

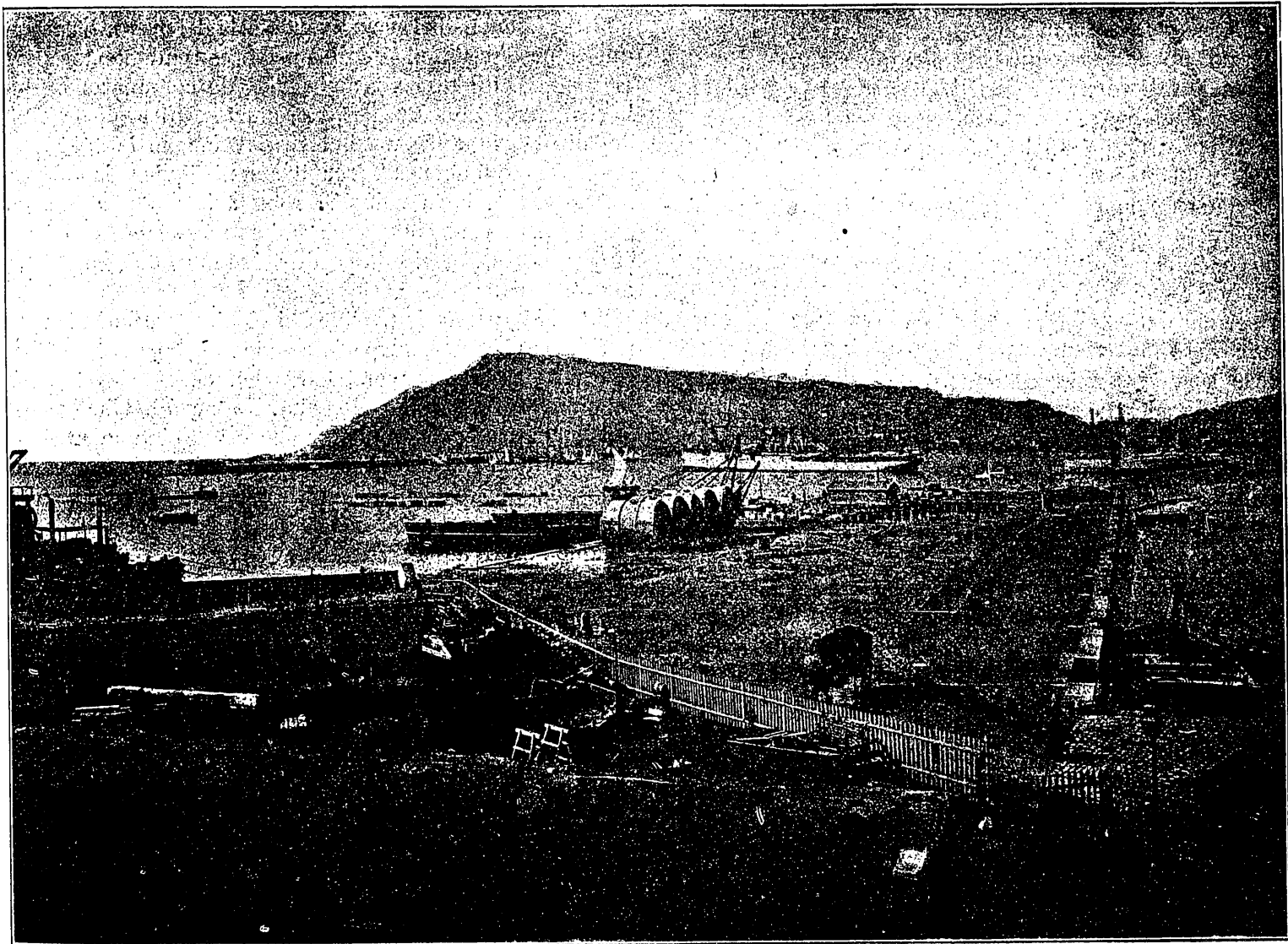
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente (interino). D. Antonio Morales Amores, Ingeniero Jefe de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo. *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9. vral.



