangular y de treinta hectáreas de superficie. En profundidad quedarán limitadas por planos verticales que contengan las líneas del perímetro. Cuando se adopte la forma rectangular, el lado mayor podrá al máximo medir cuatro veces el lado menor. **El plano de mensura y amojonamiento** de la mina será agregado al acta de concesión. El número de concesiones, contiguas o no, otorgadas a favor de una sola persona o sociedad en determinada zona minera, dependerá de la capacidad financiera de aquella y de

las garantías que pueda ofrecer en cuanto a la mejor utilización del yacimiento pero no podrá ser mayor que cuatro.

ART. 32º — (Capacidad técnica del explotador).

ART. 33º — (Laboreo obligatorio conforme a un plan preestablecido).

ART. 34º — (Suspensión de laboreo por causa de fuerza mayor).

ART. 35º — (Suspensión injustificada y caducidad).

ART. 36º — (Arrendamiento de la concesión).

ART. 37º — (Daños y perjuicios-garantía).

ART. 38º — (Obligación del concesionario de comunicar datos estadísticos).

ART. 39º — (Abandono de la concesión definitiva).

ART. 40º — (Responsabilidad del concesionario).

ART. 41º — (Insuficiencia de capital para la explotación correcta).

ART. 42º — (Libros de la Inspección Gral. de Minas).

Título V — De los canones mineros.

ART. 43º — (Canon de superficie). Se transcribe tal como quedó redactado por **Ley Nº 13.737 del 9 de enero de 1969.**

Desde el momento en que se presente una solicitud de concesión provisoria, el interesado tendrá que satisfacer el canon de superficie, a razón de \$ 200.00 por hectárea y por año, pagadero en cuotas semestrales adelantadas. El Poder Ejecutivo podrá actualizar cuando corresponda el monto de este canon. En caso de litigios sobre el mejor derecho a una concesión, cada uno de los que litiguen está obligado al pago del canon sin derecho a reclamo o devolución posterior.

ART. 44º — (Canon de producción - Derecho aduanero).

ART. 45º — (Derechos del descubridor).

ART. 46º — (Sanciones en caso de falta de pago).

Título VI — De las servidumbres mineras y de las indemnizaciones.

ART. 47º — (Imposición de las servidumbres). A partir de la fecha en que un yacimiento es concedido con carácter provisoria para labores de prospección según el Art. 26º, los fundos superficiales quedan sujetos a la servidumbre de ser ocupados en toda la extensión necesaria para la más cómoda ejecución de aquellas y para las obras accesorias como ser: construcción de viviendas, oficinas, talleres, vías de acceso, líneas de energía, captación y aducción de aguas, desagües, pastaje de animales, etc. Las servidumbres referentes a los fundos adyacentes, sin embargo, sólo serán impuestas cuando no puedan constituirse dentro de los límites de la concesión.

ART. 48º — (Servidumbres de paso Caminos). — Los caminos abiertos para una mina aprovecharán a los demás que se encuentren en el mismo asiento y en tal caso, los costos de conservación se repartirán entre los mineros a prorrata del uso que de ellos hicieren.

ART. 49º — (Indemnización previa). — Las servidumbres se constituirán previa indemnización no sólo del valor del terreno ocupado sino de todo perjuicio real ya se cause éste a los dueños de los fundos superficiales ya a cualquier otro. Deberá a ese fin el concesionario deslindar mediante una planimetría detallada a la escala de 1:2.000, la superficie que necesita, presentándola, con la memoria justificativa correspondiente, a la Inspección Gral. de Minas.

ART. 50º — (Procedimiento para la estimación).

ART. 51º — (Procedimiento cuando no hay acuerdo).

ART. 52º — (Peritaje y fallo).

ART. 53º — (Ampliación de las servidumbres — Expropiaciones). — Al pasar las concesiones provisoria a definitivas, las superficies afectadas por la servidumbre podrán ser ampliadas con arreglo al mismo procedimiento, pero también podrá el concesionario e igualmente el propietario del fundo superficial, plantear ante el Ministerio de Industrias y Trabajo la conveniencia o la necesidad de la expropiación. En este caso se seguirá la norma de la ley del 28 de Marzo de 1912, pero abonándose al superficiario el precio de tasación que resultare, con una bonificación no menor del treinta por ciento.

