

Verdad en campaña (la), o relacion histórica de la plaza, puerto i presidio de Valdivia. Reflexiones crítico-históricas sobre la nominada *Ciudad de los Césares* etc.; por don Pedro de Usauró Martínez de Bernabé, capitán de infantería del batallón hijo de dicha plaza. . . . 1—256—folio—media pasta, año de 1782.

Viaje al reconocimiento de las islas de Chiloé, con una descripción de la población, producciones etc., de aquella provincia, i un atlas o carta esférica para servir de derrotero a todos sus puertos; por el alférez real don José de la Moraleda i Montero. Año de 1786, 87 i 88. . . . 2—200—folio—pasta.

Vida del Siervo de Dios, el venerable hermano Alonso Lopez, de la Compañía de Jesús, que floreció en Chile etc., por Bel. . . . 1—280—4.º—pergamino.

Vida, discurso i virtudes del Illmo. señor don Enrique de Pimentel, Obispo de Cuenca; por el Licenciado Baltazar Parreño. . . . 1—112—4.º—pergamino.

Vida de Santa Ludovina, taumaturga de Flándes. . . . 1—164—4.º—pergamino.

Vistas i dictámenes fiscales de Chile, desde 1775 hasta 1776. . . . 2—476—folio—pergamino.

Los manuscritos suman, pues, 150 volúmenes. Sin incluir esta cifra, la Biblioteca, en sus dos departamentos, contaba, el último día de diciembre de 1862, con 35,002 volúmenes.

AGRICULTURA. *Distribucion de las aguas de regadío en Chile.—Memoria del Injeniero civil don Luis Lemuhot, premiada por la Facultad de Ciencias Matemáticas i Físicas en el certámen de 1862.*

I.

Con motivo de haberse originado varias contiendas en la provincia de Aconcagua en 1860 sobre la distribución de las aguas, a causa de la escasez que de este elemento se hacia notar entonces, fui comisionado tanto por el Supremo Gobierno como por la Intendencia de la provincia, para sanjar aquellas dificultades.

Fué la principal contienda, la suscitada entre los departamentos de San-Felipe i Ándes, contienda que provenia, segun luego pude observar, de la falta absoluta de una base en que descansara la justa i acertada distribución con que debía ser gobernada aquella materia. Así pues, me vi en la necesidad de informar a la Intendencia de tan grave falta, haciéndola entender que era completamente indispensable el establecimiento de una nueva demarcacion, demarcacion del todo diferente, en su sistema, a la

practicada hasta entónces, no solamente en dicha provincia sino en el resto de la República.

La Intendencia creyó, no obstante, i juzgó a *priori*, que el sistema empleado por la Junta del Canal de Maipo en la distribucion de sus aguas, era el que, con mas sencillez i excaitud, debia ser elejido, por cuanto era dicho sistema mas conforme no solo con las ideas, sino con las costumbres observadas desde mucho tiempo atras.

Como la Municipalidad de San-Felipe se decidiera a estudiar con algun detenimiento un asunto que, como este, era de tanta importancia, comenzó por dirijirme algunas cuestiones, relativas al cambio de la altura de los marcos, por su ancho, guardándose siempre la misma seccion de 54 pulgadas cuadradas, como en el canal de Maipú, que es la unidad de medida adoptada por dicho Canal por cada regador.

Para dar solucion a estas preguntas hube necesariamente de estudiar la base de aquel sistema i llegue a descubrir, despues de detenidas observaciones que esa base era completamente falsa, puesto que con la misma seccion, pasa en un tiempo dado cantidades enteramente variables de agua, i descubrí tambien que con un altura fija i determinada, la seccion de un regador no puede jamás servir de unidad de medida ni dar un resultado fijo i proporcional, por uno, dos, tres o mas regadores, segun mas adelante probare.

II.

Faltando pues la guia que para el asunto me habia sido propuesta por la Intendencia resolví a buscar otro medio de que partir, en las leyes que al efecto habian sido dictadas, i sacar de ellas la base i los cálculos de la distribucion en proyecto. Encontré tan solo la de noviembre 18 de 1819 que dice así:

“Conformándome con lo acordado por el Exmo. Senado en cinco del corriente, vengo en declarar por regla jeneral: que el regador, bien sea del Canal de Maipú, o de cualesquiera otros rios, se compondrá en adelante de una sesma de alto [o 6 pulgadas españolas] i de una cuarta de ancho [9 pulgadas españolas] con el desnivel de 15 pulgadas, el que se aprecia en 750 pesos, cuya venta solo se verificará en dinero de contado; previéndose que, así, como el que necesitare mas cantidad de agua que la que compone un regador se le puede vender en mayor número los regadores, asi al que necesitase menos, nunca podrá bajar de la mitad, i que los marcos i boca-tomas serán de cuenta del comprador, quedando al cuidado del Gobierno el nombrar persona de su satisfacion, que señale el lugar donde debe fijarse el marco i abrirse la boca-toma con el declive insinuado. Tambien se declaran libres los rasgos o tránsitos de las aguas por cualquier terreno que pasen o sean convenientes al comprador, a no ser por aque-

llos donde hayan planteles, en cuyo caso estos podrán convenirse con el propietario. I para que llegue a noticia de todos, incértese en la *Gaceta Ministerial*.—O'HIGGINS—Cruz.

Esta lei, tomando por base de su sistema, solo la seccion acompañada del desnivel de 15 pulgadas, nada determina, desde que, aunque la seccion no varie, la demarcacion de este desnivel de 15 pulgadas puede ser infinitamente variable, i de consiguiente infinitamente variable tambien la cantidad de agua que pase en un tiempo fijo por esa seccion, cuyo desnivel se designa de un modo vago è indeterminado. Del contesto de esa lei no se descubre cual sea la lonjitud en que debe de establecerse ese desnivel; i de allí viene que, pudiendo arreglarse el desnivel en mayor o menor espacio, siendo la cantidad de agua, en la proporción en que se establezca el desnivel, i, no pudiendo menos de variar conforme esta misma proporción, ademas de la omision, o de falta de claridad que en dicha lei acabo de notar, hai el principio erróneo de sentar como unidad de medida, la seccion, en lugar de la cantidad de agua que debe pasar en un tiempo dado.

Por esa espresion, *con el desnivel de 15 pulgadas*, don Augusto Charme, en una carta fechada en Talca el 1.º de agosto de 1855, determinó el regador, haciendo la lonjitud del desnivel de 15 pulgadas, igual a cero; de este modo tuvo la presión de una columna de agua de 15 pulgadas de altura sobre el centro del boquete, suponiendo a éste cerrado en la parte superior, [formando así del canal pasante un estanque, mientras tanto que en los estatutos del Canal de Maipo, se ha considerado ese desnivel, [haciendo las transformaciones necesarias], repartido en 62 varas i media de lonjitud.

Estas dos interpretaciones que, estando en el espíritu de la lei nos conducen a resultados distintos, son la mejor prueba de que la base establecida es viciosa è incompleta. De esta manera vi que la lei no podia ayudarme en el trabajo que habia decidido emprender; i hube de echar mano de los estatutos del Canal de Maipo impresos en el año de 1857, que respecto al establecimiento de sus marcos dicen lo que sigue:

CAPÍTULO VI.

DE LOS MARCOS.

“Art. 54. Para establecer un marco debe formarse en el canal un emplantillado de piedra o de ladrillo, de 8 varas de largo, sin desnivel, con tres puentes colocadas en el suelo, uno en cada uno de los extremos del emplantillado i otro en el medio, i debiendo ser cada una del ancho de un ladrillo.

“Los costados o paredes del canal se harán tambien de cal i ladrillo,

con dos ladrillos de ancho. En el centro de estos emplantillados debe colocarse el marco partidido.

“Art. 55. Desde el emplantillado debe formarse al canal un plano de cincuenta varas de largo en línea recta para arriba, i con doce pulgadas de desnivel.

“Art. 56. Al fin del emplantillado, tendrá una caída igual el marco saliente a la del marco pasante, cuya caída no deberá exceder de una tercia de vara.

“Art. 57. Todos los canales pasantes deben ir en línea recta, i los marcos salientes en línea oblicua.

“Art. 58. Los marcos que se hagan nuevos; i los que estan destruidos, o mal colocados, se construirán con una punta de diamante de piedra que forme un ángulo de quince grados con el resto de la tijera i por la base de atras de la tijera será de una i cuarta vara. En la misma forma se construirán todos los marcos que fueren necesarios rehacer.

“Art. 59. A cada marco debe ponerse detras de la punta de diamante, a la media vara, una escala que señale la demarcacion.

“Art. 60. Los marcos deben ser una vara de alto i de pulgada i media por regador arreglados al modelo del plano que existe en la junta de Directores.

“Art. 61. Todo marco debe tener además un plano inclinado de veinte varas despues del horizontal, con el desnivel de doce pulgadas o ménos segun la localidad de los marcos.”

Como se ve, en estos estatutos se cambió el espíritu de la lei de 18 de noviembre de 1819, en cuanto a la mudanza de la relacion del alto con el ancho de la abertura por donde debe pasar el agua, aunque guardando siempre la seccion de 54 pulgadas cuadradas; i como mas abajo probaré, se tiene un resultado mui diferente en la cantidad de agua que pasa en uno i otro caso, aunque la seccion sea la misma i se tenga en los dos casos, el mismo desnivel.

III.

Me será permitido, ántes de determinar la cantidad de agua de un regador, segun los estatutos del canal del Maipo, recordar la teoría de las aguas corriendo por canales; teoria sacada de esperiencias hechas por varios sabios.

(1) Las aguas, como todos los cuerpos existentes sobre la superficie de la tierra, resbalando sobre un plan inclinado, aumenta de rapidez, si no hai un obstáculo que destruya la fuerza de gravedad.

(2) La velocidad que los cuerpos adquieren en ese caso, está representada por la gravedad multiplicada por el sinus del ángulo del plan inclinado con la horizontal, que es la altura del extremo superior del plan sobre el horizonte, lo que se presenta por la fórmula $g p$.

g siendo la gravedad de los cuerpos
 p la pendiente del plan inclinado.

(3) Se ha visto en la práctica que las aguas de un canal, que tenga si se quiere una gran pendiente, la seccion, siendo constante lo mismo que la pendiente, despues de pocos metros corridos en dicho canal, la corriente no aumenta de velocidad, i se tiene lo que se llama una corriente uniforme.

La causa que produce ese resultado, es debido a dos resistencias; una, es la adherencia del agua a las paredes del canal i la otra, la coesion de las moléculas entre sí.

Dubuat por esperiencias ha llegado a los resultados siguientes: que estas dos resistencias tienen las propiedades comunes de ser proporcionales a las superficies en contacto i tambien de ser independientes de la presion: la adherencia a las paredes, crece con la velocidad absoluta: i la coesion crece, en una proporcional con la velocidad relativa de las capas i el grueso de ellas.

Esa resistencia como se ve difiere de la fuerza de rozamiento de un cuerpo sólido sobre otro, que no depende de la velocidad, ni de la superficie en contacto, sino de la presion. A pesar de esto, la adherencia del agua a las paredes de un canal, puede ser comparada con el razonamiento ordinario.

Por lo que hace a la resistencia de las moléculas entre sí, es una especie de afinidad atómica, de un orden completamente diferente, obrando con una intensidad mucho mas grande que la fuerza de adherencia de las moléculas con las paredes.

(4) La resistencia causada por las paredes o perímetro, será mayor cuanto mas grande sea la superficie mojada, i esa resistencia se dividirá entre todas las moléculas de la seccion, i como el movimiento de ellas está ligado por la adherencia de las unas con las otras, de modo que mientras mas grande sea la seccion, menos resistencia tendrá que vencer cada molécula, i la velocidad del agua será mayor. Asi el efecto de la resistencia será en razon inversa de la seccion i en razon directa del perímetro mojado.

Tambien la resistencia del agua en un canal crece con la velocidad del agua misma, porque siendo mas grande esta, las moléculas deben ser arrancadas con mas lijereza.

De estas teorías se ha sacado las siguientes consecuencias, que la resistencia que tiene que vencer le agua en un canal, es proporcional al perímetro mojado, al cuadrado de la velocidad i a mas a una fraccion de esa misma velocidad, i que está en razon inversa de la seccion, el todo multiplicado por una constante; lo que puede ser representado con exactitud por medio de la siguiente fórmula aljébrica:

$$a' \frac{c}{s} (v^2 + bv)$$

v siendo la velocidad media del agua

c el perímetro mojado.

s la seccion de la agua del canal.

