

el cambio con Calcuta y Canton, que examinando con atencion la lista oficial de los que, durante dos años (desde julio de 1821 á junio de 1823), han hecho el comercio de Londres y Liverpool con la India y la China, se encuentran sobre un total de 216 buques, dos tercios de los cuales no llegaban á 600 toneladas, un cuarto entre 900 y 1,400 toneladas, y un séptimo de menos de 400. En Francia, en los puertos de Burdeos, Nantes y Habra, el *tonelage medio* de los buques, que hacen el comercio de la India, es de 350 toneladas. La naturaleza de las operaciones emprendidas con los mas remotos parages es la que determina la capacidad de los buques que se emplean al efecto. Así es que cuando quieren traerse añiles de Bengala puede parecer suficiente, y aun algunas veces preferible, enviar un buque de 150 á 200 toneladas. El sistema de las pequeñas expediciones se sigue principalmente en los Estados Unidos, en donde se conoce todas las ventajas de un pronto cargamento de los buques y de una rápida circulacion de los capitales. El porte medio de los buques americanos que van á la

India, al rededor del cabo de Buena Esperanza, al Perú, y al rededor del de Hornos, es de 400 toneladas; pero el de los balleneros del Mar del Sur solo es de 200 á 300. En la América española se emplean, segun una antigua costumbre, en tiempo de paz, buques de mayor porte; y en Vera Cruz, por ejemplo, donde durante mi residencia en Méjico, entraban 120 á 130 buques que venian de España, su capacidad era generalmente de 500 toneladas; pero en tiempo de guerra, se hacian expediciones para Cádiz de 300 toneladas.

Estos datos prueban suficientemente que, en el estado actual del comercio del mundo, un canal de union, tal como se proyecta en el Océano Atlántico y el Mar del Sur, es suficientemente grande si, por la forma de su seccion y la capacidad de sus esclusas, puede dar paso á barcos de 300 á 400 toneladas. Este es el minimum del límite de las dimensiones, y el que la construccion del canal debe alcanzar ó tener. Este límite supone, segun lo que hemos indicado mas arriba, una capacidad casi doble de la del canal del Holstein, pero menor que la del canal Caledonio;

el primero recibe barcos de 150 á 180 toneladas; el segundo, fragatas de 32 cañones y buques de comercio de mas de 500 toneladas. Es verdad que el tonelage no determina, sino de una manera aproximativa, el *calado ó tirante de agua* de un barco; porque una construcción mas ó menos fina altera al mismo tiempo la marcha y el porte. Puede admitirse sin embargo que una profundidad media de 15  $\frac{1}{2}$

Supongo que un pie y medio de agua puede bastar bajo la quilla de un buque que navegue en un canal, cuyas aguas son perfectamente mansas, y cuya limpieza está cuidadosamente entretenida. A pesar de las grandes diferencias de construcción que influyen, en una capacidad igual, sobre el *calado ó tirante de agua* de un buque, pueden admitirse aproximadamente las relaciones ó analogía siguiente:

Porte.		Tirante de agua.
1,200 á 1,300 toneladas.		19 á 20 pies.
750	800	17 18
500	600	15 $\frac{1}{2}$ 17
300	400	14 16
200	250	11 12

En una materia que interesa á todo hombre capaz de reflexiones sobre los destinos futuros de los pueblos y los progresos de la civilización general, he creído deber recordar

á 17  $\frac{1}{2}$  pies bastará para un canal de unión destinado á buques de 300 á 400 toneladas; esta es una profundidad menor de 15 pulgadas de la que los grandes constructores MM. Rennie, Jessop, y Telford han dado al canal Caledonio, pero doble de la del canal de Forth y Clyde.