Título VII. — De las Sanciones y de la Caducidad de las concesiones.

ART. 54º — (Sanciones y aplicación de penas pecuniarias).

ART. 55º — (Destino de las sumas recaudadas).

— Ambos artículos fueron modificados de acuerdo a la Ley Nº 13.737 del 9 de enero de 1969.

ART. 57º — (Decretos de caducidad).

Título VIII — De la mensura y amojonamiento de las concesiones.

ART. 58º — (Expedición de instrucciones y designación de operador). — Reconocida por la Inspección Gral. de Minas la procedencia de la demanda de concesión definitiva, según lo establecido en el art. 30, se procederá al deslinde, a la mensura y al amojonamiento de la superficie correspondiente, tomándose en cuenta a este fin la proposición del concesionario, la que será debidamente examinada, previa visita al terreno por la Inspección Gral. de Minas. Esta designará de inmediato técnico operador a quien hará entrega de las instrucciones a que deberá ajustarse estrictamente, en el desempeño de su misión.

ART. 59º — (Quiénes pueden ser operadores). — El técnico operador se elegirá preferentemente entre los afectos a la Inspección; no siendo esto posible se designará un ingeniero o un agrimensor con título expedido por la Facultad de Ingeniería y Ramas Anexas.

ART. 60º — (Citación de concesionarios linderos). — Si hubiera concesiones linderas los respectivos concesionarios o los directores de las minas serán citados personalmente con plazo de cinco días a lo menos, para que puedan presenciar las operaciones ordenadas y hacer las observaciones y reclamos que reputasen convenientes y que se consignarán en las diligencias de mensura.

ART. 61º — (Plazo para la mensura). — Estas operaciones deberán quedar terminadas en el terreno, dentro de (30) treinta días contados a partir de la fecha de las instrucciones.

ART. 62º — (Casos especiales de deslinde). — Si entre la concesión nueva y las linderas existentes, no hubiera terreno bastante para deslindar el área normal o para obtener una forma regular, quedará aquella limitada por el hecho, al terreno restante, no debiendo quedar espacios libres entre las concesiones.

ART. 63º — (Toma de posesión de la concesión). — Medida y amojonada la mina, se dará en el acto posesión de ella al concesionario, quien queda obligado a guardar y respetar sus mojones, la brándose acta.

ART. 64º — (Plano y diligencias de mensura). — El técnico operador entregará a la Inspección el plano y las diligencias de mensura, firmadas éstas por las personas que presenciaron la operación.

ART. 65. — (Examen de la operación). — Resueltas por la Inspección las observaciones y los reclamos si se hubieran hecho, y aprobada la operación, una copia autenticada del plano de mensura se incorporará al acta de concesión definitiva. Los originales del plano y de las diligencias se conservarán debidamente en la Inspección.

ART. 66º — (Gastos ocasionados por la mensura). — Los gastos de las operaciones de que tratan los artículos anteriores, viajes, transportes, peones, alimentos, etc., así como el honorario del técnico operador, serán siempre de cuenta de los interesados. Si el técnico operador fuera uno de la Inspección General, el honorario constituirá un provento del organismo.

ART. 67º — (Nueva ubicación de la concesión). — Si apareciesen ulteriormente nuevos datos para determinar mejor la dirección e inclinación del filón o criadero, el interesado podrá solicitar que se le ubique de nuevo la concesión con tal que no cause perjuicios a terceros. Los honorarios y gastos que con ese motivo se ocasionen, serán también de su cargo. Igualmente serán de cargo del concesionario los gastos de reposición de mojones, cuando por accidente o caso fortuito se derribase alguno. Esta operación sólo podrá efectuarse por un técnico de la Inspección General, con citación previa de los mineros colindantes si los hubiera.

Títulos IX — De los derechos del minero sobre su concesión y de las internaciones.

ART. 68º — (Derechos del minero sobre su concesión).

ART. 69º — (Extensión de labores hacia concesiones vecinas).

ART. 70º — (Internación consumada y responsabilidades).