... Puerto de Barcelona. — Muelle de Cataluña

CANALES DE RIEGO

El problema en España de los canales de riego constituye, á nuestro juicio, la más grande y práctica aspiración para conseguir el aumento de la riqueza general del país, y esta cuestión, propia del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, es de tal importancia, que con orgullo vemos cómo nuestros compañeros se dedican á ella con afán.

No es un usual alarde de modestia el que me hace de-

cir que no soy el Ingeniero llamado á tratar esta cuestión; pero hace algunos años publiqué unos artículos que de ella trataban, y tan convencido estoy de la importancia que en sí encierra el problema, que hoy vuelvo con el mismo tema y casi con los mismos artículos, más que á dirigirme á mis compañeros, á hablar como pudiera hacerlo el más ajeno á nuestra profesión y que á los más ajenos también á ella se dirigiera.

Y conforme con esto, y para mayor claridad, voy á dividir en dos partes lo que decir me propongo: 1.ª Magni-

tud del efecto producido por el riego. 2.ª Posibilidad técnica y económica del problema ó imposibilidad de que hasta hoy se haya resuelto.

1.ª Para formarse idea de lo que supondría el riego en nuestro suelo, hay que calcular la diferencia de productos del terreno antes y después de él, y para esto habría que ver la cosecha líquida recogida en uno y otro caso, cuestión enlazada con la de la cantidad de simiente empleada por unidad superficial. Estos elementos son muy variables, ya por el clima, ya, en una misma región, por la configuración del terreno, naturaleza del suelo y subsuelo, cantidad disponible de abonos, condiciones económicas del labrador ó cantidad de terreno de que puede disponer, ó ya, por último, por efecto de la costumbre y la rutina, por más que esta última tenga menos influencia de la que vulgarmente se cree. Tendremos, pues, que elegir determinadas condiciones, y para ponernos, como es lógico, en el caso peor, no supondremos que la región que vamos á estudiar sea esa de valiosos frutos cual la naranja y otros de Levante y Andalucía, en que el riego produce resultados maravillosos, ni que los terrenos que suponemos regados se vayan á convertir en huertas.

Elijamos una región en que por haber una regular abundancia de lluvias no produce el riego aumentos tan grandes de riqueza, y hablemos únicamente de cereales, tanto por ser el primer elemento contra el hambre, como por ser el producto en que más pequeños efectos produce el agua. Hemos tomado datos con este objeto en algunas provincias de Sur y Levante; hemos estudiado la cuestión en la región de que antes hablamos en terrenos ondulados, y hemos comparado en la misma región terrenos situados en vega y de regadío con otros en iguales condiciones, pero sin agua, y ha sido entre estos últimos, como debía ser, donde menores son los efectos que con los canales pueden conseguirse.

Detengámonos aquí para hacer la comparación y elijamos terrenos situados en vega que hayan de producir cereales y que estén en una región de regular abundancia de lluvias, condiciones que acabamos de decir son las peores para el efecto que queremos ver, como luego, además, comprobaremos.

En estos terrenos se siembra una hectárea de secano con dos hectólitros de trigo, y siendo muy común el rendimiento anual en un decenio de 7×1 , el producto bruto será de 14 hectólitros, al que corresponden (con una explotación al 50 por 100) siete de producto líquido. Esa misma hectárea de terreno, regada, se siembra con tres hectólitros, pero el rendimiento ordinario no es menos de 11×1 ; y descontando por gastos de explotación 15 hectólitros, algo más del doble que antes (en cuyo número incluimos, aumento de contribución, canon de riego y aumento de labores), resulta un rendimiento líquido de 18 ó sea un aumento con relación al secano de 11 hectólitros por hectárea, número que no puede juzgarse exagerado, porque si bien hay algún secano que produce el 12, hay mucho regadío que produce el 16.