Las obras gigantescas de Europa que citamos como ejemplo, y cuya construcción no ha costado mas de 4 millones de pesos fuertes, han tenido todas pequeñas alturas que saltar, á lo menos de 90 á 100 pies. Los canales que atraviesan puntas de división de 400 á 600 pies solo tienen hasta aquí de 4 á 6 pies de profundidad. Las dificultades aumentan naturalmente con la elevación de la punta de partición, con la profundidad de las excavaciones, con la anchura y no con la cantidad de las esclusas. No se trata solamente de ahondar el canal, sino que es preciso estar seguro que la cantidad de agua, derivada de las partes superiores al punto de divisiones, sea siempre suficiente para alimentar

los principales datos de que depende la solución práctica del problema. El canal de Crinan, en Escocia, tiene tambien de 11 á 14 pies de profundidad sobre tres leguas de largo.

el canal y para reemplazar lo que se pierde por las esclusas, por la evaporacion y por los filtros. Hemos visto mas arriba que las circunstancias locales en los istmos de Cupica y Huasacualco son tales, que el obstáculo que hay que vencer, para la union de los mares, es mucho menor de la altura del suelo ó asiento que hay que abrir para el canal, que el estado de la madre de los rios Naipi y del Paso, que es preciso canalizar, sea excavando por medio de máquinas hidráulicas, cuyo motor es una bomba de fuego, ó sea por medio de grandes barras ó de derivaciones laterales. La grande profundidad del Rio San Juan en la provincia de Nicaragua, y principalmente la de la laguna de Granada que es, segun M. Robinson, de 18 á 40 pies, y segun el Sr de Juaros, de 20 á 55 pies, hará semejantes trabajos, sino superfluos, á lo menos poco difíciles. Las montañas de Panamá se elevan probablemente á la altura que tienen los estanques de particion del canal del Centro (entre Chalon y Dijon) y del de la Grande Union (entre Brendford y Braunston): seria posible aun que las montañas del istmo fuesen mas elevadas toda-

via, y que ningun valle transversal las dividiere totalmente del sur al norte. No habrá sin duda de escogerse sitios tan pocos ventajosos, pero debemos notar que la altura del asiento no impediria irrevocablemente la union de los mares, en tanto que no hubiese en él y al mismo tiempo bastantes aguas superiores propias á ser conducidas al punto de particion. Siete ú ocho cedazos enlazados en los canales de Briare y del Languedoc, rescatando caidas de 64 á 70 pies, han parecido durante largo tiempo trabajos extraordinarios, á pesar de la pequeña dimension de las esclusas y de la profundidad de estos canales, cuya seccion no excede de 5 á 6 pies. La *Escalera de Neptuno*, en el canal Caledonio, nos ofrece estos mismos cedazos enlazados sobre una escala tan grande, que, en un corto espacio de tiempo, pueden elevarse alli algunas fragatas á una altura de 60 pies. Esta obra no costó mas que 257,000 pesos fuertes, es decir, cinco veces menos que tres pozos de la mina de la Valenciana en Méjico; y diez *Escaleras de Neptuno* harian pasar á navios de 500 toneladas una punta de particion de 600 pies;

punta mas elevada que la cadena de Corbieres entre el Mediterráneo y el Océano Atlántico. Solo discuto aquí la posibilidad de ejecutar obras que ciertamente no habrá necesidad de emprender.

El gasto de agua para alimentar un canal aumenta con las filtraciones, con la frecuencia de los pasos de que depende la pérdida de las *represas*, y con el grandor de los cuartos de esclusa, pero no con su número. La facilidad de reunir una enorme masa de agua pluvial en los recipientes, bajo los trópicos, excede á todo lo que pueden imaginar los ingenieros de Europa. Cuando Luis XIV quiso hermohear los jardines de Versálles se hizo esperar en Colbert que las lluvias diesen sobre una superficie de 12,700 hectáreas <sup>1</sup> de tierra llana que comunica-

<sup>1</sup> La represa es el volúmen de agua que es preciso introducir en un cedazo para subir ó bajar los barcos en un canal al punto de partición.