ART. 71º — (Derechos de los linderos colindantes). — Los concesionarios linderos tienen derecho a visitar la mina vecina personalmente o por medio de un ingeniero nombrado a su requerimiento por la Inspección General de Minas siempre que sospechasen haberse producido internación o que estuviese próxima a efectuarse o temiesen inundación y otro perjuicio de esta especie; o cuando de la inspección geológica, creyeren poder obtener observaciones útiles para sus explotaciones respectivas. Cuando la visita se haya solicitado por motivo de internación que se sospecha, o por temor de inundación, podrán además ser mensuradas las labores inmediatas a la mina del solicitante.

ART. 72º — (Ocultación de labores internadas). — La negativa infundada, la ocultación de labores internadas o cualesquiera dificultades y obstáculos puestos para la inspección o examen, harán presumir falta de buena fe en la internación. Si de la mensura que se practique en este caso, resultara comprobado el hecho de la internación, la Inspección Gral. de Minas ordenará suspender provisoriamente los trabajos en las labores internadas y fijar sellos en los puntos divisorios, mientras los interesados ventilan sus derechos en el juicio respectivo.

ART. 73º — (Internación en terreno vacante o en mina abandonada).

Título X — De las condiciones a que está sujeto el laboreo de las minas.

ART. 74º — (Normas generales).

ART. 75º — (Función de la Inspección General de Minas).

ART. 76º — (Obligaciones de los concesionarios).

ART. 77º — (Cumplimiento de las prescripciones dadas por la Inspección y oposición del concesionario).

ART. 78º — (Aviso de haberse dado cumplimiento a las prescripciones).

ART. 79º — (Falta de cumplimiento y consecuencias).

ART. 80º — (Facultades de la Inspección en caso de peligro inminente).

ART. 81º — (Registro del personal).

ART. 82º — (Reglamento de régimen interior).

ART. 83º — (Libros y planos obligatorios). — En toda mina en actividad se llevarán planos en que estarán representadas las labores ejecutadas, incluso las abandonadas que se distinguirán claramente y las en ejecución, haciendo constar el avance mensual de éstas. Entre las abandonadas se indicarán las inaccesibles. Habrá también un plano completo, en el que se representarán cuantas obras, vías, edificios, líneas eléctricas, corrientes de agua naturales o artificiales, lagos, lagunas, estanques y, en general, cuanto pueda sufrir daños derivados del laboreo minero o constituir un peligro para éste y se encuentre dentro de los límites de la concesión o en la proximidad a menos de doscientos metros de esos límites. Si los planos y libros no se llevasen en la forma prescripta o adoleciesen de errores notables, así como si no se hubiesen entregado los datos anuales en época oportuna, la Inspección mandará ejecutar o reformar dichos documentos a costa del explotador, sin perjuicio de aplicar las penas correspondientes.

ART. 84º — (Comunicación de sucesos desgraciados).

ART. 85º — (Facultades de la Inspección en caso de accidentes).

ART. 86º — (Trabajos de salvamento).

ART. 87º — (Medios de salvamento y servicios de urgencia).

ART. 88º — (Obligaciones de los concesionarios vecinos).

ART. 89º — (Medidas en caso de huelga en centrales de generación).

ART. 90º — (Reglamento obligatorio de policía y seguridad).

Título XI — De las minas de compañía y de comunidad.

ART. 91º — (Disposiciones legales que se aplican).

ART. 92º — (Designación de representante común).

ART. 93º — (Convocatoria para la elección).

ART. 94º — (Forma de elección).

ART. 95º — (Fallecimiento de un socio o comunero).

ART. 96º — (Registro de documentos relativos a la existencia de la compañía o comunidad).

Título XII — Disposiciones transitorias. — Arts. 97 al 101.

CALCULO DE MENSURA

La utilización de algunos de los espectaculares avances tecnológicos de los últimos tiempos, es materia a la que debemos habituarnos en la práctica profesional corriente, por cuanto han llegado al área de aplicabilidad que los hace accesibles a todos los profesionales agrimensores.

En particular queremos referirnos al uso de las modernas computadoras para el cálculo de mensuras. La sencillez, rapidez y economía del método nos han llevado a solicitar al Instituto de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura una breve exposición sobre la forma práctica de aplicar el sistema, por considerarlo de real interés para los colegas, a quienes sugerimos la conveniencia de su utilización, por lo menos una vez a título de experiencia, que estamos seguros los satisfará.