Esta expresion es la suma de las resistencias que tiene que vencer el agua en un canal, que es igual precisamente a la fuerza que tiende a aumentar la velocidad de un cuerpo resbalando sobre un plan inclinado, que hemos encontrado anteriormente igual a gp ($n^{\circ}2$), i tendremos

$$gp = a' \frac{c}{s} (v^2 + bv)$$

g como hemos visto es la gravedad; aunque su valor es variable de una latitud a otra, como es de una cantidad insignificante para el caso que nos ocupa, no se toma en cuenta su variacion i se ha estimado de 9,80.

$$\text{Si hacemos } \frac{a'}{g} = a$$

Tendremos la fórmula siguiente:

$$p = a \frac{c}{s} (a^2 + bv)$$

(5) De Prony de 30 esperiencias hechas por Dubuat sobre canales i Eytelwein de 91, sacaron los valores siguientes, para a i b .

$$a = 0,00036554 \quad b = 0,0664.$$

Lo que nos da para la ecuacion anterior poniendo los valores de a i b .

$$p = 0,00036554 \frac{c}{s} (v^2 + 0,0664 v)$$

(6) Si ahora llamamos Q , la cantidad de agua que pasa por el canal en un segundo, que es la unidad de tiempo, esa cantidad será el producto de la seccion s , por la velocidad media v del agua, entonces tendremos $Q = SV$, de donde sacaremos $v = \frac{Q}{S}$

(7) Como es mucho mas fácil en la práctica determinar la cantidad de agua que pasa por un canal, que la velocidad media que tiene el agua o a lo ménos es jeneralmente uno de los datos de un proyecto, se reemplaza en las fórmulas, la velocidad media v por su equivalente $\frac{Q}{S}$ i se tiene, haciendo las reducciones necesarias.

$$ps^2 = 0,00036554 c (Q^2 + 0,0664 QS)$$

Pero si se quiere tener esa ecuacion en funcion de la velocidad, se sacará

$$v = -0,0332 + \sqrt{2736 \frac{ps}{c} + 0,0011}$$

o con mas sencillez i con bastante exactitud.

$$v = \sqrt{2736 \frac{ps}{c}} - 0,033$$

i en seguida poniendo el valor de $v = \frac{Q}{S}$ (n° 6.)

$$Q = S \left(\sqrt{2736 \frac{ps}{c}} - 0,033 \right)$$

Fórmula que emplearemos en seguida en los cálculos de los canales.

v como he dicho mas arriba (n° 4), es la velocidad media de la agua; velocidad que es mui difícil determinar por esperiencias, por esa razon se determinó la relacion que existe entre esta i la de la superficie, que es fácil conseguir por varios métodos detallados en las obras de Hydráulica.

(8) Teniendo la velocidad de la superficie, llamándola V , la velocidad media, se determinará segun de Prony, por las esperiencias hechas por Du-buat, del modo siguiente:

$$v = V \frac{V + 2,372}{V + 3,152}$$

De Prony ha pensado que en la práctica, se puede admitir $v = 0,8 V$; es decir que, para tener la velocidad media del agua en un canal, basta disminuir de una quinta parte la velocidad que se tenga en la superficie.

IV.

(9) En el agua de los canales hai que considerar dos movimientos.

1.° *El movimiento uniforme* que es, el que existe en un canal bastante largo i de seccion constante, para que el agua al fin tenga en su superficie una pendiente constante, paralela a la pendiente del lecho del canal. En ese caso en cualquier parte del canal, las secciones transversales son constantes i la velocidad media en cada una, es la misma.

2.° Cuando los canales tienen poco largo de seccion constante i la pendiente del lecho del canal varía de un lugar a otro, la altura del agua será diferente, siendo la misma cantidad, pero en cada punto del canal, considerándolo solo, la seccion del agua será la misma; la velocidad, tendrá un mismo valor i el movimiento sin ser uniforme será *permanente*. Es esto lo que precisamente se observa en los marcos.

(10) Se sabe que las aguas corren en virtud de la pendiente que tienen en la superficie; i en el caso de los marcos, siendo el réjimen permanente, sin ser uniforme, esa pendiente no será paralela a la pendiente del lecho,

sino que tendremos una curva cóncava, que principia a cincuenta varas mas arriba de la entrada del marco i concluye cerca de la salida del mismo marco, pero como en la escala medidora tenemos la altura del agua de ese punto i la seccion, no tenemos que buscar esa curva para deducir la pendiente de la superficie del agua. El agua en ese punto llegará con la velocidad causada por la diferencia de altura que existe entre el punto situado a cincuenta varas mas arriba de la entrada del marco i el punto de la escala medidora (n.º 2), o bien con el desnivel de doce pulgadas españolas, que tenemos desde la escala medidora, hasta cincuenta varas mas arriba de la entrada del marco, es decir, el desnivel de doce pulgadas en cincuenta i cuatro i media varas.

Haremos abstraccion, en los cálculos, de la contraccion del agua a la entrada del marco, siendo jeneralmente el canal mas ancho de una cantidad variable del mismo marco: en nuestros cálculos, los supondremos del mismo ancho, de este modo se destruye la contraccion.

(11) Dejando sentado estos principios, vamos a probar:

1.º La cantidad de agua que pasa actualmente por lo que se llama un regador del canal de Maipo;

2.º Que no se puede variar la altura i el ancho de un marco, aunque se guarde la misma seccion, sin tener cantidades variables de agua;

3.º Que la seccion no puede servir de unidad en la construccion de los marcos, como se estableció en la lei de 18 de noviembre de 1819 i en los estatutos formulados por la junta del canal de Maipo hasta estos dias.

(12) ¿Qué cantidad de agua pasa actualmente por lo que se llama un regador del canal de Maipo?

Como hemos visto en los estatutos del canal, el marco se compone de una parte horizontal de cal i ladrillo de 8 varas de largo; en la parte media se pone la punta de diamante i a media vara mas atras de esta, se establece la escala medidora, delante del marco, en un lugar de 50 varas se le da un desnivel de 12 pulgadas. De modo que se puede considerar esa pendiente de 12 pulgadas, como si estuviera repartida en $54\frac{1}{2}$ varas, que trasformadas en metros i fracciones de metros, da por pendiente $0,^m006114$, o con bastante exactitud $0,0061$.

(13) El marco para un regador debe tener una vara de altura, i pulgada i media de ancho, lo que nos da en fracciones de metros

$$\text{una vara} = 0,^m836$$

$$\text{pulgada i media} = 0,^m348$$

Lo que nos dará haciendo los cálculos

$$p = 0,^m0061$$

$$s = 0,^m028915$$

$$c = 1,^m7068$$

S , es la seccion, es decir, el producto de la altura del marco por su ancho.

C , es la parte mojada por el agua del canal, lo que se llama el perímetro mojado, que en ese punto, son dos veces una vara i a mas una pulgada i media.

Introduciendo estas cantidades en la fórmula que hemos encontrado para el agua corriendo por canales (n.º 7) que es :

$$Q = S \left(\sqrt[3]{\frac{2736 \frac{ps}{c}}{c}} - 0,033 \right)$$

Q , siendo la cantidad de agua que pasa en un segundo, cantidad sola desconocida en esta ecuacion; encontramos $0,^{m3}014471$ por segundo o $14,^{lit} 471$, i multiplicando ese resultado por 3600, que es el número de segundos en una hora, nos da $52,^{m3}0956$, i en varas cúbicas $89,^{v3}083476$.

Demodo que el regador seria de $14,^{lit} 4710$ de agua pasando en un segundo por un marco.

En mis cálculos he hecho el regado igual a $15,^{lit} 00$ que es un poco mas grande que el sacado de la fórmula, para tener menos fracciones i facilitar los trabajos de determinaciones de marcos.

(14) Voi a probar ahora que no se puede cambiar la altura i el ancho de un marco, aunque se tenga la misma seccion, sin que nos resulte cantidades variables de agua.

Supongamos que en lugar de haber dado al marco una vara de altura i pulgada i media de ancho, como en los últimos estatutos del canal de Maipo, se le dé solamente 9 pulgadas de alto i 6 de ancho dejándole así las 54 pulgadas cuadradas, de que hablan los estatutos.

Haciendo los cálculos sobre estos nuevos datos, en lugar de $14,^{lit} 471$ de agua por segundo, encontramos que en ese nuevo marco, con la pendiente anterior, pasara $26,^{lit} 07465555$, lo que nos dará por hora $93,^{m3}86875998$ en lugar de $52,0956$ que hemos encontrado [nº 13].

(15) Si ahora dando siempre la misma seccion de 54 pulgadas cuadradas i conformándonos con las dimensiones establecidas en la lei de 1819; es decir, si damos 6 pulgadas de altura i 9 de ancho, siempre con el mismo desnivel de $0,^{m}0061$; tendremos en este nuevo caso $27,^{lit} 64166$ por segundo, i por hora $99,^{m3}5261976$.

(16) Ahora si reducimos la altura del marco a pulgada i media, dándole de ancho una vara, tampoco en ese caso mudaremos la seccion indicada en los casos anteriores; a pesar de esto encontramos, que pasa por segundo solamente $20,^{lit} 61352245$ i por hora $74,^{m3}316681$.

(17) En fin, si se busca las dimensiones del marco, que con la misma seccion, dé mas cantidad de agua, en un mismo tiempo i con la misma pendiente, encontremos, que el ancho debe ser doble de la altura; i en el caso

que nos ocupa, el ancho será de 10 pulgadas 4 líneas $\frac{708}{1000}$, i la altura de 5 pulgadas 2 líneas $\frac{354}{1000}$.

Tendremos para la cantidad de agua que pasa en un segundo con estas dimensiones 23,^{lit}09176795, i en una hora 101,^{m³}13036462. Casi el doble de la que pasa por un marco de la seccion, pero teniendo una vara de altura.

(18) Parece extraño a primera vista, que teniendo la misma seccion en todos estos marcos, i solamente por el solo hecho de cambiar la relacion de la altura con el ancho, se tenga una diferencia tan grande en el producto del agua; pero eso resulta, porque en el cambio de altura i ancho, se cambia tambien el largo del perímetro mojado, que es el que influye sobre la velocidad del agua en un canal; en efecto hemos visto [n^{os} 3 i 4] que el rozamiento de las aguas en un canal, es proporcional al perímetro mojado, i para que pase la misma cantidad de agua por esos marcos de misma la seccion, seria preciso tener la misma velocidad en el agua, en todos ellos, lo que es imposible no teniendo el mismo rozamiento. Como lo indica claramente la tabla siguiente:

NÚM. ^o	ALTURA del MARCO.		ANCHO del MARCO.		SECCION	PERÍM. MOJADO	CANTIDAD DE AGUA.	Velocidad Medía.
13	1 vara	=0, ^m 836	1½ p.	=0,0348	0 ^{m2} 0289	1 ^m 7068	14 ^{lit} 471	0 ^m 499
16	1½ p.	=0,0348	1 vara	=0,836	"	0,9056	20,643	0,714
14	9 p.	=0,209	6 p.	=0,1393	"	0,5573	26,074	0,900
15	6 p.	=0,1393	9 p.	=0,209	"	0,4876	27,641	0,956
17	5 p. 2 lín.	=0,1184	10 p. 4 lín.	=0,2368	"	0,4736	28,091	0,972

Se ve por estos ejemplos, que los accionistas del canal de Maipo, cambiando la relacion de la altura con el ancho en los marcos, relacion establecida por la lei, han mermado la cantidad de agua de un regador. Por esa razon sin duda, la compañía ha tenido que sostener un sin número de pleitos, cuando para la facilidad del regadío en ciertos terrenos, o por cualquiera otra causa, han creído poder impunemente hacer variaciones.

Para cortar estas cuestiones, sin poder comprender en dónde estaba el nudo gordiano, arreglaron todos los marcos a la misma altura de una vara, en el año de 1857, segun los últimos estatutos que he visto.

(19) Si en mis cálculos no he tomado para el regador la cantidad de agua que pasa por un marco de las dimensiones, indicadas por la lei de 1819 [n^o 15), es porque desde algunos años a esta parte, se está haciendo uso de la altura de una vara por pulgada i media de ancho, i ya todos estan acostumbrados a ese volúmen de agua, que es suficiente para el regadío de diez cuadradas, en los terrenos del llano de Maipo i en los que se encuentran en los departamentos de San-Felipe i Ándes, segun los experi-

mentos que he hecho cerca de San-Felipe en las viñas de don Antonio de la Lastra, i porque tambien simplifica mucho la division de un regador en fracciones decimales para el regadío de chacras pequeñas, quintas i sitios. A pesar de esas consideraciones que son puramente locales, se puede determinar para el regadío, la cantidad de agua que se crea mas conveniente.

Es probable que esas variaciones en la relacion de la altura con el ancho de los marcos, sea la causa que haya pareceres tan diferentes entre los moradores del llano de Maipo sobre la cantidad de cuabras que se puede regar con un regador de agua, no obstante que todos los terrenos de ese llano son casi de la misma calidad, unos determinan diez cuabras, otros quince i en fin, hai algunos que dicen veinte i seis; será sin duda, segun la clase de marcos que han tenido cada uno.

(20) Ahora paso a probar que la seccion no puede servir de unidad de medida para la construccion de los marcos, aunque se les dé a todos una altura fija.

Segun los estatutos del canal de Maipo, si tenemos que construir un marco para dos regadores, haciendo abstraccion del ángulo que debe formar esta toma con el canal pasante, i debiendo para ser exacta la medida del agua que se entrega, alcanzar esta a la altura de una vara; tendremos para el ancho del marco, tres pulgadas.

Haciendo los cálculos para esa seccion, con la misma pendiente que tenemos en los marcos anteriores, sacamos que pasa, para dos regadores en un segundo tal como estan establecidos los marcos, 41^{lit}45128144, en lugar de 28^{lit}942 que deberia pasar, es decir, que para dos regadores, se tiene 2, ^{veces}864, la cantidad de agua que pasa por un regador, en un segundo.

(21) Haciendo los cálculos para diez regadores, se encuentra que pasa en un segundo, la enorme cantidad de agua de 438, ^{lit}895836 en lugar de 144, ^{lit}71 que deberia pasar, es decir, 30 ^{veces}329 la cantidad correspondiente a un regador.