<sup>2</sup> Hectárea: medida agraria en el nuevo sistema de Francia. Es un cuadro de 100 metros por lado, de modo que ocupa 100 áreas; y en medidas castellanas tiene 359 pies por lado, y por consiguiente comprehende 128,804 pies cuadrados,

bancon estanques y depósitos 9,000,000 de toesas cúbicas de agua <sup>1</sup>. Luego las lluvias en las inmediaciones de Paris no dan anualmente mas que 19 á 20 pulgadas, mientras que en la zona tórrida del nuevo mundo, principalmente en la region de los bosques, dan á lo menos de 100 á 112 pulgadas <sup>2</sup>. Esta prodigiosa dife-

que vienen á ser dos fanegas y media de tierra, segun la medida de Madrid, ó yugada y media de Castilla la Vieja con muy corta diferencia. (*Nota del traductor.*)

<sup>1</sup> No pudieron recogerse desgraciadamente mas que  $\frac{1}{150}$ ; el resto se perdió por filtraciones, y fueron obligados á construir la máquina de Marly.

<sup>2</sup> Aun en Kendal, en la parte occidental del Anglet, la cantidad media del agua que cae anualmente es de 57 pulgadas; en Bombay es de 72 á 106 pulgadas, y en Santo Domingo, de 113 pulgadas. Don Antonio Bernardino Pereira Lago, coronel de infanteria del cuerpo de ingenieros, asegura haber hallado en solo el año de 1821 en San Luis de Marañon (lat. 2° 29' aust.), 23 pies 4 pulgadas, y 9, 7 líneas, medida inglesa, que hacen cerca de 260 pulgadas francesas. Parece deber ponerse en duda esta prodigiosa cantidad de agua; sin embargo tengo en mi poder las observaciones de barómetro, termómetro, ombrómetro que el Sr Pereira Lago asegura haber hecho *dia por dia en tres diferentes épocas.*

rencia hace ver como, por la reunion de manantiales, por regueras alimenticias y recipientes bien establecidos, podrá un ingeniero hábil sacar partido en la América central de circunstancias puramente climatéricas. A pesar de la alta temperatura del aire, las pérdidas causadas por la evaporacion nada balancearian, en estan-

Estas observaciones brasilienses estan publicadas en el XVI<sup>o</sup> tomo *dos Annaes das sciencias, das artes e das letras*, pág. 54-79; y el observador, describiendo los instrumentos que ha empleado, dice expresamente en el *Resumo das observações metereológicas* que el hueco ó estanque donde caia el agua llovediza tenia exactamente el mismo diámetro que el cilindro en que se encontraba la escala. Este diámetro no tenia mas que seis pulgadas inglesas. Deseo que esta observacion importante pueda ser verificada en Marañon, y en otras partes de los trópicos en que las lluvias son muy copiosas, como, por ejemplo, en el Río Negro, en el Choco y en el istmo de Panamá. La cantidad indicada por el Sr Pereira Lago es dos veces y media mayor que la que se ha observado, término medio, en la isla de Santo Domingo; pero la cantidad de agua que cae en la costa occidental de Inglaterra excede tambien tres veces á la que anualmente se recoge en Paris. Existen diferencias muy considerables bajo latitudes muy próximas. Cuenta el capitán Roussin, que en Cayena cayéron, en solo el mes de febrero, 151 pulgadas de agua llovediza.

ques muy profundos, las ventajas de las lluvias tropicales. Las hermosas experiencias hechas en las Lagunas Pontinas por M. de Prony y en el canal del Languedoc por MM. Pin y Clauzade<sup>1</sup> indican, por las latitudes  $41^{\circ}$  y  $45^{\circ} \frac{1}{2}$ , un producto de evaporacion anual de 348 líneas. Las que yo he hecho en los trópicos no son tan numerosas para poder sacar de ellas un resultado general. Pero suponiendo la atmósfera igualmente calma en el mediodia de la Francia, que bajo la zona tórrida, y siendo el calor medio del año de  $15^{\circ}$  y de  $27^{\circ}$  cent., y la humedad aparente media en grados del higrómetro de  $82^{\circ}$  y  $86^{\circ}$ , encuentro, con M. Gay-Lussac, que la evaporación de las dos zonas está en proporcion de 1 á 1,6, mientras que las cantidades de agua que allí recibe la tierra son como 1 á 4. Conviene por otra parte no olvidar que los canales no pierden, por la evaporacion, sino en razon de su propia superficie, al paso que recogen las aguas que caen en la vasta extension que las rodean. En el volúmen de agua que