Luego con una red de 5.000 kilómetros de canal que regasen una zona de cuatro kilómetros de ancho, los 2.000.000 de hectáreas á las que cupiera el beneficio producirían un aumento líquido de utilidad de 22 millones de hectólitros, que á razón de tres duros por hectólitro, suponen 66 millones de duros, ó sea un aumento de valor para la riqueza tierra de 1.320.000.000 de duros, número

tan grande que su valor sólo se comprende bien si se le compara con lo que supone el capital de toda la deuda pública de España.

Y, á pesar de llegar á esa cifra tan considerable, vemos que nos hemos conservado muy por bajo de la realidad, puesto que, según nuestros cálculos, el valor en venta de la unidad de regadío, respecto al secano, sería de 250×100 , y vemos que en las transacciones ordinarias es mucho más, llegando hasta el 1.000×100 , como debe ser, entre otras cosas, porque hemos considerado sólo cereales, prescindiendo de los otros frutos que, gracias al agua, dan resultados que superan á las esperanzas, como alguna vez hemos tenido ocasión de ver; y por eso podemos decir que con la red de canales de que antes hablábamos conseguiríamos, por lo menos, un aumento de capital en la nación de 1.320 millones de duros, resultado tan grande que no hace falta añadirle como ventajas la del mayor bienestar que se produciría, ni la de los mayores rendimientos para el Tesoro, ni la de las grandes vías de comunicación que harían falta para mover esos productos, ni la de la serie de industrias que á su sombra nacerían, ni la del mejor empleo de inteligencias y capitales, ni siquiera la del problema social, cuya solución retrasaríamos por muchos años, para que se comprenda la importancia de semejante empresa, que por sí sola produciría tan grande cambio en nuestro país.

2.ª Estudiemos la posibilidad técnica y económica del problema. No nos ocupáramos de la primera si no fuera porque á Ingenieros eminentes hemos oído decir sería todo imposible por falta de agua. No voy á hablar por eso del caso de huertas en que por necesitar el agua en el estiaje pudiera ser cierta, en algunos casos, la antedicha objeción, y si voy á fijarme otra vez en los cereales, cuya cosecha se asegura con dos riegos en la primavera, pues aunque faltara agua en el otoño y se perdiese lo sembrado, se tiene el remedio con sembrar á principios de primavera trigo tremesino.

Para esos dos riegos se tiene bastante con una capa de agua de 0,08, que son 800 metros cúbicos por hectárea, ó sean 1.600 millones de metros cúbicos en la superficie que suponemos regada. Ahora bien: en una gran parte de Galicia y Asturias llueve un metro, y en lo más árido de Castilla 40 centímetros. Elijamos un término medio, lo que es lógico, porque el agua no hemos de ir á recogerla donde llueve 0,40 metros, sino cerca de las montañas; los 1.600 millones de metros cúbicos necesitarían cuencas cuya suma de superficies estaría representada por

$$\frac{1.600.000.000}{0,7} \times 2$$

(suponiendo que la mitad del agua recogida se pierde por evaporación y filtraciones que no vuelven á aparecer) ó sean 4.570 metros cuadrados, ó sea casi la centésima parte de la superficie de España. Y si contamos con que por no complicar hemos despreciado elementos tan importantes como el de que el agua de los riegos no es absorbida ni con mucho por los vegetales, sino que vuelve á salir para poder ser otra vez empleada, y como el muy grande del deshielo, y algunos otros de menor importancia, comprenderemos que el agua que tendríamos que recoger sería la de mucha menor cantidad de superficie, y que, por tanto, al parecer, hay agua muy de sobra para alimentar los canales de que nos ocupamos.

Y si hay algunos que creen que no habría agua bastante, son muchos los que dicen que no habría dinero suficiente, y por eso voy á demostrar que acaso sea esto un error.