Se ve claramente por estos resultados que no solo, no se puede tomar la seccion por unidad de medida en una division de agua, sino que, es la injusticia mas grande que se comete; puesto que los que poseen fundos grandes, supongamos de cien cuabras, habiendo comprado diez regadores, por la medida de los marcos se les entrega mas de treinta veces la cantidad de un regador, es decir, mas de tres veces la cantidad comprada [nº 21]. En años de escasez, este propietario tendrá aguas de sobra, mientras tanto que el pobre, que no tiene mas que pocas cuabras de tierras no tendrá el agua suficiente para sus regadíos.

Esta causa, es sin duda, una de las que orijinan todos los pleitos en años de escasez, i con bastante razon.

Puede parecer increíble de repente, que se tenga una diferencia tan grande en las cantidades de agua que pasa en un segundo empleando la sección como unidad de medida en los marcos, pero desaparecerá toda duda, considerando la fuerza de rozamiento de las aguas sobre las paredes del canal [n.ºs 3 i 4], como la hemos examinado en la mudanza de la relación de la altura con el ancho [n.ºs 13, 14, 15 16 i 17].

(22) Se verá que en el caso de dos regadores, empleando la sección de 54 pulgadas cuadradas por cada regador, el perímetro mojado, es solamente de 1,^m7416, en lugar de 3,^m4136 que debería tener, para conseguir en las aguas la misma velocidad que en el caso de un regador, porque según lo que hemos visto [n.º 6], tenemos $Q=v s$; la sección multiplicada por la velocidad; la sección siendo doble en el caso de dos regadores, para conseguir solamente doble cantidad de agua, es preciso que tengamos la misma velocidad en los dos casos, i vemos que no la tenemos haciendo los cálculos, sino que la velocidad ha aumentado por tener menos del doble del perímetro mojado; en afecto tenemos en el caso de un regador, la velocidad siguiente:

$$v = \sqrt{\frac{0,0061 \times 0,0289}{1,7068}} - 0,033 = 0,0499$$

Es decir, que el agua corre con una velocidad media de 0,^m499 por segundo, en la sección de la escala medidora, i en el caso del marco de dos regadores.

$$v = \sqrt{\frac{0,0061 \times 0,0578}{1,7416}} - 0,033 = 0,07124.$$

En lugar de 0,^m499 que deberíamos tener siendo doble la sección, para tener solamente doble cantidad de agua.

(23) En el marco de diez regadores, la diferencia en la velocidad es todavía mas grande, porque el perímetro mojado en ese caso, para conseguir la misma velocidad del agua del marco de un regador, debería ser de 17,^m068 i tenemos solamente 2,^m02, de modo que la velocidad media del agua en ese canal, en la sección de la escala medidora, es de 1,^m544 por segundo, en lugar de 0,^m499 que hemos visto tener en el marco de un regador [n.º 22].

V.

(24) Estando probado que el sistema empleado en el canal de Maipo, es injusto i errado bajo todos aspectos i que no se puede emplear la sección, en los marcos, como unidad de medida, i deseando corresponder a la confianza que se tuvo en mí, encargándoseme un proyecto de tanta importancia para los departamentos de San-Felipe i los Andes, sin chocar por otra parte con los usos e ideas sobre el volúmen de agua de lo que se llama un

regador, me resolví a admitir como unidad de medida, la cantidad de agua que pasa en un segundo por un marco de un regador del canal de Maipo, según los últimos arreglos aprobados por la Junta del Canal, aunque las dimensiones de dicho regador no sean conformes con los de la ley de 1819. Mas, en lugar de tomar la cantidad de 14,^{lit}471 [n.º 13] que encontré, era la que pasa en un segundo por el regador, tomé la cantidad 15,^{lit}00, que se diferencia poco de la anterior i que hace mas sencillos los cálculos, a mas de ser una cantidad suficiente de agua para el regadío de diez cuabras cuadradas, de tierras cultivadas, en aquellos departamentos, según los ensayos que ejecuté en esas localidades, de las cuales hablaré mas abajo.

(25) La cantidad o volúmen de agua que se necesita para regar una cuadra de tierra, es bastante difícil determinar *a priori*, puesto que muchas causas pueden influir sobre ellas en cada especie de terreno, a saber:

- 1.º El modo de regar en cada lugar;
- 2.º La clase de terreno que se tiene que regar;
- 3.º La clase de terreno que se encuentra debajo de la capa de tierra vegetal;
- 4.º La clase o especie de cultura;
- 5.º El número de riegos que el terreno ha recibido, despues que se le ha pasado el arado;
- 6.º El estado de sequedad del tiempo i de la tierra;
- 7.º La naturaleza del agua.

(26) Respecto de lo primero, se sabe que hai dos métodos principales de regadío; una por submersion o inundacion que consiste en dejar el agua algunos dias sobre el terreno, para dar tiempo a este que se empape. Para emplear este sistema de regadío, se necesita un terreno nivelado. Con él se necesita es verdad menos agua, pero los productos en pastos son inferiores en calidad a los que se consiguen por el sistema de regadío con el agua corriente. No nos ocuparemos de él, puesto que por el sistema de regadío propiamente llamado, que es el usado en Chile por la pendiente de sus terrenos, es sin duda el mejor i el que necesita mas agua; de modo que determinando el agua para el sistema en uso en este país, se podrá acertadamente emplear el otro sistema si, por casualidad, se encontraran terrenos que no puedan regarse de otro modo.

(27) La clase de terreno que se tiene que regar i la clase de terreno que se encuentra debajo de la capa de tierra vegetal, son las causas que influyen mas sobre la mejor o menor cantidad de agua en los riegos. En efecto, la diversidad de composiciones de terrenos, desde la arena pura, hasta la greda pura, es infinita, lo mismo que la composicion inferior del terreno, que puede constar de terrenos pasosos o de piedras impenetrables al agua.

(28) La especie de cultivo influye en el estado de la superficie del suelo. Así en las chacras que se limpian a menudo, el agua encontrará mas facilidad

para penetrar el terreno, lo mismo que en las viñas sin pasto i aradas. Al contrario, en un potrero ya de uno o dos años, las raíces de las plantas comprimen el terreno i este debe penetrarse con mas dificultad.

(29) Lo mismo diré de un terreno, que aunque de siembra ha sido regado varias veces; con los primeros riegos, la tierra se ha comprimido, pero no tanto como en un potrero que ha sido pisado por los animales que lo han talado.

(30) La sequedad del tiempo, tiene una influencia notable sobre la cantidad de agua precisa para el riego, puesto que en un tiempo seco, se debe repetir mas a menudo los riegos, por secarse mas luego el terreno, principalmente en los terrenos gredosos.

(31) La naturaleza del agua influye en el volúmen necesario, porque si esta lleva partículas de greda, esta materia se introduce en los poros i rasgaduras de las capas sumerficiales del terreno e impide así que el agua penetre a mucha hondura; de este modo el terreno absorbe ménos cantidad de agua.

(32) Si buscamos en los autores que han escrito sobre los regadíos, encontramos datos muy diversos en los resultados obtenidos, variando estos en volúmenes de agua necesarios para regar una cuadra de tierra, desde una hasta cinco, como vamos a verlo.

En el departamento de las Bocas del Rhone [Francia], segun los agricultores, se necesita para cada cuadra cuadrada, por segundo..... 1, lit 19

En el departamento de Alto Garonna [Francia], segun el señor Mescur de Laplace, es preciso, por segundo i por cada cuada cuadra..... 0, lit 79

En el valle del Sig en Oran i Mascara [Africa], se ha propuesto i ejecutado por el capitán de ingenieros M. de Vauban i Aucour ingeniero de puentes i calzadas i Chapelain Liend de ingenieros, un tranque determinado por cada cuadra cuadrada i por segundo..... 0, lit 314

En los Pirineos Orientales [Francia], el señor Jaubert de Pasca dice, que es preciso en ese departamento solamente por cada cuadra cuadrada i por segundo..... 0, lit 259

Patzig, autor alemán de los datos de dos regadíos hechos para determinar la cantidad de agua necesaria por cuadra cuadrada.

El primero, es de 3,73 cuabras cuadradas, regado con 3, lit 3 de agua por segundo, lo queda por cada cuadra..... 0, lit 9

El segundo, 162,42 cuabras cuadradas de tierra regadas con 59, lit 4 de agua por segundo, lo queda por cuadra cuadrada..... 0, lit 364

Otro autor alemán Haefener determina la cantidad de agua indispensable

para el regadío segun la altura a la cual puede alcanzar el agua en un terreno suponiendo que se rodee este con un tranque para retener el agua i que esta no se infiltre en el terreno; admite que el riego será *abundante*, si el agua, en 24 horas, puede alcanzar a la altura de 0, ^m15 a 0, ^m20; *bastante*, si puede alcanzar de 0, ^m07 a 0, ^m12 i en algunos casos *suficiente*, si alcanza de 0, ^m02 a 0, ^m5.

(33) En el caso del regador que he determinado, la cantidad de agua en un segundo, es por cuadra cuadrada de 1, ^{lit} 5, cantidad mayor que todas las que se encuentran en los autores que he señalado mas arriba, i esa cantidad de agua en 24 horas podrá alcanzar, en una cuadra, a la altura de 0, ^m082 que seria bastante segun Haefener a quien ántes aludí.

(34) Habiendo presentado algunos de estos datos en las discusiones de la Municipalidad de San-Felipe, para probar que la cantidad de agua que pasa por un regador del canal de Maipo, era suficiente para el regadío de diez cuadras de tierra i que era inútil aumentar el volúmen, puesto que se aumentaria sin provecho alguno el gasto de construccion de los marcos i compuertas, púsose en duda que se pudiese regar con dicha cantidad diez cuadras de viñas, que segun algunos, es el cultivo que necesita mas agua para su regadío i que es el ramo de agricultura mas importante en esos departamentos.

A fin de desvanecer esa duda, propuse unos ensayos, construyendo un marco de un regador con las dimensiones indicadas en los estatutos del canal del Maipo; lo que se admitió i para dichos ensayos don Antonio de la Lastra me franqueó su viña, i don Tristan Aguirre, la acequia que pasa por sus terrenos, para establecer el marco.

Cuando estuvo construido dicho marco, se nombró una comision del mismo seno de la Municipalidad para examinarlo i presenciar los ensayos, esta comision se retiró satisfecha del resultado; en efecto, vió que se podia regar diez cuadras de viña en el espacio de cuatro dias con sus noches en la estacion de invierno; de modo que si no se quisiese regar de noche, el regadío de las diez cuadras podria hacerse a lo mas en ocho dias, aunque en verano, se necesita mas tiempo para el regadío, puesto que el terreno está mas seco por la misma estacion, pero entónces siendo los dias mas largos, se puede principiar el regadío a las cuatro de la mañana i acabar a las ocho de la noche i aprovecharse en tiempo de escasez de las noches de luna.

Por todos estos datos i esparimentos, estoi convencido de que no solo un regador, tal como lo indico, es decir, 1, ^{lit} 5 de agua por segundo, es suficiente para el regadío de diez cuadras cuadradas de tierras, no siendo terrenos excepcionales en su composicion, sino tambien de que en años de escasez, estando bien repartida el agua se puede alcanzar a regar con la mitad de ella las diez cuadras de terreno, es decir, que un regador puede

ser suficiente para el regadío de veinte cuadras cuadradas, advirtiendo que rara vez un fundo está todo plantado de viñas i aunque lo estuviese, no necesitaria de riegos tan rápidos, sino cuando fuera planta nueva. En los años de escasez con la vijilancia necesaria de parte del propietario en el regadío, no creo que se tenga el menor perjuicio.

Seria bueno que se hiciera en Chile esperimentos, en grande escala, para determinar el agua necesaria para el regadío de cada especie de terreno, porque si se puede regar de quince a veinte cuadras de tierras con una cantidad determinada en lugar de diez cuadras, se podria repartir el agua de modo que se regara un mayor número de cuadras de tierra, i se tuviera así un aumento en la riqueza nacional.

VI.

(35) La division de aguas en los regadíos puede hacerse por dos sistemas de sencillo mecanismo, en vista de los volúmenes enormes de agua que se tiene que medir i repartir, a saber:

1.º El sistema de reparticion por canales i compuertas que he empleado i que esplicaré mas abajo.

2.º El sistema por canales i boquetes abiertos en paredes delgadas, modificacion del usado en Lombardia, que se ha presentado ya como el solo exacto i del cual voi a ocuparme.

Este último sistema a primera vista parece el mejor, mas exacto i mas justo; pero si se le examina detenida i matemáticamente como lo voi a hacer, se verá que es tan inexacto como el sistema de que usa hoi el canal de Maipo.

(36) Para emplear con exactitud el sistema de boquetes abiertos en paredes delgadas, es preciso contar sobre una cantidad constante de agua, sea en el rio, o sea en el canal principal, lo que sin dificultad se puede conseguir en Europa, en donde por sus rios caudalosos, la cantidad de agua que de ellos se saca o de un canal navegable, es una cantidad mui pequeña en comparacion de la que pasa por el cauce natural, i aunque el agua en el rio baje mucho en ciertas estaciones, siempre hai mas agua que la suficiente para la dotacion completa de los canales de regadío. En Chile, en los lugares que necesitan del regadío, no sucede lo mismo; las cantidades de agua que pasan por los rios varian, puede decirse, a cada instante: basta un dia nublado para que el volúmen de ella disminuya en una gran proporcion; en la mayor parte del año, toda el agua que corre por el lecho de los rios pasa a los canales, i a pesar de eso, estos no tienen la cantidad de agua suficiente para la dotacion completa de cada canal.