<sup>1</sup> Ducros, *Memorias sobre las cantidades de agua que exigen los canales de navegacion*, 1800, nº 2, pág. 41.

exigen las obras hidráulicas, se debe distinguir entre el que depende de la capacidad del canal entero, es decir, de su largura y seccion, y el que es determinado por las represas, es decir, por el prisma de llenamiento de una sola esclusa debajo del bief superior en el inferior, cada vez que un barco pasa por una esclusa. Estos dos volúmenes de agua experimentan las pérdidas de la evaporacion y de la filtracion, y siendo esta última muy difícil á evaluar, se disminuye con el tiempo. La largura y profundidad que debe darse al canal oceánico en el nuevo mundo influyen por consecuencia sobre el volumen de agua necesaria para llenarle al principio cuando las excavaciones acaban de ser terminadas, ó despues de interrumpida la navegacion cuando hay que hacer reparaciones, pero la cantidad de agua que debe alimentar el canal anualmente solo depende, prescindiendo de las pérdidas causadas por las filtraciones y por la evaporacion, del volumen y del número de las represas, es decir, del grandor del prisma de llenamiento de una esclusa y de la actividad de

En los cedazos enlazados es preciso añadir el *prisma de*

la navegacion. Insisto sobre estas consideraciones técnicas para alejar el temor de que pudiese faltar el volumen de agua necesaria para alimentar un canal oceánico de una largura considerable. Si esta obra debiese servir al mismo tiempo para pequeños barcos destinados al comercio interior, podria añadirse, para la economia de las aguas, á los grandes cedazos algunas esclusas de menores dimensiones, como se ha practicado en el canal de la Grande Union, y como durante largo tiempo se ha tenido el proyecto, en el canal Caledonio.

*flotacion*, ó el volumen de agua en que el buque está flotando ó suspendido en su paso de una esclusa á otra. El consumo del agua es mayor en la subida que en la bajada, y la distribucion de las caidas ó la altura de los biefes sucesivos influye poderosamente en el gasto de agua de un canal.

La capacidad del canal del Languedoc, ó el volumen de agua necesaria para llenar el canal entero, es, segun los cálculos de M. Clauzade, de 7 millones de metros cúbicos. El gasto anual de las represas por 960 dobles pasos de barcos es de 14 millones de met. cúb. Este gasto, causado por esclusas bastante grandes, y por una navegacion muy activa en pequeños barcos, está á la capacidad del canal como 2 á 1. Tres millones y medio met. cúb. se necesitan anualmente

Parece bastante probable que será la provincia de Nicaragua la que se elegirá para la grande obra de la union de los dos océanos, y en este caso no será difícil formar una línea constantemente navegable. El istmo que debe penetrar tiene solo 5 á 6 leguas marinas: y aun cuando se para restablecer las aguas desde el reposo de la navegacion hasta la presa de Fresquel; y esta cantidad de agua es dada en nueve dias por el estanque superior ó el origen artificial. El producto de la evaporacion está evaluado en el canal, los recipientes y los regueros durante los 320 dias de navegacion á 1,900,000 met. cub. Comparando el canal Caledonio con el del Languedoc, encuentro las areas de las secciones como de 5 á 1; las larguras de las partes hondas en el canal (excluyendo la línea navegable de los lagos de Escocia), como de 1 á 6  $\frac{1}{2}$ . Resulta de estos datos que las capacidades de los canales, uno de los cuales conduce barcos, con chatas varen-gas, del porte de 100 á 120 toneladas, y el otro fragatas de 32 cañones, son casi las mismas: la diferencia del gasto de agua en represas proviene del grandor de los *primas de llenamiento y de flotacion*. Los cedazos tienen, en el canal Caledonio, 37 pies de anchura entre las puertas, y 160 de largura; en el canal del Languedoc, 31 pies de anchura al medio, 20 pies entre las puertas, y 127 pies de largura. Mas arriba hemos visto que las dimensiones del canal de union en América pueden ser menores que las del canal grande de Escocia.