Canales de las dimensiones convenientes para regar una faja de cuatro kilómetros, todo el mundo tiene una idea de lo que puede ser y de que su coste no es comparable en España al de los caminos de hierro, sobre todo con la inmensidad de túneles y viaductos que exigen nuestras fragosas montañas (que á nadie se le ocurriría ir á regar); pero supongamos cuesten lo mismo que los ferrocarriles más caros, ó sean 180.000 pesetas por kilómetro. Aun así, se necesitarían para la gran red de que hablábamos 900 millones de pesetas, que en veinte años que, por lo menos, se han de emplear, no suponen más de 45 millones anuales, de los cuales correspondería al Estado, como subvención, la exigua cantidad de 11 millones de pesetas.

Que habrá aun solo en España capital para ello, nos parece evidente, cuando el ahorro medio anual es en nuestro país, según los banqueros más inteligentes en la materia, de 1.000 millones de pesetas; y en cuanto á lo que ha de pagar el Estado, es más evidente que puede hacerlo, no sólo por lo reducido de la cantidad, sino porque, aun suponiendo variado el absurdo tipo actual de la contribución territorial y rebajado al 10 por 100, el Estado recibiría un aumento de ingresos por el de la riqueza imponible de 6.600.000 duros.

Y ahora se ocurre preguntar: ¿Por qué si es esto tan evidente y tan reproductivo para todos, no se han empleado ahí los capitales y no que sigue España considerada por propios y extraños como un país atrasado del que hasta en las más elementales Geografías se consigna el dato de la aridez de sus mesetas?

Dejemos á un lado, aparte de la natural apatía de nuestro pueblo, el que nadie se haya ocupado de semejante idea, salvo la consoladora excepción del Cuerpo de Caminos, y vengamos á otro orden de consideraciones. Muchos hay que dan por razón la poca voluntad de los terratenientes para tomar el agua para riegos, pero no creemos pueda sostenerse eso en un país donde se saca agua desde 60 metros de profundidad con máquinas de vapor para emplearla solamente en regar, donde hay frecuentes delitos por cuestiones de riego y donde los canales construídos hasta hace medio siglo emplean con rigurosa exactitud el agua que llevan.

Las razones del mal creemos se pueden reducir á tres principales:

1.^o El Estado, al hacer las concesiones, *sin perjuicio de tercero*, puede decirse que no hace más que conceder personalidad para sostener una serie de pleitos, dado el modo como en nuestro país está la cuestión. En España hay tomas de agua de tiempo de los árabes en donde se han hecho todo género de variaciones sin contar con nadie, hay concesiones reales de siglos pasados que, en obsequio á la verdad, están tan bien hechas como pudieran hacerse hoy; hay otras de otros tiempos que, literalmente, no se sabe lo que conceden; aprovechamientos hay que por todo título tienen la sentencia de un pleito sostenido siglos ha, en que ni por incidencia se habla de la cantidad de agua, y hay, finalmente, muchos casos en que no se puede invocar otro título que la prescripción.

Ante este caos, ¿tiene nada de extraño que nadie, celoso de sus intereses, emplee el capital en riegos? No. Lo

inevitable es que el Estado, río por río y trozo por trozo, y del modo que mejor le parezca, examine el agua que tiene dueño y la que puede considerarse como suya, y ordenando la inscripción de aquélla, pueda todo particular á quien se haga la concesión, saber, en el momento que lo desee, cuánta es el agua de que hay dueños anteriores y preferentes, para poder deducir por el aforo de lo que puede disponer sin que nadie venga á perturbarle en su derecho; y el Estado es quien sólo puede, dando plazos ó nuevas leyes, ó como quiera, arreglar una cuestión que, no arreglada, imposibilitará, como hasta aquí lo hizo, el que nadie arriesgue su capital en empresa de tan dudoso éxito.

2.^o El Estado concede como gran cosa, á título de subvención, la exención del aumento de impuesto á los regantes por cierto tiempo, creyendo que esto es igual á una subvención en metálico, lo que no es cierto. Lejos de eso, creemos que al particular se le debería exigir la contribución como regadío, no desde el momento en que riega, sino desde aquel en que puede regar, pues si no lo hace será por considerar su terreno sin agua más productivo que con ella.