Las escasezes de agua se repiten casi cada año, a lo menos en la provincia de Aconcagua, principalmente en la estacion de la primavera, antes que las nieves de la cordillera principien a deshacerse, por el poco calor que despiden

el sol i las heladas de todas las noches; en tales casos, es preciso dividir la poca agua que pasa por el rio proporcionalmente a las necesidades de cada uno, es decir, en proporcion de las cuadras de regadío que tiene cada fundo. De este modo, los cultivadores regarán con preferencia sus siembras i plantales o el terreno que mas conveniente les parezca.

Al mismo tiempo que se propuso ese sistema se trató de establecer válvulas o tranques (*barrages*) en el canal pasante, mas abajo del boquete, para tener siempre encima de este, la misma altura de agua, es decir, la misma presión sobre el centro del boquete, para que pase por ellos, en todo tiempo la misma cantidad de agua. No hai duda que el sistema es superior, teniendo como he dicho mas arriba, los medios de contar con una cantidad inverrizable de agua; pero, en el caso contrario, seria una injusticia mayor que la que existe en la division actual del canal de Maipo, desde que los primeros boquetes tendrian siempre su dotacion completa de agua sea que haya mucha o poca en el canal principal, i un sin número de vecinos mas distantes del rio, no gozarian de agua en tiempo de escasez, ni aun para la bebida. Un arreglo semejante no solamente seria injusto, sino tambien causaria una ruina irreparable i una gran parte de los terrenos del mismo llano de Maipo, tendria que quedar inculta.

El caso de que acabo de hablar es el que infaliblemente sucederia si se hiciesen tranques (*barrages*) para tener encima de los boquetes, el agua siempre al mismo nivel.

(37) Si ahora se supone que no se ponga trañques i que se deje variar la altura del agua encima de los boquetes, la cantidad de agua que pasara por el mismo boquete, no seria en proporcion con la baja de las aguas en el canal, como voi a probarlo.

Supongamos un canal principal llevando de dotacion cuando lleno, 20 regadores de agua o 300, ^{lit}00 por segundo, siendo el regador de 15 litros de agua en el mismo tiempo. Nuestro canal tendrá 0, ^m006 de pendiente, que es la pendiente jeneral de los terrenos. Dando a ese canal un metro de hondura; para llevar esa dotacion de agua, deberia tener 0, ^m235 de ancho, o menos de medio milímetro, porque ese ancho nos da para la cantidad exacta de agua que pasa 300, ^{lit}9645, miéntras que si hiciéramos el ancho del marco solamente de 0, ^m234, solo pasaria 299, ^{lit}122 de agua por segundo, cantidad que se acerca menos que la anterior a la de 300 litros que necesitamos.

Si en las paredes de ese canal abrimos un boquete para dejar pasar cuatro regadores o 60, ^{lit}00 de agua por segundo, [haciendo abstraccion, para no complicar los cálculos, de la velocidad del agua en el canal principal, siendo variable esa velocidad] dando al boquete en paredes delgadas 0, ^m1393 [6 pulgadas españolas] de altura, poniendo la base del boquete al nivel de la acequia que recibe el agua, resultará sobre el centro del bo-

quete una altura de agua de 0,^m93035 i tendremos un ancho de 0,^m1678 para que pasen los cuatro regadores, sin tomar en cuenta como he dicho, la velocidad del agua del canal principal.

(38) Ese ancho lo sacamos de la ecuacion de los boquetes en paredes delgadas que, es:

$$Q = m s \sqrt{2 g h}$$

$$Q = 60 \text{ lit.}$$

$$h = 0,^m93035.$$

$$2 g = 2 \times 9,^m80 = 19,60.$$

$$m = 0,60.$$

m , es el coeficiente encontrado por esa presion de 0,^m93035 de altura de agua sobre el centro del boquete, en el caso que estos descarguen sus aguas en un canal, de modo que se anule la contraccion de la vena de agua a la salida, en la base del boquete. Este coeficiente ha sido encontrado en los esperimentos hechos por Poncelet i Lesbros en Metz en los años de 1826 i 1827.

(39) Supongamos como he dicho, que no pongamos tranque (*barrages*) en el canal, mas abajo del boquete, es decir, que se deje correr libremente las aguas en el canal principal i que este no recibiendo ya su dotacion de veinte regadores por un accidente cualquiera, baje el agua 0,^m20; la altura del agua en nuestro canal que era de un metro, no será mas ahora que 0,^m80 i la altura sobre el centro del boquete tampoco será mas que 0,^m73035 en lugar de 0,^m93035.

Con esa baja de las aguas en el canal, ya no pasará la cantidad de 300,^{lit}9645 de agua que era su dotacion, sino la cantidad que nos indica el cálculo, que es de 237,^{lit}60568, la cual debe ser repartido proporcionalmente segun las cantidades que gozaba cada propietario al canal principal. Así pues el propietario que gozaba de la dotacion de 60,^{lit}00 o cuatro regadores, cuando estaba lleno el canal principal, que era la quinta parte de la dotacion completa, deberá recibir ahora solamente la quinta parte de 237,^{lit}60568 que será de 47,^{lit}52113.

Pero haciendo los cálculos, introduciendo en la fórmula [n.º 38] la nueva altura del agua sobre el centro del boquete, que es de 0,^m73035, sacamos por resultado que pasa 53,^{lit}8743 de agua por segundo en lugar de la cantidad encontrada mas arriba de 47,^{lit}52113, es decir, las 4,41 parte en lugar de la quinta, una cantidad mayor que la que debe recibir justamente.

Como se ve, para entregar a ese propietario solamente la cantidad justa de agua que debe recibir en ese caso, en proporcion de su dotacion i de la que pasa por el canal principal, seria preciso angostar el boquete, para reducir la seccion, formar para eso unos aparatos costosos i establecer tablas complicadas para los varios casos que pudiesen ocurrir en cada bo-

quète por la variacion de la pendiente del canal principal, teniendo que tomar en cuenta la velocidad del agua i cada altura diferente del agua sobre el centro del boquete.

Los aparatos que se pudiese poner prescindiendo de sus costos, podrian ser fácilmente descompuestos siendo manejados por manos incompetentes; la reparacion de ellos seria costosa i ademas de esos gastos enormes, despues de poco servicio darian unos resultados mui diferentes de los que se creeria conseguir.

VII.

(40) El sistema que propongo evita todos estos inconvenientes i es como sigue:

Se fijará los anchos de los marcos, tomando por unidad de medida el regador, que es la cantidad de agua que pasa en un segundo, i que he encontrado ser 15 litros [o cualquier otra cantidad que se crea conveniente.] Se dará a los marcos la pendiente de 0,^m006 por metro de largo.

Los marcos de los canales principales tendrán un metro de hondura, a fin de que no tenga un ancho demasiado grande, por llevar jeneralmente un grueso volúmen de agua i ahorrar de ese modo en la construccion de las compuertas; a los marcos secundarios se dará la misma pendiente de 0,^m006 que a los marcos de los canales principales, pero teniendo aquellos solamente 0,^m50 de hondura, para mayor facilidad en los riegos, acompañados ambos de sus respectivas compuertas.

Cada marco será construido de cal i ladrillo, con su compuerta de fierro, sobre todos los marcos de los canales secundarios, estas compuertas tendrán sus llaves, que guardará la persona encargada de la division del agua.

Estos marcos tendrán el largo necesario a establecer en ellos el *movimiento uniforme*: en ese punto que mas adelante determinaré con esperimentos, se pondrá en la misma pared una escala medidora dividida en decímetros, centímetros i milímetros. Atras de dicha escala se prolongará el marco de tal manera [cuya lonjitud mas adelante determinaré], que aunque el dueño del marco forme caída el agua a la salida de este, no consiga con esto influir sobre la escala medidora ni aumentar la cantidad de agua que pasa por el mismo marco.

Estando todos los marcos establecidos así, esto es, sus anchos calculados segun la cantidad de agua que debe correr por ellos e indicando la escala medidora, la misma altura de agua, en todos los marcos de canales secundarios, todos llevarán el agua en proporcion de los terrenos de regadío que tienen; i cuando en el canal principal, no haya la dotacion completa de agua por una causa cualquiera, todos recibirán la correspondiente en proporcion de la que pasa por el canal principal. En ese caso indicando la escala medidora a la altura del agua en el canal el buen o mal estado de

la compuerta, no tendrá influencia alguna sobre la division exacta del agua.

(41) He dicho que los marcos de los canales principales tendrán un metro de hondura i los marcos de los canales secundarios, solamente 0,^m50. La distribucion por eso, no dejará de ser sencilla i justa. En efecto, supongamos que el agua baje 0,^m20 en el canal principal i tomemos por ejemplo el mismo canal sobre el cual hicimos los cálculos para el caso de los sistemas de los boquetes abiertos en paredes delgadas, es decir, que nuestro canal principal lleve cuando tenga toda su dotacion 300,^{lit}9645, teniendo 0,^m006 de pendiente i un metro de hondura, i 0,^m235 de ancho.

El ancho del canal secundario con sus 0,^m50 de hondura 0,^m006 de pendiente, tendrá 0,^m129 de ancho a menos de medio milímetro, para que deje pasar los cuatro regadores.

Hemos supuesto que el agua baje en nuestro canal principal 0,^m20, es decir, la quinta parte de su altura primitiva. Hagamos bajar por medio de la compuerta el agua en el marco del canal secundario tambien la quinta parte, es decir, que el agua alcance en la escala medidora a la altura de 0,^m10.

Haciendo los cálculos con esta nueva altura, veremos que en nuestro canal secundario, pasará solamente 47,^{lit}50, que es la cantidad que debe realmente pasar, siendo la quinta parte de 237,^{lit}60568, que es la que nos pasa en nuestro canal principal en ese momento.

De modo que por este sistema, independientemente del buen o mal estado de las compuertas, para dividir las aguas en los canales secundarios en proporcion de las aguas que pasan por el canal principal i en proporcion tambien de los terrenos de regadío que ha de servir cada canal secundario, no se tendrá mas que leer la altura del agua en la escala medidora del canal principal i mover las compuertas de los marcos secundarios, hasta que el agua en éstos alcance en su respectiva escala a la mitad de la altura del agua que está indicada en el marco del canal principal.

En divisiones mui grandes, en las que el canal principal debe llevar un volúmen inmenso de agua, como en los canales principales del canal de Maipó, por economía en el trabajo de las compuertas i en las escavaciones, se puede dar mas hondura a los marcos de los canales principales, dejando la misma hondura a los marcos secundarios o de regadío, pero en ese caso, leyendo la altura del agua en la escala medidora, para determinar la altura que se debe dar al agua en los canales secundarios o de regadío, se tendrá que dividir la altura indicada en el canal principal; por 4 si se da 2,^m00 de hondura en el canal principal; por 6 si se da 3,00 i por 8 si se da 4,^m00.

Si se tuviera una ramificacion de canales, en unos regadíos grandes, es decir, un canal principal, canales secundarios, terciarios i en fin de regadío, se podria sin dificultad dar al principal 4,^m00 de hondura; a los secundarios 2,^m00; a los terciarios 1,^m00 i a los de regadío 0,^m50.

En ese caso se levantarían las compuertas de los marcos de los canales secundarios, hasta que la escala medidora indique por altura del agua la mitad de la altura señalada en el canal principal; en los terciarios la mitad de la altura visto en los secundarios; i en fin en los de regadío la mitad de la altura fijada los terciarios; de este modo el agua en los canales de regadío tendría la octava parte de la altura indicada en el canal principal.

(42) La pendiente de 0,^m006 que he indicado por metro, no es una condición *sine qua non*, porque según la pendiente del terreno se pueden formar de tablas para cada división particular de agua, mudando también la hondura de los marcos para más facilidad en los regadíos, pero en ese caso de mudanza de pendiente, será preciso hacer experimentos a fin de determinar el punto en donde se establece el *movimiento uniforme* en cada pendiente que se quiera adoptar, para establecer la escala medidora; de otro modo no se tendría exactitud en la división.

Aunque se puede dar menos pendiente que la que determiné en los marcos, no aconsejaría hacerlo, a lo menos teniendo aguas turbias en cierta estación del año, como lo son generalmente las de Chile; al contrario se debe dar la mayor pendiente posible, para que esas materias que están en suspensión en las aguas, lleguen a los terrenos de regadío i les sirvan de abono, así se sacará un gran provecho i se evitará el perjuicio de terraplenarse los canales.

(43) Si las turbias fueran perjudiciales a la agricultura, como hai casos, aunque raros, se tendría al contrario que formar estanques, para que las aguas depositaran las partículas que llevan con ellas, o bien arreglar los marcos i los canales principales de modo que sirvan de estanques, es decir, que deberían tener muy poca pendiente. Ese es un caso excepcional, que creo no se ha visto todavía en este país.