Transcribimos el trabajo citado que nos proporcionara el Instituto de Agrimensura.

CALCULO DE MENSURA CON LA COMPUTADORA IBM 360/44

El Instituto de Agrimensura tiene ya en uso el programa de cálculo de polígonos con la computadora IBM 360/44 (Computadora que está instalada en el 5º piso de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura).

Dicho programa es de muy fácil aplicación para todos los agrimensores, aún para aquellos que no han tenido la oportunidad de asistir a cursos de Lenguaje Fortran, o a cursos de información sobre el tema.

El programa que se encuentra en funcionamiento calcula directamente mensuras realizadas por el método de rodeo.

Consta de dos fases.

En la primer fase se introducen convenientemente ordenados:

1) Los datos de campo: ángulos de la poligonal, ángulos polares a los puntos que pertenezcan o no a límites del predio, distancias de los lados de la poligonal y distancias polares.

2) Datos adicionales: Coordenadas de un punto de la poligonal, azimut correspondiente al punto de coordenadas conocidas, tolerancia requerida y cómo se desea la compensación de la poligonal.

Resultado de esta fase: Si el vector de cierre es menor que la tolerancia se obtiene el valor del vector de cierre, las coordenadas de los puntos de la poligonal y de las polares pertenecientes o no al predio.

Si el vector de cierre es mayor que la tolerancia, se obtiene un mensaje que dice ERROR DE MENSURA, el valor del vector de cierre, el azimut de todas las direcciones, y las proyecciones delta X y delta Y de todos los lados poligonales o polares.

Es decir que en esta fase la computadora calcula el cierre del polígono, y si éste es aceptable compensa el polígono y calcula coordenadas.

En la segunda fase se introducen:

Las coordenadas de los puntos que pertenecen al predio.

Resultado de esta fase: Las coordenadas de los vértices del predio, las distancias de los lados del predio, el rumbo de cada uno de ellos y el área resultante.

Se ha confeccionado una planilla con la finalidad de hacer más accesible la aplicación de este cálculo con la computadora, la cual transcribimos y comentamos a continuación:

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

INSTITUTO DE AGRIMENSURA

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Tolerancia admitida | (1) Proporcional a las Distancias |
| Tipo de compensación | (2) Proporcional a las Proyecciones |
| Coordenadas iniciales | Azimut inicial |

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| K = 0 si el punto es poligonal | K = 1 si el punto es polar |
| J = 0 si el punto no es del predio | J = 1 si el punto es del predio |

Casillero para la tolerancia:

Ejemplo: Tolerancia admitida: 0.0002 (el ejemplo equivale a la tolerancia de 1/5000)

Coordenadas iniciales X e Y para el primer punto a calcular:

Ejemplo:

| | | |
|-----------------------|---|----------|
| | X | 100.000 |
| Coordenadas iniciales | Y | 2514.500 |

Tipo de compensación:

Proporcional a las Distancias, Proporcional a las Proyecciones

Ejemplo:

Tipo de Compensación

| | |
|-------------------------------------|---|
| (1) Proporcional a las Distancias | 1 |
| (2) Proporcional a las Proyecciones | |

(En este ejemplo se pediría que las proyecciones se compensen proporcionalmente a las Distancias)

El Azimut inicial para el primer lado del polígono:

Ejemplo:

Azimut inicial 904500

Seguidamente se colocan en la planilla los datos de cada punto a calcular.

Estos datos son: Nº de punto, Angulo, Distancia, K y J.

Los números de los puntos serán anotados en los casilleros a tal efecto; los cuales tienen capacidad para 10 cifras. Se ha convenido anotar los puntos poligonales con sus dos últimas cifras 99 y las polares tiradas de dichos puntos de 01 a 98, con la característica de la estación poligonal.

Ejemplo:

| PUNTO | |
|-------|----------------------|
| 1 9 9 | — estación 1 |
| 2 0 1 | — polar desde 2 (2") |
| 2 0 2 | — polar desde 2 (2") |
| 2 9 9 | — estación 2 |
| 3 9 9 | — estación 3 |

Las polares irán colocadas antes de su respectiva estación, y las polares tiradas desde el primer punto, irán colocadas al final de todo o sea después del último punto poligonal.