De este modo el particular regaría, el Estado pagaría una subvención en metálico que, sobre ser muy pequeña, ya vimos la obtenía con creces por otro lado, y el concesionario tendría, además de la subvención del Estado, la garantía de que los propietarios le tomarían el agua en vez de emprender la lucha de dejarle sin interés su capital para obligarle á cederla casi de balde, como hoy ocurre.

3.^o El canon que se han propuesto las empresas es excesivo á diferencia de nuestros antepasados, que lo tenían reducidísimo, aun habida cuenta la baratura de las obras en tiempos pasados.

Concesionario extranjero ha habido que en apartado rincón de España creía, sin duda, que los nuevos regadíos iban á ser, desde luego, huertas en los alrededores de París y Londres, y establecía un canon que pagara, eso sí, inútiles lujos en sus obras, pero que no podía dar y no dió resultado.

El hecho es que por varias causas, entre las que entran la diferente clase de beneficios que van á obtener el labrador y el concesionario y hasta el diferente modo que uno y otro tienen de considerar la propiedad, hay una lucha, hoy inevitable, entre el concesionario y el terrateniente, y para que cese no hay más remedio que reducir el canon para que el labrador lo pague con gusto. En nuestro modo de pensar, acorde con lo que hemos visto pagar sin dificultad ninguna, creemos no debe nunca exceder de 17 pesetas por hectárea, con cuyo número se obtendría, á pesar de las malas condiciones en que nos hemos colocado, un interés para el capital empleado en canales algo superior al 5 por 100, que, claro está, es muy bastante cuando se encuentra garantizado con una hipoteca muchísimo mayor.

Parece, por tanto, que lo de que nos ocupamos es más bien misión del legislador y del Gobierno que del Cuerpo de Caminos. No es así, sin embargo; no son aquellos, hoy por hoy, los que parece han de estudiar este asunto como se requiere.

El Cuerpo de Caminos, afortunadamente, dando una prueba, más que de nada, de un gran sentido práctico, va á tomar la cuestión por su cuenta y á formar un plan general que constituirá, además de su mayor timbre de glo-

ria, la única esperanza de que las generaciones venideras al ver, aparte de su bienestar material, convertido en agente de ventura al agua que hoy es ó pérdida ó perjudicial, y al ver cubiertos de exuberante vegetación lo que hoy son sólo campos abrasados, bendigan eternamente á los que con sus sacrificios les legaron la mejor de las mejoras.

EDUARDO DE CASTRO.

Oviedo 21 Enero 99.



VII CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACIÓN (4)

Las dos primeras y las dos últimas son análogas; basta, por lo tanto, indicar la construcción de I_{n_1} y de I_{n_3} . La curva I_{n_1} se obtiene como la curva I_m , por medio de los coeficientes angulares de las tangentes á la curva de las

tal OX' se toma $OO' = \frac{D_n}{2}$. En el rectángulo $OO'PQ$ se traza la diagonal OQ .

Sea M un punto de la curva S_{n-1} correspondiente á la hora t ; se toma $Oa = Ot = t - t_{n-1}$. Trazando después las horizontales y verticales ab y bc , se tiene

$$OC = \frac{O_n}{2} \frac{t - t_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