Para cuando se presentara semejante excepción o se tuviera aguas sin turbias i un terreno que no se preste a una pendiente tan grande en los marcos de los canales principales, traté de indagar si era posible dar una pendiente distinta a los marcos principales i a los marcos secundarios, pero siempre poniendo la escala medidora en donde ya se haya establecido el *movimiento uniforme* i dando por supuesto a estos marcos el ancho que les corresponde, para que pase en un segundo la cantidad de agua determinada i encontré que se presta el sistema a semejante caso. Valiéndome de un solo ejemplo, supondré que en el caso anterior [n.º 41] del canal de 20 regadores, al marco principal por causa de la mala calidad del agua o por causa del mismo terreno, no se pueda darle la pendiente de 0,^m006 por metro, sin un gasto subido; pero con una pendiente de 0,^m003 por metro se puede fácilmente establecerlo. Dando 0,^m30 de ancho al marco con esa pendiente nos pasará 301,^{lit} 29 de agua por segundo; en la

baja del agua, supongamos 0,^m20 como en los marcos anteriores, tendremos 0,^m80 de altura de agua i nos correrá por el marco 240,^{lit} 864 en lugar de 237,^{lit} 60568 que hemos encontrado en la baja de 0,^m20 en el marco de 0,^m006 por metro de pendiente [n.º 41], es decir, que habrá una diferencia solamente 3,^{lit} 25028 por segundo, que es el resultado de la diferencia de 301,^{lit} 29 que pasa en el marco de 0,^m30 de ancho i la cantidad de 300,^{lit} 9645 que pasa en el marco de 0,^m006 de pendiente con 0,^m235 de ancho; los dos anchos a menos de medio milímetro del ancho exacto. De modo que se puede dar pendientes distintas a los marcos de los canales principales i a los marcos de los canales secundarios, en el caso de exijirlo el terreno o la naturaleza de las aguas, sin por eso tener mala division, pero siempre poniendo la escala medidora en un punto donde se haya establecido ya el *movimiento uniforme* en los marcos.

VIII.

He dicho [n.º 40] que determinaria el largo que se debe dar a los marcos, para que se establezca en ellos el *movimiento uniforme*, i tambien el punto donde se debe poner la escala medidora, para que se tenga indicaciones exactas del agua que pasa por los marcos, i al hacer aquí esa determinacion, advertiré de paso que los antecedentes de que la saco han venido de experimentos que me ha sido indispensable practicar, desde que en los autores Hidráulicos que he podido consultar no se encuentra dato ninguno sobre la materia: sintiendo sin embargo que mis lijeros recursos i el poco tiempo de que me ha sido dable disponer, no me haya permitido hacer algunos otros variando la pendiente de los marcos i dejándome en la necesidad de conformarme con solo los hechos sobre los marcos de 0,^m006 por metro de pendiente, que es la que he dado a los marcos, siendo la misma pendiente que tienen jeneralmente los terrenos de estos lugares.

Por razon de la economía que tuve que consultar, haciendo mis experimentos, considero los resultados obtenidos como aproximativos, suficientes, no hai duda, para el caso que me ocupa, pero estoi persuadido de que se puede todavía acortar el largo que he señalado a los marcos, sin que por eso, sean menos exactas las indicaciones dadas por las escalas medidoras i teniéndose un costo menor en la construccion de los mismos.

Aunque hice las paredes i el piso de mis marcos, con madera de pino de 0,^m035 de grueso, tuve que emplear para el armazon de ellos, madera de álamos, que siendo blanda se ha comprimido con el peso del agua, i me ha dado unas variaciones de algunos milímetros en el ancho de ellos; diferencia que se encuentra en los resultados obtenidos, como se ve en la tabla de los ratorce experimentos que presento.

Haciendo estos experimentos quise determinar si el mayor o menor ancho del marco tenia influencia sobre el punto donde se establece el *movimiento uniforme*, reconocer tambien si la variacion de altura del agua en un marco dado, hacia cambiar el punto donde principia dicho movimiento; igualmente quise determinar la influencia que puede tener sobre el agua de un marco, la caída que se puede dar a ésta a su salida i hasta qué distancia esa influencia puede hacerse sentir en el nivel del agua.

El primer marco que hice tenia 0,^m005 de pendiente por metro de largo, un metro de altura i 0,^m60 de ancho, con 24,^m45 de largo i con caída del agua a su salida. La compuerta estaba puesta perpendicularmente a la corriente del agua ántes de pasar por ella i hacía un ángulo de 168° con la direccion del marco; esta compuerta tenia 0,^m84 de ancho; de modo que los planes que reunian la compuerta con los costados del marco, formaban de un lado con ella un ángulo de 63° i del otro lado, uno de 70°. La distancia media del centro de la compuerta, al centro de la cabecera del marco era de 0,^m36.

La pendiente del terreno desde el canal, donde tomaba el agua para mis experimentos, hasta la entrada del marco, en un largo de cuatro metros, era de 0,^m02 por metro i el mismo canal proveedor del agua, tenia una pendiente de 0,^m005 por metro.

Para tener las alturas del agua en los varios puntos de mis marcos, habia trazado de antemano, sobre una de las paredes a la parte interior, unas líneas paralelas al lecho del marco a distancia de un decímetro unas de otras i perpendiculares tambien de decímetro en decímetro, desde la embocadura del marco, hasta su extremo; de modo que tomando sobre estas perpendiculares la altura del agua, tenia inmediatamente la distancia a que correspondia esta medida, de la entrada del marco.

Este marco, por su amazon endeble, no pudo resistir a la presion enorme del agua i al poco rato de principados los experimentos, se venció i una cantidad notable de agua filtraba, lo que me habia ofrecido datos errados; aunque, con bastante aproximacion, pude determinar en donde principiaba el *movimiento uniforme*, que encontré entre 5 i 6 metros distante de la embocadura, tambien reconocí que la influencia de la caída del agua se hacia sentir hasta 1,^m65 de distancia ántes de su salida del marco.

Despues reduje el ancho del marco a la mitad del ancho que tenia, es decir, le di 0,^m30 de ancho, reduciendo el largo a 17,^m40, dejando a este la misma altura de un metro que el anterior i tambien la misma pendiente de 0,^m006 por metro; alcancé a practicar catorce experimentos i como poco a poco hacia aumentar la cantidad de agua; cuando esta alcanzó a mas de 0,^m50 de altura, principié a observar filtraciones, lo que me obligó a parar los experimentos, para no tener resultados inexactos.

Dejé la compuerta de este nuevo marco, en el mismo lugar que en el

marco anterior, reuniendo por un plan recto la nueva pared del marco, con el costado de la compuerta; de modo que el ángulo de ese plan con la compuerta que era de 63° en el caso anterior, se habia reducido a 30°. En la pared de dicho nuevo marco, a la parte interior, tenia tambien trazado como en el otro, la escala de decímetro en decímetro: siendo la parte anterior de este lo mismo que la del primero, pero diferente en largo i ancho.

En este marco, como dije, hice catorce esperimentos, haciendo variar la cantidad de agua que introducía en él; en cuatro de los esperimentos usé de la compuerta i en cada caso, he medido la altura del agua ántes de la compuerta, su altura sobre el boquete, es decir, la distancia de la compuerta al plan del canal, cuando me servía de ella i tambien la altura del agua desde la base de la compuerta, hasta donde alcanzaba; la altura a la entrada del marco i en fin, las varias alturas de metro en metro, desde la cabecera hasta el extremo del marco.

Se ve, por la tabla que presento de estos esperimentos, que el agua, desde su entrada en el marco, baja hasta cierta distancia por efecto de la velocidad adquirida, tanto en el ante-canal, como por la contraccion del agua a la embocadura, lo que forma una caída, despues vuelve a salir por varias ondulaciones, hasta que haya perdido por el rozamiento, la velocidad adquirida ántes de su entrada en el marco i despues la superficie toma una forma plana paralela al lecho del canal i de una velocidad igual si no hai mudanza en el ancho i en la pendiente, i tenemos entónces el *movimiento uniforme*.

En la tabla de los catorce esperimentos, se ve que con poca variacion, el *movimiento uniforme* ha principiado como en el marco de 0,^m60 de ancho, a una distancia de cinco a seis metros de la embocadura, lo que me convenció de que el ancho del marco no influye sobre el punto donde se establece el *movimiento uniforme* i tambien se ve claramente que con cualquiera altura de agua que se tenga en los marcos, este punto es constante; de modo que el lugar donde se establece el *movimiento uniforme*, es independiente del marco i de la altura del agua en él, variando ese punto solo con la pendiente que se dé al lecho.

El *movimiento uniforme* no podria establecerse si el marco estuviera horizontal o tuviera una pendiente acercándose a la vertical.

Segun la simple razon, si tenemos una presion grave sobre el agua que pasa debajo de una compuerta, se deberia encontrar el punto donde empieza el *movimiento uniforme* a una distancia mas grande de la embocadura del marco, porque esa agua, saliendo con una velocidad mui grande, será preciso que camine mas distancia en el canal para perder esa velocidad por el rozamiento sobre las paredes; i aunque no encontré una diferencia notable en mis esperimentos, no obstante de haber tenido, hasta 0,^m40 de altura de agua sobre la que salía en el esperimento n.º 11, creo que ha sido por

haber existido, desde la compuerta a la embocadura del marco, el plan que recibia directamente el choque del agua que pasaba debajo de esa misma compuerta i hacia perder al agua la velocidad adquirida ántes de su entrada en el marco; por eso creo seria mui del caso hacer esperimentos mas prolijos, que me ha sido imposible ejecutar por falta de recursos.

Para estar seguro de evitar toda causa de error en la construccion de los marcos i tener unas medidas exactas de las aguas que pasan por ellos, creo que seria conveniente poner la escala medidora a los ocho metros de distancia de la embocadura del marco; i si despues de otros esperimentos, se tiene entera certeza de que principia el *movimiento uniforme* en todos los casos a los seis metros con la pendiente de 0,^m006 por metro, se podrán construir los marcos con dos metros menos de largo, sin por eso tener menos exactitud en la division, lo que no dudo de ningun modo; aconsejaria mientras tanto, que se determine la influencia de la presion sobre el agua que pasa debajo de una compuerta, de formar entre esta i la embocadura del marco, un especie de depósito de agua de un metro de largo i mas ancho que el mismo marco, depósito arreglado de modo que allí el agua pierda una parte i aun toda su velocidad adquirida por la presion que recibe ántes de pasar por la compuerta.

Paso ahora a determinar la influencia que la caída que se puede dar al agua a la salida del marco, tenga sobre el nivel del agua i la distancia a que se haga sentir en el marco.

Nadie ha hecho esperimentos todavia sobre este punto; los solos esperimentos que se han practicado en Europa son sobre los botadores (*Deversoirs*) que, si se quiere, pueden tener alguna semejanza con la parte que nos ocupa. Uno de los sábios que ha hecho mas esperimentos sobre los botadores, habiendo ejecutado cuatrocientos, es M. Castel, pero tanto él como todos, han hecho sus esperimentos sobre represas o depósitos de agua sin movimiento, o a lo menos, animada de mui poca velocidad, no dando tampoco a la abertura del botador todo el ancho de la represa, lo que es mui diferente del punto que analizamos, puesto que aquí no tenemos impedimento ninguno a la caída, al contrario está favorecida por la misma velocidad del agua en el marco, teniendo a mas el plan de depósito de agua o del marco, a la misma altura del plan del botador (si se quiere considerarlo como botador) lo que no se ha tenido en los esperimentos de M. Castel; en fin, del resultado de sus esperimentos este sabio saca por consecuencia, que el largo sensible de la influencia del botador sobre el agua, ha variado de 0,^m15 a 0,^m20 i que nunca ha sido mayor de 0,^m50 que naturalmente ha sido, tanto mas grande; que la altura del agua sobre el botador era mayor i la abertura mas grande.

No seria estraño que aquí por las diferencias antedichas de unos i otros esperimentos, se tengan datos que no se asemejen o estos. En efecto, en el caso del canal de 0,^m60 de ancho, he encontrado que la influencia de la

caída del agua se hacia sentir hasta 1,^m45 ántes del extremo del marco, pero como ya he dicho, no estoi mui seguro de este resultado, por haberse abierto un canal poco tiempo despues i pudiera haber sucedido que en el momento en que tomaba estos datos, se hubieran sentido las paredes del marco por la presion del agua; pero en los catorce esperimentos que hice sobre el marco de 0,^m30 de ancho, como se ve en la tabla, a los 0,^m40 de distancia de la desembocadura, la influencia de la caída del agua se hacia notar sensiblemente i en ciertos casos, hasta 1,^m40. ¿Será error de anotacion o habrá variado el ancho del marco, por no tener por armazon materiales bastante firmes? Es lo que no puedo determinar i es por eso que he dicho que seria de un interes grande hacer unos esperimentos con todos los requisitos necesarios en semejante clase de trabajo.

No obstante estas pequeñas variaciones, estoi convencido de que a los dos metros de distancia de la desembocadura del marco, no se hace sentir la influencia de la caída del agua i que, segun eso, dando al marco diez metros de largo i poniendo la escala medidora a los ocho metros de distancia de la embocadura del marco, tendremos con la pendiente de 0,^m006 por metro, una medida exacta del agua i a cada mudanza de altura, sabremos fijamente el agua que nos pasa por medio de la fórmula de los marco^s (n.º 7) que es como hemos visto.

$$Q = S \left(\sqrt[3]{2736 \frac{p^3}{c}} - 0,033 \right)$$

IX.