Los ángulos del polígono de operaciones deberán ser corregidos antes de ser introducidos como datos en la planilla.

Las distancias serán anotadas a continuación, teniendo en capacidad hasta cinco cifras enteras y tres decimales.

Ejemplo:

DISTANCIA
2 3 3 . 2 5 0 = m. 233,25

Por último la identificación de cada punto, K y J.

La K indicará si es polar o no; y la J si el punto es límite del predio o no.

| | |
|---|---------------------------|
| K=0 si el punto es poligonal | K=1 si el punto es polar |
| J=0 si el punto no es límite del predio | J=1 si el punto es límite |

—Este programa ya aplicado por muchos colegas trae aparejado un ahorro de tiempo muy importante sobre todo en mensuras de cierta magnitud.

En resumen y en general se puede disponer del cálculo terminado de una mensura en un tiempo que oscila entre 24 y 48 horas.

El Instituto se encuentra a disposición de los agrimensores a los efectos de ampliar esta información y asesorarlos al respecto.

EXPROPIACIONES

Ley Nº 13.899. — Se establece el régimen a aplicarse en las expropiaciones para las obras de transformación y construcción de rutas nacionales.

Poder Legislativo.

El Senado y la Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay, reunidos en Asamblea General, decretan:

Artículo 1º — En las expropiaciones para las obras de transformación de las Rutas 5, 8 y 26, los poseedores con más de diez años de posesión continua y pacífica, serán equiparados a los propietarios con título perfecto.

Art. 2º — La prueba de la posesión, con los caracteres indicados en el artículo anterior, podrá probarse por instrumentos públicos, por documentos privados reconocidos o por intermedio de tres testigos idóneos avecindados en la localidad.

Para la prueba de testigos, será suficiente con la constatación de la declaración hecha ante Juez de Paz o Escribano Público.

Art. 3º — En las expropiaciones a que se refiere esta ley no se aplicarán los artículos: 1º, incisos A) y B), de la ley Nº 9328, de 24 de marzo de 1934; 99 de la ley Nº 13.241, de 31 de enero de 1964, y 3º de la ley Nº 13.319, de 28 de diciembre de 1964.

Art. 4º — En los casos de expropiación se deberá entregar a los interesados, libre de todo gasto, un plano del área que reste, una vez deducida la parte expropiada de la totalidad que arroje el plano inscripto que a tales efectos deberán presentar aquellos. Dicho plano será confeccionado por composición gráfica. Para dicha inscripción no regirá la obligación de verificar la concordancia de límites impuesta por el artículo 286 de la ley número 12.804, de 30 de noviembre de 1960.

Art. 5º — En las expropiaciones de predios destinados a la construcción de carreteras, a que se refiere esta ley, no se requerirá escritura pública, documentándose por acta notarial, que se inscribirá en el Registro de Traslaciones de Dominio.

Art. 6º — Para la desocupación del bien expropiado regirá lo dispuesto en el artículo 42 de la ley Nº 3.958, de 28 de marzo de 1912, en lo que no se oponga a la presente ley.

Art. 7º — No se considerarán válidos, respecto al expropiante, los contratos celebrados por el expropiado con posterioridad al acto que declaró afectado el bien y que implique la constitución de algún derecho sobre el mismo o a su respecto.

Art. 8º — Las hipotecas, aún inscriptas con anterioridad al decreto de designación del bien a expropiar, no afectarán el bien expropiado, que una vez otorgada la escritura de expropiación o acta notarial, en su caso, queda libre de gravamen, recayendo el derecho del acreedor hipotecario sobre la indemnización, que quedará a la orden del acreedor.

Art. 9º — En todos los casos previstos en la presente ley, el Juzgado dispondrá el levantamiento de oficio y sin más trámite de todos los embargos e interdicciones que afecten el bien expropiado, sea de la fecha que fuera, comunicándolo posteriormente a quien corresponda. El embargo o interdicción subsistirá sobre la parte del obligado en el precio de la enajenación.