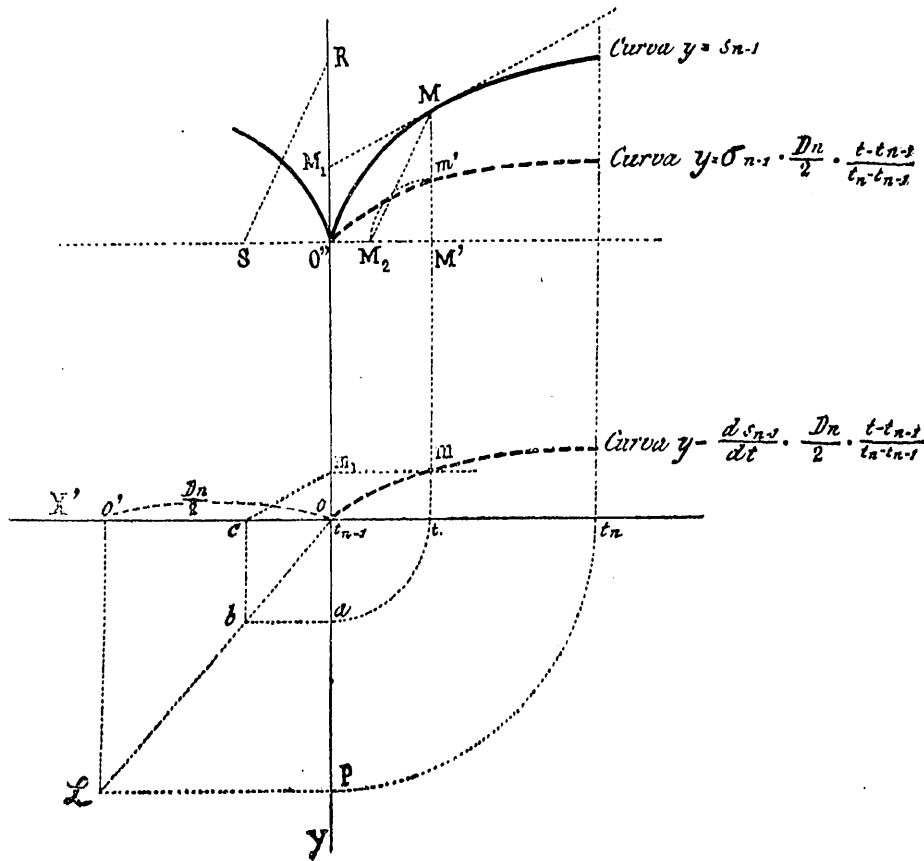
Por el punto C tracemos una paralela cm á la tangente MM_1 ; en el punto M , la ordenada Om referida en t , es igual á

$$\frac{ds_{n-1}}{dt} \frac{O_n}{2} \frac{t - t_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

y el punto m es el punto de la curva I_{n_1} , correspondiente á la hora t .

Se procedería lo mismo para la curva I_{n_2} , utilizando la segunda diagonal del rectángulo $OO'PQ$.

Fig. 4.



secciones mojadas instantáneas; pero estos coeficientes angulares en vez de ser multiplicados por una cantidad constante, lo están por una variable con el tiempo. Sin embargo, pueden obtenerse fácilmente las ordenadas I_{n_1} . Sobre un eje horizontal (figura 4.^o), se toma la longitud $t_n - t_{n-1}$, correspondiente al tiempo que emplea la baja mar en propagarse desde el perfil de aguas abajo al de aguas arriba en la sección considerada. La hora de origen t_{n-1} corresponde al origen de abscisas O . Constrúyase la curva S_{n-1} que representa las variaciones de la sección mojada en función del tiempo. Sobre la vertical OY tómese una longitud $OP = Ot_n = t_n - t_{n-1}$. Sobre la horizon-

En la curva I_{n_2} sus ordenadas son, en todos los momentos, proporcionales á las diferencias entre la sección mojada S_{n-1} y la sección en baja mar, es decir, á la porción de ordenada MM' de la figura que consideramos, siendo el coeficiente de proporcionalidad

$$K = \frac{D_n}{2(t_n - t_{n-1})}$$

Se puede hacer la multiplicación por K para trazar la curva, sea numérica, sea gráficamente. En la práctica es preferible no hacer operaciones aritméticas, y se evitan tomando $O'S = K$; $O'R = 1$ en la escala del dibujo; la longitud $M'M_2$, determinada por la paralela MM_2 á RS , es entonces el valor $M'm'$ de la ordenada que se busca.

(4) Véase el número 1.217.