han encontrado algunas colinas donde él es mas estrecho, entre la orilla occidental de la laguna de Nicaragua y el golfo del Papagayo, está formado sin embargo de sávanas y llanos no interrumpidos que ofrecen un excelente camino carretero <sup>1</sup> entre la ciudad de Leon y la costa de Realejo. La laguna de Nicaragua está elevada sobre el Mar del Sur de toda la caida que presenta el Rio San Juan sobre una largura de 30 leguas; así la elevacion de este estanque ó lago es tan conocida en el pais, que se miraba en otro tiempo como un obstáculo invencible á la ejecucion del proyecto de un canal; y se temia, ya un impetuoso vertiente hácia el oeste, ó ya una disminucion de aguas en el Rio San Juan que, en tiempo de las sequías, ofrece sobre el antiguo castillo de San Carlos <sup>2</sup> raudales bastante

<sup>1</sup> Este es el grande camino por el cual se envian los géneros de Goatemala á Leon, desembarcando en el golfo de Fonseca ó Amapala, en el puerto de Conchaga.

<sup>2</sup> Este fortin, tomado por los Ingleses en 1655, se llama vulgarmente *El castillo del Rio de San Juan*: se hallaba, segun el Sr de Juarros, á diez leguas de distancia de la extremidad oriental de la laguna de Nicaragua. Otro fortin se

peligrosos. El arte del ingeniero constructor está bastante perfeccionado en nuestros dias para espantarse de semejantes peligros. La laguna de Nicaragua podrá servir de estanque superior, como la laguna de Oich en el canal Caledonio, y algunas esclusas regulatrices solo harán pasar al canal el agua necesaria para alimentarle. La pequeña diferencia del nivel entre el Mar de las Antillas y el Océano Pacífico no depende, como lo he hecho ver en otra parte, sino de la altura desigual de las mareas. Una diferencia igual se observa entre los dos mares que reúne el canal de Escocia; y aun cuando fuese de 6 toesas y permanente, como la del Mediterráneo y del Mar Rojo<sup>1</sup>, no favoreceria menos el establecimiento construyó en 1671 sobre una roca en la embocadura del rio, cuyo nombre es *El presidio del Rio de San Juan*. Ya el desagadero de las lagunas fijó la atencion, en el siglo XVI<sup>o</sup>, del gobierno español, que ordenó á don Diego Lopez Salcedo fundase, cerca de la orilla izquierda del desagadero ó Rio San Juan, la ciudad de Nueva Jaen, que fué bien pronto abandonada como la de Bruselas, cerca del golfo de Nicoya, porque las márgenes de este rio son muy malsanas en su estado actual de incultura.

<sup>1</sup> Ni aun los antiguos temian la diferencia del nivel entre

de una union oceánica. Los vientos soplan lo bastante sobre la laguna de Nicaragua para no necesitar remorcar, por medio de barcos de vapor, los navíos que deben pasar de un mar á otro; pero el empleo de la fuerza motriz de los vapores seria de la mayor utilidad en las travesías de Realejo y de Panamá á Guayaquil, donde, durante el mes de agosto, setiembre y octubre, las calmas alternan con los vientos que soplan en una direccion contraria.

Exponiendo mis ideas sobre la union de los dos mares, solo he contado para la ejecucion de un tan vasto proyecto sobre los medios mas simples. Alimentando los estanques de particion, con bombas de fuego, taladros subterráneos (*tonnelles*), como se han propuesto en la parte montañosa del istmo de Panamá, y como el canal de San Quentin los ofrece de mas de 2,900 toesas de largo<sup>1</sup>, pertenecen con el Mar Rojo y el brazo ó ramo pelusiaco del Nilo, aunque no conociesen el sistema de las esclusas, y que cuando mas sabian tapar sus euripes con viguetas.

<sup>1</sup> Este taladro tiene 15 pies de ancho. Segun el proyecto de M. Laurent, el canal subterráneo hubiera tenido 7,000 toesas (cerca de tres leguas) sin interrupcion, 21 pies de ancho y 24