Art. 10º — Comuníquese, etc.
Sala de Sesiones de la Cámara de Senadores, en Montevideo, a 3 de Noviembre de 1970.

Alberto E. Abdala, Presidente. José Pastor Salvanach, Secretario.
Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Educación y Cultura. Montevideo, Noviembre 6 de 1970.

Cúmplase, acútese recibo, comuníquese, publíquese e insértese en el Registro Nacional de Leyes y Decretos. Pacheco Arco — Walter Pintos Risso — César Charlone — Carlos M. Fleitas.

Algunas consideraciones.

El proyecto de esta ley fue presentado al Parlamento por el Poder Ejecutivo en

octubre de 1965, y luego de lento trámite, aprobado con ligeras modificaciones por la Cámara de Representantes el 8 de mayo de 1968.

Radicada en el Senado, varios intentos para su aprobación se vieron frustrados, hasta que este Cuerpo, sorpresivamente por lo menos para nosotros, en su sesión de noviembre 3 ppdo., aprobó prácticamente sin discusión el proyecto sancionado por Representantes, quedando convertido en ley al promulgarlo el Poder Ejecutivo el 6 de noviembre último.

Contiene varias disposiciones e innovaciones de importancia, que requieren un estudio detenido que en el momento no estamos en condiciones de realizar. No obstante, por referirse expresamente al plano de mensura y relacionarse por lo tanto directamente con nuestra profesión, queremos formular desde ya un comentario primario al artículo 4º. En la primera parte establece: "En los casos de expropiación se deberá entregar a los interesados libre de todo gasto, un plano del área que reste, una vez deducida la parte expropiada de la totalidad que arroje el plano inscripto que a tales efectos deberán presentar aquellos".

Se ha adoptado aquí un criterio expeditivo y un tanto simplista para resolver el problema de las reclamaciones de los expropiados referente a plano del "resto" de la propiedad, reclamación que se funda en que dicha eventual carencia es un daño emergente de la expropiación (art. 29 ley 3958).

Se dispone generosamente, entregar en todos los casos ese plano del resto, con la sola condición de que exista un plano inscripto del total del bien. Se agrega esta facilidad a la no aplicación que generalmente se hace en la fijación de la indemnización, de las normas del art. 32 de la ley 3958, en cuanto se refiere al mayor valor que adquiere el resto del bien por la obra pública. Sin emitir un juicio definitivo, creemos que la generalización realizada no es la solución adecuada.

Está además involucrado otro aspecto, que nos afecta directamente y que se refiere a la incidencia de tal disposición en nuestras fuentes de trabajo. Este punto requiere ser considerado con gran ponderación, y lo estimamos sumamente difícil. Se contraponen en él el interés particular de nuestra profesión, el general de la comunidad y los del Estado como expropiante. El juicio certero podrá surgir de la colaboración de los colegas.

Continúa en su segunda parte el aludido artículo 4º, indicando ciertas normas sobre como confeccionar el plano que debe entregarse "libre de todo gasto" y dice así:

"Dicho plano será confeccionado por composición gráfica. Para dicha inscripción no regirá la obligación de verificar la concordancia de límites impuesta por el artículo 286 de la ley número 12.804, de 30 de noviembre de 1960".

Esta segunda parte tiende a facilitar la realización por las oficinas estatales de la gran tarea que es consecuencia de la primera parte. El argumento básico que se esgrime en el mensaje del Poder Ejecutivo puede resumirse en que hacer el plano bien de la fracción restante, cumpliendo las normas legales, dará mucho trabajo, y entonces cortando por lo sano, se establece que no se cumplirá la ley (art. 286) para que todo resulte más barato y cómodo.

El argumento no nos convence y seguimos creyendo que el plano de mensura, siempre y en todos los casos, debe ser un documento serio, veraz, auténtico, que ofrezca total confianza a quienes lo firman y a quienes han de basarse en él para realizar cualquier acto contractual. Esas coordenadas no se darán en los planos que esta deplorable disposición que comentamos autoriza, y que sin ninguna duda es una lamentable regresión, un triste paso atrás en la lucha que mantenemos por el perfeccionamiento y jerarquización del plano de mensura como documento técnico-jurídico, base en la identidad y caracterización del inmueble en la contratación.