Aunque he determinado en esta Memoria, la cantidad de agua suficiente para el regadío, en vista de los terrenos mas comunes en estos departamentos i tambien el modo de dividirla exactamente, segun la mayor o menor necesidad que tenga de ella cada vecino; sin embargo no tendríamos el agua necesaria para el regadío, principalmente en los canales que recorren una estension larga de terreno, ántes de entregar toda el agua que lleven, si no hicieramos entrar en cuenta en las tomas del rio, la cantidad de agua que se pierde por filtraciones en los terrenos, desde las boca-tomas, hasta el lugar de su empleo. Estas pérdidas que son insignificantes en canales cortos, no pueden ser despreciadas en un cauce largo: es lo que vamos a estudiar.

De estas dos pérdidas, la pérdida por vaporizacion es la mas pequeña, aunque sensible en canales grandes. Si buscamos para determinarla en los autores que han escrito sobre estas materias, encontramos en Minard autor competente que él considera que en Europa en el espacio de un año, baja el agua en los canales de navegacion de una altura de 1,^m40, pero en este

clima donde la estacion de los calores es mas larga que allá, aunque se tengan aguas heladas por ser de nieves derretidas, que retardan la volatilizacion, no seria prudente poner por la merma del agua en un año, menos de 1,^m50 que considero ser pérdida bastante aproximada.

De modo que en la unidad de tiempo, que es el segundo, tendremos 0,^{lit}0000475 de baja por metro cuadrado de superficie de canal.

La pérdida de un canal por filtraciones, es mas difícil de determinar todavía, habiendo tantas causas diferentes que pueden producirla o impedir las, siendo natural que la composicion de los varios terrenos por donde pasa una acequia influya sobre ellas, o a lo menos sea su principal causa, con mas razon si se considera que en este país, los planteles bordean jeneralmente las acequias de regadío, aunque tenemos en favor las turbias que traen las aguas en verano; turbias que en jeneral son gredosas i penetrando los terrenos vecinos del rasgo de las acequias comprimen el terreno, llenando las grietas i transformando los terrenos arenuscos en una composicion impenetrable al agua: de modo que a los pocos años de servicio de un canal, la pérdida de agua en su curso debe ser casi imperceptible.

En fin, segun las observaciones de autores competentes en la materia, se considera sin filtraciones un canal grande, cuando el agua baja solamente de 0,^m03 a 0,^m04 en 24 horas i eso en terrenos mui buenos, aunque se ha visto canales donde el agua ha bajado, en el mismo espacio de tiempo, solamente de 0,^m01 a 0,^m02 pero son casos excepcionales.

Esos canales donde se han hecho tales observaciones, son canales grandes sirviendo a la navegacion i por lo tanto, teniendo una masa enorme de agua casi sin movimiento, así es que esos terrenos estan con una presion enorme, lo que favorece las filtraciones; es caso mui diferente del que nos ocupa, a pesar de eso, para no tener una apreciacion demasiado lejos de la verdad, por los vegetales que acompañan el curso de las acequias i tambien por las vetas de arena que se pueden encontrar. Supongamos que la pérdida sea en veinte i cuatro horas, representada por una altura de agua igual a 0,^m06; lo que nos dará por segundo, que es la unidad de tiempo, 0,^{lit}0006905, por metro cuadrado de acequia.

De modo que las dos pérdidas nos darán por metro cuadrado de canal, la cantidad de 0,^{lit}000738; cantidad por la cual multiplicaremos el número de metros cuadrados que tengamos en una acequia nueva que se tenga que abrir, para saber la cantidad de agua con que se haya de aumentar la dotacion del canal, i dar a cada uno la que le corresponde en vista de la cuadras cuadradas que debamosregar.

X.

Habiendo manifestado ya la cantidad de agua indispensable para un buen regadío, lo mismo que la capacidad que debe darse al marco, a fin de que

por él pase no solo el agua que estrictamente le corresponde sino la que debe tenerse como perdida en volatilizacion i filtraciones, me resta solo hablar de los cálculos de que para estos resultados me he valido, cálculos que aunque referentes a ecuaciones del tercer grado, son manifiestamente sencillos, i de los cuales me serví para formar las tablas del ancho de los marcos que presento.

Supongamos que tengamos que llevar por un canal una cantidad de agua igual a 450 regadores; entrando en esa cantidad las varias pérdidas que podemos tener en el curso del agua, el marco tendrá un metro de hondura 0,^m006 por metro de pendiente.

La ecuacion de los canales que hemos encontrado (n.º 7) en esta Memoria es:

$$p s^3 = 0,00036554 c (Q^2 + 0,0644 Q S)$$

tenemos:

$$p = 0,^m006$$

$$s = lh \quad l = \times 1 = l.$$

$$c = l + 2h = l + 2 \times 1 = l + 2.$$

$$Q = 450 \times 0,^m3015 = 6^m375.$$

15,^{lit}00 siendo la cantidad de agua que he encontrado ser el regador (n.º 24).

Poniendo estos valores en la ecuacion, tenemos:

$$l^3 = \frac{0,00036554 (45,5625 + 0,4372 l) l + 2}{0,^m006}$$

reduciendo, sacamos

$$l^3 = 0,02648335851 l^2 + 2,82778629628 l + 5,55159915852$$

de donde, pasando estos valores en el primer termino, nos da;

$$l^3 - 0,02648335851 l^2 - 2,82678629728 l - 5,55159915852 = 0.$$

Ahora tendremos que dará l , un valor tal, que introduciéndolo en esta ecuacion tengamos cero.

Supongamos que hagamos

$$l = 2,40; \text{ tendremos.}$$

$$13,824 - 0,152544150176 - 6,786687111072 - 5,55159915852 = +0,03331695853904$$

lo que nos indica que el valor de 2,^m40 que hemos dado para l , es demasiado grande. Si ahora le damos solamente 2,^m30 i haciendo la misma operacion, sacamos;

$$12,167 - 0,02157149393994 - 6,50995579881 - 5,551608375 = -0,072861332196$$

lo que nos indica por el signo — que la cantidad que acabamos de dar a l , es demasiado pequeña.

Enfin, si hacemos los valores de l igual a 2,^m302; 2,^m203; 2,^m304; sacamos los valores siguientes:

12,19676760E—0,1446983143518744—5,5156066299394—5,551608375—0,0131557112912741
 12,214672127—0,146485582178774—5,5164470455041—5,551608375—0,001868875982974
 12,230590464—0,1449499512552576—6,5212774610628—5,551608375—+ 0,0127546736759424

Esto hace ver claramente que el ancho mas aproximativo a menos de medio milímetro, es el ancho de 2,^m303 que se debe dar al marco, puesto que habiendo tomado en cuenta todas las causas de pérdidas de agua, no tenemos que dar un ancho mas grande que el estrictamente necesario, i es indudable que con el rozamiento del agua sobre las paredes del marco, al poco tiempo, tendrá este el ancho preciso. Mas apesar de eso vemos, qué cantidad de agua tendríamos de mas de la necesaria si hicieramos el marco de 2,^m304, para eso en la fórmula (n.º 7)

$$Q = S \left(\sqrt[3]{\frac{P^3}{2736c}} - 0,033 \right)$$

Pondremos los valores que tenemos

$$s = lh = 2,^m304$$

$$p = 0,^m006$$

$$c = l + 2h = 2,^m304 + 2 = 4,^m304$$

Haciendo, el cálculo vemos que con ese ancho del marco de 2,^m304 nos pasará por segundo 6,^m7548672, es decir, 4,^{lit} 8672 de mas que la que hemos determinado necesaria, i con el ancho de 2,^m303 pasará por el marco 6,^m74602, es decir, 3,^{lit} 998 menos que la designada, pero mas aproximada que la anterior.

Las dos primeras tablas que presento, de ancho de marcos, son los anchos de los de canales de regadío, desde un regador o 15,^{lit} 00, hasta 50 o 750 litros de agua pasando por segundo: marcos que pueden servir para regar, desde diez cuadras, hasta quinientas segun los esperimentos de regadío que presento.

Tambien he determinado los anchos de los marcos para el regadío de terrenos, desde una cuadra, hasta diez; es decir, la subdivision del regador en diez partes.

En la primera columna de las tablas, he puesto el número de regadores, i en la subdivision del regador las fracciones de este.

En la segunda columna, está indicada la hondura del marco, que es de 0,^m50, que he determinado ser la mas apropósito para los marcos de canales de regadío en los departamentos de San-Felipe i Ándes.

En la tercera, he puesto el ancho de los marcos a menos de medio milímetro de ancho exacto, puesto que una exactitud mas grande no puede conseguirse en los trabajos de albañilería.

En la cuarta, he indicado la cantidad de agua que pasaria en un segundo,

si el ancho del marco fuera exactamente el que corresponde para el número de regadores indicados en la primera columna.

En la quinta, he escrito la cantidad de agua que pasa realmente por segundo, por el ancho indicado en la columna tercera que está exacto, como lo hemos visto, a menos de medio milímetro.

En la sexta i setima columna, he colocado las cantidades de agua que pasan por hora, es decir, la que debería pasar segun los regadores indicados i la que pasa realmente por el ancho señalado; he puesto estas cantidades a fin de que se vea que las diferencias son mui cortas.

En la octava, he marcado la velocidad media del agua en estos marcos, cuando ya se ha establecido el movimiento uniforme. I en fin, en la nona columna, he determinado la velocidad del agua en la superficie, habiéndose establecido tambien el movimiento uniforme.

Siendo sumamente engorroso i largo determinar los anchos de los marcos, por tener que reducir ecuaciones de tercer grado como se ha visto en el capítulo X, i habiendo tenido por necesidad resolver algunas para determinar los anchos de los marcos en el trabajo que estoi ejecutando de dividir las aguas del rio de Aconcagua entre las varias acequias que riegan los departamentos de San-Felipe i Ándes, me determiné a formar las tablas que presento.

La primera es para los marcos de 1,^m00 de hondura i 0,^m006 de pendiente, los anchos estan calculados desde 0,^m01, hasta 1,^m00, de dos en dos milímetros.

La segunda es para los marcos de regadío de 0,^m50 de hondura i 0,^m006 de pendiente, desde 0,^m01 hasta 0,^m50 de ancho, tambien de dos en dos milímetros.

Para hacer uso de estas tablas no hai mas que calcular la cantidad de agua que se necesita para el regadío aumentándola con la que se perderá por volatilizaciones i filtraciones i buscar en la columna de cantidades de agua, el número de litros que se acerca mas a ese número e inmediatamente en la columna de anchos de marcos se tendrá el ancho buscado.

Creo que con esas tablas, aunque incompletas, ha de ahorrarse mucho trabajo fastidioso a los que se hallen en el ánimo de establecer divisiones de aguas para el regadío de los campos, sobre todo, siendo los anchos de los marcos los que mas a menudo se emplean en semejantes trabajos.

NOTA.—El presente número de los *Anales* ha demorado su aparicion mas de lo necesario por solo esperar el despacho de las pruebas de las tablas que acompañan al trabajo que precede. Hacen ya mas de 25 dias que estan en poder del autor, i todavia no las devuelve. No siendo justo retardarlo mas por esta causa, se ha dispuesto que corra la publicacion de las dichas tablas tales como se hallan compuestas; i que, si a consecuencia de esto, sacaren algunas erratas, en el número siguiente o en alguno de los subsiguientes sean corregidas, conforme a lo que el Consejo tiene acordado para casos como este en sesion del 20 de noviembre de 1852.—Santiago, 9 de abril de 1863.

TABLA DE CATORCE ESPERIMENTOS

Hechos para determinar el punto donde se establece el movimiento uniforme en un canal de 0,^m30 de ancho, con la pendiente de 0,^m006 por metro, el canal era de 17,^m40 de largo.