Volvemos a los planos-copia de gabinete, sin ninguna garantía de autenticidad y correlación con la realidad del bien. Esos dibujos o planos, pueden estar desvirtuados en los hechos por vicios originales de confección o situaciones surgidas posteriormente, que hayan modificado límites y áreas, configurando cambios de titularidad del dominio al amparo de la prescripción u otras normas legales.

El tema da para mucho y solicitamos a los colegas, le presten su atención y estudio pues será necesario volver sobre él.

L. R. G.

DIA DEL AGRIMENSOR

El día 28 de noviembre último, en los Salones de la Agrupación Universitaria, se realizó esta tradicional celebración del gremio, contando con una entusiasta concurrencia. Se efectuó con el mismo esquema de años anteriores, es decir, homenaje a los socios jubilados y colegas egresados en el último período y reunión social con lunch.

El Presidente de la Asociación pronunció palabras alusivas, ofreciendo el acto a los homenajeados, que lo fueron:

Socios Jubilados: Agrimensores Señores Uruguay Beca, Juan Carlos Iglesias, Juan A. Mullin Thevenet, Luciano Quintas Rossi y Juan B. Solari.

Egresados: Agrimensores Señores Alberto Amestoy Monteavaro, Juan C. Bayeto Ruggia, Rogelio Braceras Chediak, Julio C. Costa Caramés, Manuel Campal Dibarbner, Esteban Dorries Brune, Eduardo de los Campos, Jorge Faure Varangot, Tabaré Farina Montaña, Francisco González Bianchi, Luis L. Guimaraens Pérez, Daniel Gravingna Vignolo, Alfredo Introini Morales, César Iarlori Plada, Francisco López Chirico, Rodolfo Lutzen González, Hugo Lluberías Ramírez, Ariel Mera Valverde, Ricardo Moles Ortiguera, Walter Muinelo Pérez, Alberto Martínez Indart, Rodolfo Núñez Canessi, Hugo Oliveri Milanesi, Ernesto Pedetti Sotelo, César Paolino Ríos, Fernando Ríos Reggi, José Luis Souto Lorenzo, Miguel Saldaña Pastarini, Edgardo Daniel Segovia Sosa, Alcides Telles Almenar, Mario Tabaj Isaac, Horacio Taborda Rumi, Oscar Weistal Satkin, Esteban Xavier Avila y Ruben Zerboni Faroco.

Por los egresados, agradeció el homenaje con oportuna improvisación el Agrimensor Ariel Mera Valcerde.

El acto social y lunch se desarrollaron en un marco de muy alta cordialidad y entusiasmo, realzados por una numerosa concurrencia de damas.

APLICACION DE TIMBRES EN PLANOS DE MENSURA

(Artículo 23 de la ley 12.997)

CAJA DE JUBILACIONES Y PENSIONES DE PROFESIONALES UNIVERSITARIOS

El Directorio:

Visto la consulta formulada ante las oficinas por el Sr. Jefe de la Dirección de Catastro de Flores respecto de la aplicabilidad de los tributos establecidos en el art. 23 de la ley 12.997 de 28/XI/1961 y modificativas, en los planos de mensura realizados en predios particulares por técnicos oficiales o por oficinas públicas estatales;

Atento la opinión de la Asesoría Letrada y la Comisión del Art. 23.

Se resuelve, por unanimidad: 1º) Declarar que el tributo establecido en el inc. G del art. 23 citado en la parte expositiva es exigible en todos los casos, al no existir ninguna norma legal que declare exenciones en dicha tributación, siendo, el tributo de cargo del propietario del inmueble. 2º) Declarar asimismo que la norma general indicada en el inciso A del referido artículo 23 establece la exoneración solamente del timbre previsto en dicho inciso A (valor \$ 50.00 según el Art. 1 numeral 7 del decreto reglamentario Nº 268/970 de 9/6/970) en el caso de los profesionales que en su actuación se encuentren amparados por el Banco de Previsión Social, Sector Caja Civil. 3º) Comuníquese a la Dirección General de Catastro y Administración de Inmuebles Nacionales solicitándole la interpretación uniforme de dicha norma. (Acta 1222, sesión de noviembre 5 de 1970).

LA CUOTA SOCIAL

De los Estatutos Sociales:

"Art. 10. — Son deberes de los socios:

"a) Abonar la cuota que fije la Comisión Directiva.

"b)".

A fin de facilitar el cumplimiento de esta fundamental obligación de los asociados, les recordamos que las disposiciones actualmente vigentes sobre cuotas sociales son las siguientes:

- A) Socios Activos radicados en Montevideo: La cuota social se integra con una parte fija de \$ 200.00 mensuales y con el Timbre Profesional por cada plano que se registre.
- B) Socios Activos radicados en el Interior: \$ 200.00 mensuales (No pagan Timbre Profesional).
- C) Socios Jubilados, Suscriptores y Activos que hayan declarado ante la Caja de Jub. y Pens. de Profesionales Universitarios no ejercer la profesión: \$ 50.00 mensuales.
- D) Socios Honorarios y Fundadores: Exonerados del pago de cuota social.
- E) Los Socios Activos, en el primer año de egresados, abonan la mitad de la cuota mensual, o sea \$ 100.00.

Puntualizamos que el Timbre Profesional debe abonarse en el acto del registro del plano y que su importe es el siguiente: "10% (diez por ciento) del valor del tributo que en ese acto se abona para la Caja de Jubilaciones y Pensiones de Profesionales Universitarios, sin tener en cuenta en este valor el importe del timbre de firma profesional y aproximando dicho 10% a múltiplos de 10. El pago por cada plano del Timbre Profesional tiene un mínimo de \$ 100.00 (cien pesos) y un máximo de \$ 1.000.00 (mil pesos)".

Además debe tenerse presente que la Asamblea General Ordinaria celebrada el 30 de abril de 1969, autorizó a la Comisión Directiva a eliminar del registro de socios a quienes tengan más de un año de atraso en el pago de las cuotas sociales y una vez agotadas las instancias previas de cobro necesarias. Lamentablemente esta drástica resolución ha debido aplicarse ya en varias oportunidades, lo que desde luego es de deplorar.

Colabore en **A G R I M E N S U R A**

Infórmese al respecto en la Secretaría de la

Asociación de Agrimensores del Uruguay

AGRIMENSURA

**PUBLICACION OFICIAL DE LA
ASOCIACION DE AGRIMENSORES DEL URUGUAY**

AÑO XXXV

Montevideo, Abril de 1971

Nº 26

ASOCIACION DE AGRIMENSORES DEL URUGUAY

Sede Propia: Calle TREINTA Y TRES 1334 - Esc. 31 — Teléfono: 8 02 54

MONTEVIDEO (URUGUAY)

Fundada el 26 de abril de 1928.

Con Personería Jurídica concedida el 28 de setiembre de 1933.

Miembro Fundador de la Federación Latino Americana de Agrimensores.

Integrante de la Agrupación Universitaria del Uruguay.

COMISION DIRECTIVA (Período 1970-1971)

| | | |
|---------------------------------|------------|-------------------------|
| Presidente | Agrimensor | Lorenzo Rodolfo Gepp |
| 1er. Vice Presidente | " | Carlos Lluberas |
| 2do. Vice Presidente | " | Carlos Pollio |
| Secretario (1er. Período) | " | Ever Irisity Jover |
| Secretario (2do. Período) | " | Miguel A. Aguila Sasser |
| Pro Secretario | " | José Hantzis |
| Tesorero | " | Augusto López Morúa |
| Pro Tesorero | " | Eduardo Fernández Tuneu |
| Bibliotecario | " | José L. Niederer |
| Vocal | " | Godofredo Balarini |
| " | " | Alberto Benavidez |
| " | " | Héctor R. Damasco |
| " | " | Lorenzo Mallo Román |
| " | " | José L. Souto |

COMISION FISCAL

| | |
|------------------|----------------------|
| Agrimensor | Emilio Boix Larriera |
| " | Walter De León |
| " | Carlos Hughes |

DELEGADOS ante la Agrupación Universitaria del Uruguay

Titular: Agrimensor Arnaldo Meneghetti

Suplente: Agrimensor Walter De León

DELEGADO ante la Federación Latino Americana de Agrimensores
Agrimensor Carlos Steffen