	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	7. ^a	8. ^a	9. ^a	10. ^a	11. ^a	12. ^a	13. ^a	14. ^a
Altura de la agua a 0, ^m 03 adelante de la compuerta.....	m	0,082	0,100	0,115	0,175	0,345	0,370	0,375	0,400	0,436	0,440	0,450	0,554	0,620
Id, sobre el boquete o la abertura.....	m	0,055	0,080	0,090	0,150	0,315	0,330	0,335	0,380	0,390	0,400	0,420	0,500	0,590
Altura de la agua a la entrada del canal.....	m	0,055	0,085	0,105	0,160	0,270	0,270	0,300	0,350	0,350	0,370	0,370	0,420	0,500
Id, a 1 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,095	0,102	0,158	0,270	0,266	0,288	0,305	0,313	0,233	0,168	0,285	0,454
Id, a 2 ^m de la entrada del canal.....	m	0,071	0,090	0,102	0,150	0,260	0,263	0,287	0,285	0,346	0,220	0,167	0,290	0,454
Id, a 3 ^m de la entrada del canal.....	m	0,066	0,086	0,092	0,136	0,250	0,258	0,265	0,280	0,343	0,206	0,142	0,285	0,435
Id, a 4 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,084	0,092	0,137	0,252	0,259	0,272	0,281	0,348	0,203	0,141	0,285	0,405
Id, a 5 ^m de la entrada del canal.....	m	0,067	0,085	0,092	0,138	0,251	0,258	0,274	0,281	0,348	0,205	0,140	0,285	0,430
Id, a 6 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,086	0,093	0,140	0,250	0,257	0,272	0,282	0,350	0,202	0,140	0,285	0,432
Id, a 7 ^m de la entrada del canal.....	m	0,065	0,085	0,091	0,139	0,249	0,258	0,273	0,283	0,351	0,203	0,141	0,285	0,436
Id, a 8 ^m de la entrada del canal.....	m	0,064	0,084	0,090	0,137	0,248	0,257	0,270	0,281	0,351	0,205	0,140	0,285	0,430
Id, a 9 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,086	0,092	0,138	0,250	0,258	0,271	0,281	0,351	0,205	0,140	0,285	0,430
Id, a 10 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,085	0,091	0,138	0,250	0,258	0,272	0,280	0,350	0,203	0,140	0,285	0,429
Id, a 11 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,085	0,091	0,136	0,248	0,255	0,278	0,281	0,351	0,205	0,141	0,286	0,430
Id, a 12 ^m de la entrada del canal.....	m	0,066	0,084	0,090	0,135	0,248	0,255	0,270	0,280	0,350	0,205	0,140	0,286	0,430
Id, a 13 ^m de la entrada del canal.....	m	0,066	0,085	0,091	0,136	0,248	0,255	0,272	0,281	0,351	0,205	0,141	0,286	0,430
Id, a 14 ^m de la entrada del canal.....	m	0,067	0,084	0,090	0,135	0,248	0,255	0,272	0,281	0,350	0,205	0,140	0,286	0,430
Id, a 15 ^m de la entrada del canal.....	m	0,068	0,083	0,084	0,138	0,250	0,245	0,251	0,263	0,300	0,200	0,140	0,284	0,371
Id, a 16 ^m de la entrada del canal.....	m	0,065	0,075	0,077	0,125	0,220	0,220	0,266	0,230	0,250	0,182	0,150	0,220	0,325
Id, a 17, ^m 40 de la entrada del canal.....	m	0,025	0,073	0,063	0,110	0,170	0,175	0,183	0,184	0,210	0,140	0,101	0,190	0,265

TABLA DE LOS ANCHOS DE LOS MARCOS

Dado de altura a la agua 0,^m50 i asignando por cada regador 15 litros por segundo o por hora 54,^{m3}00, la pendiente del marco siendo de 0,^m006.

Regadores.	Altura del marco.	Ancho.	Cantidad de agua por segundo.	Cantidad de agua por segundo dada por cálculo.	Cantidad de agua por hora.	Cantidad de agua por hora dada por cálculo.	Velocidad media en los marcos.	Velocidad de la superficie en los marcos.
	m	m	lit.	lit.	m ³	m ³	m	m
1	0,50	0,051	15,00	15,25	54,000	54,900	0,598	0,7475
2	"	0,081	30,00	30,375	108,000	109,305	0,750	0,9375
3	"	0,105	45,00	44,625	162,000	160,650	0,850	1,0625
4	"	0,129	60,00	60,333	216,000	217,19988	0,9354	1,16925
5	"	0,150	75,00	75,075	270,000	270,270	1,001	1,25125
6	"	0,170	90,00	90,0235	324,000	324,0846	1,0591	1,3240
7	"	0,189	105,00	104,829	378,000	377,3844	1,1093	1,38625
8	"	0,208	120,00	120,20	432,000	432,720	1,1557	1,44625
9	"	0,226	135,00	135,71	486,000	488,556	1,2010	1,5025
10	"	0,245	150,00	151,655	540,000	546,958	1,2380	1,5475
11	"	0,260	165,00	164,892	594,000	593,6116	1,2684	1,5855
12	"	0,277	180,00	180,230	648,000	648,828	1,3013	1,626625
13	"	0,294	195,00	194,8224	702,000	701,360	1,3253	1,656625
14	"	0,309	210,00	209,9655	756,000	755,8758	1,3590	1,69875
15	"	0,325	225,00	225,225	810,000	810,810	1,3860	1,7325
16	"	0,340	240,00	240,89	864,000	867,204	1,4170	1,77125
17	"	0,356	255,00	255,43	918,000	919,548	1,4350	1,79375
18	"	0,371	270,00	270,35	972,000	973,260	1,4570	1,82125
19	"	0,384	285,00	283,392	1026,000	1020,2112	1,4750	1,84375
20	"	0,399	300,00	280,6515	1080,000	1075,1456	1,4970	1,87125
21	"	0,415	315,00	314,985	1134,000	1133,946	1,5180	1,8975
22	"	0,429	330,00	329,47	1188,000	1186,0986	1,5360	1,920
23	"	0,443	345,00	344,211	1242,000	1239,1596	1,5540	1,9425
24	"	0,458	360,00	458,988	1296,000	1292,3568	1,5720	1,9650
25	"	0,472	375,00	375,476	1350,000	1351,7136	1,5910	1,98875
26	"	0,489	390,00	389,455	1404,000	1402,038	1,6060	2,0075
27	"	0,500	405,00	404,50	1458,000	1456,200	1,6180	2,0225
28	"	0,513	420,00	420,90	1512,000	1515,240	1,6410	2,05125
29	"	0,528	435,00	435,60	1566,000	1568,160	1,6500	2,0625
30	"	0,540	450,00	449,01	1620,000	1516,436	1,6630	2,07875

CONTINÚA LA TABLA DE LOS ANCHOS DE LOS MARCOS.

Regadores.	Altura del marro.	Ancho.	Cantidad de agua por segundo.	Cantidad de agua por segundo dada por el cálculo.	Cantidad de agua por hora.	Cantidad de agua por hora dada por el cálculo.	Velocidad media en los marcos.	Velocidad de la superficie en los marcos.
31	m 0,50	m 0,554	lit. 465,000	lit. 464,529	m ³ 1674,000	m ³ 1672,3040	m 1,677	m 2,09625
32	"	0,568	480,000	480,244	1728,000	1728,8784	1,691	2,11375
33	"	0,581	495,000	494,7215	1782,000	1280,9974	1,703	2,12875
34	"	0,595	510,000	510,500	1836,000	1837,3000	1,715	2,1450
35	"	0,607	525,000	525,660	1890,000	1892,3760	1,732	2,1650
36	"	0,620	540,000	539,050	1944,000	1940,5300	1,739	2,17375
37	"	0,634	555,000	555,2255	1998,000	1998,8100	1,7515	2,189375
38	"	0,645	570,000	568,245	2052,000	2045,6820	1,762	2,21675
39	"	0,660	585,000	585,222	2106,000	2106,7990	1,7734	2,2250
40	"	0,674	600,000	601,500	2160,000	2165,4000	1,7849	2,231125
41	"	0,687	615,000	616,685	2214,000	2220,0698	1,7953	2,244125
42	"	0,698	630,000	630,992	2268,000	2271,5700	1,8080	3,2600
43	"	0,711	645,000	644,840	2322,000	2321,4240	1,8139	2,267375
44	"	0,724	660,000	660,288	2376,000	2377,0398	1,8240	2,2800
45	"	0,737	675,000	675,460	2430,000	2431,6560	1,8330	2,29125
46	"	0,750	690,000	690,9375	2484,000	2487,3750	1,8425	2,303625
47	"	0,762	705,000	705,190	2538,000	2538,6840	1,8509	2,313625
48	"	0,775	720,000	720,750	2592,000	2594,7000	1,8600	2,3250
49	"	0,787	735,000	730,580	2646,000	2646,0288	1,8680	2,3350
50	"	0,800	750,000	750,800	2700,000	2702,2880	1,8770	2,34625

ANCHO DE LOS MARCOS

para regar desde una hasta diez cuerdas o division del regador en diez partes.

0,10	0,50	0,011	1,50	1,4707	5,400	5,29452	0,2647	0,33425
0,20	"	0,018	3,00	2,3500	10,800	11,2620	0,3578	0,43475
0,30	"	0,023	4,50	4,5590	16,200	16,4124	0,3964	0,49554
0,40	"	0,028	6,00	6,1570	21,600	22,1650	0,4397	0,549725
0,50	"	0,032	7,50	7,5400	27,000	27,1440	0,3723	0,5904
0,60	"	0,036	9,00	9,0000	32,400	32,4000	0,5000	0,6250
0,70	"	0,040	10,50	10,5700	37,800	38,0590	0,5228	0,660625
0,80	"	0,044	12,00	12,2100	43,200	43,9560	0,5550	0,69375
0,90	"	0,047	13,50	13,4890	48,600	48,5600	0,5660	0,7075
1,00	"	0,051	15,00	15,2500	54,000	59,9000	0,5980	0,7475

TABLA DE LAS CANTIDADES DE AGUA

Que pasan por los marcos de 1.^m00 de hondura i 0.^m006 de pendiente, por los anchos determinados de dos en dos milímetros.

Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.
m	lit.								
0,010	2,5278	0,068	47,7156	0,126	120,1284	0,184	210,3120	0,242	314,1404
0,012	3,3587	0,070	49,8463	0,128	122,9696	0,186	213,6768	0,244	317,9392
0,014	4,26728	0,072	51,9984	0,130	125,8335	0,188	217,0836	0,246	321,7434
0,016	5,2472	0,074	53,9578	0,132	128,7132	0,190	220,3297	0,248	325,5595
0,018	6,2937	0,076	56,4072	0,134	131,5746	0,192	223,8912	0,250	329,3750
0,020	7,4030	0,078	58,5624	0,136	134,5448	0,194	227,3292	0,252	333,2196
0,022	8,5712	0,080	60,9280	0,138	137,3897	0,196	230,7704	0,254	337,0834
0,024	9,7968	0,082	63,2286	0,140	140,4620	0,198	234,2340	0,256	340,9468
0,026	11,0734	0,084	65,5561	0,142	143,4484	0,200	237,2400	0,258	344,8170
0,028	12,4062	0,086	67,9116	0,144	146,4523	0,202	241,2082	0,260	348,7230
0,030	13,7577	0,088	70,2926	0,146	149,4748	0,204	244,7388	0,262	352,6520
0,032	15,2096	0,090	72,7002	0,148	152,51696	0,206	248,3536	0,264	356,5320
0,034	16,6940	0,092	75,1372	0,150	155,5770	0,208	250,0146	0,266	360,5098
0,036	18,2052	0,094	77,5864	0,152	158,6576	0,210	255,3390	0,268	364,3996
0,038	19,7676	0,096	80,0736	0,154	161,7462	0,212	258,9156	0,270	367,2000
0,040	21,3720	0,098	82,5748	0,156	164,8608	0,214	262,5138	0,272	373,3408
0,042	22,6548	0,100	85,0580	0,158	168,0014	0,216	266,0904	0,274	376,3116
0,044	24,7016	0,102	87,6690	0,160	171,1504	0,218	269,7096	0,276	380,1004
0,046	26,4135	0,104	90,2511	0,162	174,2958	0,220	273,4292	0,278	384,1078
0,048	28,1894	0,106	92,8539	0,164	177,5136	0,222	276,9894	0,280	380,3600
0,050	29,8800	0,108	95,4806	0,166	180,7242	0,224	280,6272	0,282	392,3466
0,052	32,0138	0,110	98,1310	0,168	183,9096	0,226	284,3080	0,284	396,3778
0,054	33,6852	0,112	100,8336	0,170	187,1680	0,228	287,8272	0,286	400,8004
0,056	35,5936	0,114	103,7172	0,172	190,4212	0,230	291,6860	0,288	404,4672
0,058	37,5376	0,116	106,2212	0,174	193,6968	0,232	295,3824	0,290	410,4555
0,060	39,5100	0,118	109,2444	0,176	197,3312	0,234	299,1220	0,292	412,6252
0,062	41,5090	0,120	111,7200	0,178	199,9474	0,236	302,0800	0,294	415,7156
0,064	43,5496	0,122	114,4970	0,180	203,6140	0,238	306,5954	0,296	420,8232
0,066	45,6126	0,124	117,3288	0,182	206,9522	0,240	310,3680	0,298	424,0480
0,300	429,0000	0,358	551,3200	0,416	685,6728	0,474	824,9496	0,532	970,4744
0,302	433,2190	0,360	557,7840	0,418	690,3270	0,476	830,0012	0,534	975,5646
0,304	437,5776	0,362	562,1136	0,420	694,9320	0,478	834,8270	0,536	980,7192
0,306	441,5274	0,364	566,4752	0,422	699,7604	0,480	839,7600	0,538	985,8312
0,308	445,7068	0,366	571,1420	0,424	704,4760	0,482	844,1266	0,540	990,9540
0,310	449,9030	0,368	575,6252	0,426	709,2048	0,484	849,6136	0,542	996,0876
0,312	454,0848	0,370	580,0860	0,428	713,9468	0,486	854,3824	0,544	1001,2864
0,314	458,2830	0,372	584,4864	0,430	718,6590	0,488	859,5632	0,546	1006,3872
0,316	462,2764	0,374	588,6012	0,432	723,4272	0,490	861,5070	0,548	1011,6080
0,318	466,6868	0,376	593,5912	0,434	728,1652	0,492	869,4624	0,550	1016,7300
0,320	470,9440	0,378	598,3096	0,436	732,9596	0,494	874,3800	0,552	1022,3040
0,322	475,2076	0,380	602,6420	0,438	737,7234	0,496	879,4576	0,554	1027,1160
0,324	479,4552	0,382	607,1890	0,440	742,0250	0,498	884,4480	0,556	1032,2696

CONTINÚA LA TABLA DE LAS CANTIDADES DE AGUA

Que pasan por los marcos de 1,^m00 de hondura i 0,^m006 de pendiente, por los anchos determinados de dos en dos milímetros.

Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.	Ancho del marco.	Cantidades de agua por segundo en litros.
m	lit.								
0,326	483,7188	0,384	611,7120	0,442	747,4220	0,500	889,2600	0,588	1047,5452
0,328	487,9984	0,386	616,3262	0,444	752,0916	0,502	849,4636	0,560	1042,7200
0,330	492,2610	0,388	620,8388	0,446	756,9066	0,504	809,5896	0,562	1047,9502
0,332	496,5724	0,390	625,4430	0,448	761,6896	0,506	903,8226	0,564	1053,0444
0,334	500,8998	0,392	630,5712	0,450	766,5100	0,508	909,5232	0,566	1058,3068
0,336	505,2096	0,394	634,6552	0,452	774,3380	0,510	914,5830	0,568	2063,5800
0,338	509,7378	0,396	639,1834	0,454	776,1130	0,512	919,6544	0,570	1068,8070
0,340	513,8760	0,398	643,8048	0,456	781,0368	0,514	924,6860	0,572	1074,0444
0,342	518,2326	0,400	648,4000	0,458	785,8892	0,516	931,1220	0,674	1078,4122
0,344	522,9144	0,402	653,0570	0,460	790,6940	0,518	934,9382	0,576	1084,5504
0,346	426,9234	0,404	657,6716	0,462	795,6102	0,520	937,0400	0,578	1089,7612
0,348	531,3274	0,406	662,3078	0,464	809,4928	0,522	944,9766	0,580	1093,8800
0,350	535,8100	0,408	667,0392	0,466	805,3412	0,524	950,0644	0,582	1100,3292
0,352	540,1088	0,410	671,6210	0,464	810,2488	0,526	955,1108	0,584	1105,5704
0,354	344,5228	0,412	676,2980	0,470	815,1680	0,558	960,2208	0,586	1108,2160
0,356	548,9164	0,414	680,9886	0,472	820,0528	0,530	955,3420	0,590	1116,1416
0,592	1126,5360	0,652	1188,2868	0,712	1454,6616	0,772	1625,2144	0,832	1799,6992
0,594	1131,1452	0,654	1293,7328	0,714	1460,2014	0,774	1631,7392	0,834	1805,5266
0,596	1137,3468	0,656	1299,2080	0,716	1463,7952	0,776	1636,7362	0,836	1811,4448
0,598	1142,5984	0,658	1304,7502	0,718	1471,4692	0,778	1642,4358	0,838	1818,2968
0,600	1147,9800	0,660	1310,2320	0,720	1477,0800	0,780	1648,2180	0,840	1823,2200
0,602	1153,3116	0,662	1315,7250	0,722	1482,6992	0,782	1654,0082	0,842	1829,0766
0,604	1158,6532	0,664	1321,1608	0,724	1487,7477	0,784	1660,4336	0,844	1835,0248
0,606	1165,5198	0,666	1326,6720	0,726	1494,0354	0,786	1665,6126	0,846	1840,8960
0,608	1169,3056	0,668	1332,2592	0,728	1499,6800	0,788	1671,2692	0,848	1846,7744
0,610	1174,6770	0,670	1337,7220	0,730	1505,3330	0,790	1677,0910	0,850	1852,7450
0,612	1180,2420	0,672	1343,2608	0,732	1510,9944	0,792	1682,9208	0,852	1858,6380
0,614	1185,3884	0,674	1348,7414	0,734	1516,6642	0,794	1688,7586	0,854	1864,5382
0,616	1190,7280	0,676	1354,2984	0,736	1523,3424	0,796	1694,5428	0,856	1874,2976
0,618	1196,1290	0,678	1359,7968	0,738	1528,0290	0,798	1700,2986	0,858	1880,1534
0,620	1201,5352	0,680	1365,3040	0,740	1533,6500	0,800	1706,1600	0,860	1886,1520
0,622	1205,3738	0,682	1370,8882	0,742	1540,8372	0,802	1711,9492	0,862	1892,0900
0,624	1212,3072	0,684	1376,4132	0,744	1545,0648	0,804	1717,7460	0,864	1898,2352
0,626	1217,6952	0,686	1382,0156	0,746	1550,5372	0,806	1723,6310	0,866	1903,9876
0,628	1229,3528	0,688	1387,5584	0,748	1556,4384	0,808	1729,4432	0,868	1906,2148
0,630	1228,5000	0,690	1393,1100	0,750	1562,1750	0,810	1735,2630	0,870	1911,9990
0,632	1233,9168	0,692	1398,6704	0,752	1567,9952	0,812	1741,0904	0,872	1917,9640
0,634	1239,2798	0,694	1404,2396	0,754	1573,5980	0,814	1746,9254	0,874	1923,9870
0,636	1244,7156	0,696	1409,8176	0,756	1579,2840	0,816	1756,7680	0,876	1929,9156
0,638	1250,1610	0,698	1415,4044	0,758	1585,2812	0,818	1768,6182	0,878	1935,9022
0,640	1255,6160	0,700	1421,0000	0,760	1590,7560	0,820	1764,4760	0,880	1941,8080
0,642	1261,0164	0,702	1426,5342	0,762	1596,4692	0,822	1170,3414	0,882	1947,8088

CONTINÚA LA TABLA DE LAS CANTIDADES DE AGUA

Que pasan por los marcos de 1,000 de hondura i 0,006 de pendiente, por los anchos determinados de dos en dos milímetros.

Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.		Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.		Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.	
m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.
0,644	1266,4904	0,704	1432,1472	0,764	1602,1844	0,824	1776,0946	0,884	1953,7284		
0,646	1271,9094	0,706	1437,7690	0,766	1607,9106	0,826	1781,0124	0,886	1959,7434		
0,648	1277,3376	0,708	1443,7690	0,768	1613,6448	0,828	1787,9004	0,888	1965,4992		
0,650	1282,8400	0,710	1448,9680	0,770	1619,3870	0,830	1793,7960	0,890	1971,7060		
0,892	1977,6532	0,914	2043,7954	0,936	2109,6504	0,958	2177,2466	0,980	2244,5920		
0,894	1983,6966	0,916	2049,8248	0,938	2216,4094	0,960	2183,7120	0,982	2250,7440		
0,896	1989,6576	0,918	2055,8610	0,940	2122,4260	0,962	2189,5120	0,984	2256,9026		
0,898	1995,6254	0,920	2061,9040	0,942	2128,5432	0,964	2195,6064	0,986	2263,0672		
0,900	2001,6900	0,922	2077,9538	0,944	2134,6672	0,966	2201,7072	0,988	2269,2384		
0,902	2007,6716	0,924	2074,0104	0,946	2142,7032	0,968	2207,8144	0,990	2275,2040		
0,904	2013,6600	0,926	2080,0738	0,948	2146,8408	0,970	2214,0250	0,992	2281,6992		
0,906	2019,6552	0,928	2086,0512	0,950	2152,6900	0,972	2220,0480	0,994	2287,6910		
0,908	2025,7480	0,930	2092,1280	0,952	2158,9456	0,974	2226,1744	0,996	2287,8876		
0,910	2031,7570	0,932	2098,2116	0,954	2165,1030	0,976	2232,3072	0,998	2299,9908		
0,912	2037,7728	0,934	2104,3020	0,956	2171,1816	0,978	2238,4464	1,000	2306,2000		

TABLA DE LAS CANTIDADES DE AGUA

Que pasan por los marcos regadores de 0,050 de hondura i 0,006 de pendiente, por los anchos determinados de dos en dos milímetros.

0,010	1,2600	0,038	9,7869	0,066	22,4367	0,094	37,8149	0,122	55,4795
0,012	1,6734	0,040	10,572	0,068	23,4804	0,096	39,1152	0,124	56,9470
0,014	2,1252	0,042	11,3471	0,070	24,4895	0,098	40,3466	0,126	58,2939
0,016	2,6112	0,044	12,2100	0,072	25,5384	0,100	41,5400	0,128	59,6480
0,018	3,1300	0,046	13,0594	0,074	26,6030	0,102	43,7992	0,130	60,6330
0,020	3,6810	0,048	13,9224	0,076	27,6792	0,104	44,0076	0,132	62,3898
0,022	4,1547	0,050	14,8045	0,078	28,7664	0,106	45,5270	0,134	63,7706
0,024	4,6672	0,052	15,8014	0,080	29,8680	0,108	46,5156	0,136	65,1576
0,026	5,4990	0,054	16,6185	0,082	30,9796	0,110	47,7840	0,138	66,5574
0,028	6,1570	0,056	17,5275	0,084	32,1048	0,112	48,0616	0,140	67,9630
0,030	6,8385	0,058	18,4933	0,086	33,2476	0,114	50,3538	0,142	69,2057
0,032	7,5400	0,060	19,4790	0,088	34,3948	0,116	51,6548	0,144	70,8048
0,034	8,2750	0,062	20,2647	0,090	35,5590	0,118	52,9643	0,146	72,2435
0,036	9,0000	0,064	21,4276	0,092	36,7310	0,120	54,2720	0,148	73,6744
0,150	75,0760	0,210	121,8525	0,270	173,8665	0,330	230,8545	0,390	289,6140
0,152	76,5852	0,212	123,5112	0,272	175,6848	0,332	232,8150	0,392	291,4912
0,154	78,0395	0,214	125,1686	0,274	177,5109	0,334	234,7586	0,394	293,6088
0,156	79,5132	0,216	126,8352	0,276	179,3172	0,336	236,6952	0,396	295,1190

CONTINÚA LA TABLA DE LAS CANTIDADES DE AGUA

Que pasan por los marcos reguladores de 0.^m50 de hondura i 0.^m006 de pendiente.
por los anchos determinados de dos en dos milímetros.

Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.		Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.		Ancho del marco.		Cantidades de agua por segundo en litros.	
m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.	m	lit.
0,158	80,9908	0,218	128,5110	0,278	181,1448	0,338	238,6449	0,398	297,4244		
0,160	82,4800	0,220	130,1960	0,280	182,9660	0,340	240,8900	0,400	299,6600		
0,162	83,9804	0,222	131,8791	0,282	184,3998	0,342	241,6572	0,402	301,7211		
0,164	85,4686	0,224	133,5712	0,284	186,6306	0,344	243,4448	0,404	303,7676		
0,166	86,9933	0,226	135,7100	0,286	188,4740	0,346	245,5735	0,406	305,2511		
0,168	88,4940	0,228	136,9596	0,288	190,3248	0,348	247,5324	0,408	307,9176		
0,170	90,0235	0,230	138,6670	0,290	192,1685	0,350	249,4976	0,410	309,9395		
0,172	91,5470	0,232	140,4296	0,292	194,0340	0,352	251,3808	0,412	312,0182		
0,174	93,0813	0,234	142,0029	0,294	196,8992	0,354	253,4133	0,414	314,0604		
0,176	94,6410	0,236	143,8302	0,296	198,6308	0,356	255,4300	0,416	316,1600		
0,178	96,1823	0,238	145,5489	0,298	199,6153	0,358	257,3841	0,418	318,1816		
0,180	97,7310	0,240	147,2880	0,300	201,4800	0,360	259,3800	0,420	320,2710		
0,182	99,3355	0,242	149,0236	0,302	203,3819	0,362	261,3640	0,422	321,5640		
0,184	100,8688	0,244	140,7667	0,304	205,6560	0,364	263,3540	0,424	324,6144		
0,186	102,4395	0,246	152,5200	0,306	207,1162	0,366	265,3683	0,426	326,4864		
0,188	103,9828	0,248	154,2684	0,308	208,5776	0,368	266,3099	0,428	328,5756		
0,190	105,5736	0,250	156,0250	0,310	210,8620	0,370	269,2675	0,430	330,6700		
0,192	107,3224	0,252	157,7898	0,312	213,2208	0,372	271,3368	0,432	332,7480		
0,194	108,8146	0,254	159,5120	0,314	214,6975	0,374	273,3399	0,434	334,8527		
0,196	109,9952	0,256	161,3312	0,316	216,5864	0,376	274,0852	0,436	336,9404		
0,198	112,0383	0,258	163,1076	0,318	218,0685	0,378	277,3575	0,438	339,0339		
0,200	113,6600	0,260	164,8920	0,320	221,264	0,380	279,5570	0,440	341,1320		
0,202	115,2814	0,262	166,6712	0,322	223,1782	0,382	281,3812	0,442	343,2351		
0,204	116,9124	0,264	168,4716	0,324	225,0990	0,384	283,3920	0,444	345,3432		
0,206	118,5221	0,266	170,3065	0,326	227,1405	0,386	285,4277	0,446	346,6758		
0,208	120,2000	0,268	172,0694	0,328	228,9604	0,388	287,4304	0,448	348,6560		
0,450	351,6750	0,462	364,4025	0,472	375,4760	0,482	385,7928	0,492	396,5776		
0,452	353,7804	0,464	366,5368	0,474	377,9339	0,484	487,9502	0,494	398,7568		
0,454	355,9133	0,466	368,6526	0,476	379,2530	0,486	390,1122	0,496	400,9168		
0,456	358,0284	0,468	370,7262	0,478	301,4918	0,488	392,2788	0,498	403,1061		
0,458	359,1204	0,470	372,8214	0,480	383,6640	0,490	394,4255	0,500	405,2500		