

## ARTICULO X.

## DE LOS RIOS.

Hemos dicho que , generalmente hablando, las mayores montañas ocupan el medio de los continentes; que las otras están en el centro de las islas, de las penínsulas y de las tierras avanzadas al mar; que en el continente antiguo las mayores cordilleras de montañas tienen su direccion de Occidente á Oriente, y que las que tuercen hácia el Septentrion ó el Mediodia no son mas que ramales de las cordilleras principales. Igualmente se verá que los rios mas caudalosos tienen la misma direccion que las mayores montañas, y que hay pocos que sigan la de los ramales de las montañas principales. Para asegurarse de esta verdad, y examinarla por menor, bastará tender la vista sobre un globo, y reconocer el continente antiguo desde España hasta la China, y se hallará que el Vigo, el Duero, el Tajo y el Guadiana corren de Oriente á Occidente, y el Ebro de Occidente á Oriente, y que no hay ni un río notable cuyo curso se dirija del Sur al Norte, ó del Norte al Sur, sin embargo de hallarse rodeada del mar toda la España por parte del Mediodia, y casi toda por la del Norte. Esta observacion sobre la direccion de los rios de España prueba no solo que los montes de aquel

pais se dirigen de Occidente á Oriente, sino tambien que el terreno meridional y mas cercano al estrecho, es mas elevado que las costas de Portugal; y así mismo prueba, por lo tocante á la costa del Norte, que los montes de Galicia, Asturias etc., son continuacion de los Pirineos, y que esta elevacion de las tierras, tanto por el Norte como por el Sur, es la que impide á los rios salir al mar por aquellas partes.

Tambien se verá, reconociendo el mapa de Francia, que en este reino solo el Ródano dirige su curso del Norte al Sur; que aun este rio, en casi su mitad, desde las montañas hasta Leon, camina de Oriente á Occidente, y que por el contrario, todos los demas rios caudalosos, como el Loira, el Charento, el Garona, y aun el Sena, tienen su direccion de Oriente á Occidente.

Igualmente se verá que en Alemania el Rhin es el único que, como el Ródano, sigue la mayor parte de su curso del Septentrion al Mediodia; pero que los demas rios caudalosos, como el Danubio, el Dravo, y todos los rios grandes que entran en ellos, van de Occidente á Oriente á entrar en el mar Negro.

Se observará que el mismo mar Negro que debe reputarse mas bien por un gran lago que por un mar, tiene casi triplicada estension de Oriente á Occidente que del Mediodia al Septentrion, imitando por consiguiente su posicion la direccion de los rios en general; y que sucede lo mismo en el mar Mediterraneo, cuya longitud de Oriente á Occidente es casi seis veces mayor que su mediana latitud, tomada del Septentrion al Mediodia.

Es verdad que el mar Caspio, segun la carta maritima que de él se levantó por orden del Czar Pedro I, tiene mas estension del Mediodia al Septentrion que de Oriente á Occidente, aunque en las cartas antiguas se figuraba casi redondo, ó mas ancho

del Este á Oeste que del Sur al Norte; pero si se reflexiona que el lago Aral puede ser considerado como parte, en otro tiempo, del mar Caspio, del cual solo le separan unos arenales, se hallará tambien que la longitud desde la costa occidental del mar Caspio hasta la playa oriental del lago Aral, es mayor que la longitud desde la orilla meridional hasta la septentrional del mismo mar.

Se reconocerá tambien que el Eufrates y el golfo Pérsico tienen su direccion de Occidente á Oriente; que casi todos los rios de la China tienen igual curso; y que sucede lo mismo en todos los rios de lo interior de Africa, mas allá de Berberia, los cuales corren de Oriente á Occidente, y de Occidente á Oriente, no habiendo mas escepcion que la de los rios de Berberia y el Nilo que se dirigen del Mediodia al Septentrion. No puede negarse que hay grandes rios en Asia, que en parte corren del Norte al Sur, como el Don, el Volga, etc., pero, tomando toda la longitud del curso de aquellos rios, se verá que si tuercen á la parte del Mediodia, es para entrar en el mar Negro y en el Caspio, que son lagos situados en lo interior de las tierras.

Puede decirse, pues, en general, que en Europa, Asia y Africa, los rios y demas aguas mediterráneas se estienden mas de Levante á Poniente que de Norte á Sur; lo cual procede de que las cordilleras de las montañas tienen por lo comun esta misma direccion, y que ademas el continente entero de Europa y Asia es mas ancho en esta misma direccion que en la opuesta. Para mas clara inteligencia de esto debemos notar que hay dos modos de concebir la direccion de los rios. En un continente largo y estrecho, como el de la América Meridional, en el cual solo hay una cordillera principal de montañas, que se estiende de Norte á Sur, no encontrando los

rios ninguna otra cordillera que los detenga, deben correr en linea perpendicular á la de la direccion de las montañas, esto es, de Oriente á Occidente, ó de Occidente á Oriente, y efectivamente corren en esta misma direccion todos los rios principales de América, porque á escepcion de las cordilleras, no hay cadena de montañas de notable estension, ni cuyas direcciones sean paralelas á las referidas cordilleras. Tanto en el antiguo como en el nuevo continente, la mayor parte de las aguas tienen su principal estension de Occidente á Oriente, y los mas de los rios corren en esta direccion, pero es por otra razon muy diversa, á saber, porque hay muchas y largas cordilleras de montañas paralelas unas á otras, cuya direccion es de Occidente á Oriente, y que los rios y demas aguas están obligadas á seguir los intervalos que separan estas cordilleras de montañas; por consiguiente, una sola cordillera de estas, que tenga su direccion de Norte á Sur, producirá rios cuyo curso será el mismo que el de los rios que saliesen de muchas cordilleras de montañas, cuya direccion comun fuese de Oriente á Occidente, y por esta razon particular los rios de América tienen esta direccion como los de Europa, Africa y Asia.

Los rios, por lo comun, ocupan el medio de los valles, ó mas bien la parte mas baja del terreno comprendido entre dos colinas ó montañas opuestas. Si las dos colinas que hay á los lados del rio son de casi igual pendiente, ocupa el rio con corta diferencia el medio del valle intermedio. Sea estrecho ó ancho dicho valle, si la pendiente de las colinas ó tierras elevadas que hay á cada lado del rio es igual, ocupará este el medio del valle; y al contrario, si una de las colinas tiene pendiente mas rápida que la colina opuesta, el rio no ocupará entonces el medio del valle, sino que se acercará tanto mas á la colina mas

rápida, cuanto la rapidez de su pendiente fuere mayor, comparada con la otra colina; porque en este caso, la parte mas baja del terreno no es el medio del valle, sino que está mucho mas inmediata á la colina, cuya pendiente es mas rápida y por esta razon se acerca mas á ella el rio. En todos los parages en que al un lado del rio hay montañas ó colinas muy tajadas, y al otro tierras elevadas, pero de pendiente suave, se encuentra siempre que el rio corre al pié de las colinas tajadas, y las sigue en todas direcciones, sin apartarse de ellas, hasta que al lado opuesto se presenten otras colinas, cuya pendiente sea tal que el punto mas bajo se encuentre mas distante que lo estaba de la colina rápida. Ordinariamente sucede que la pendiente de la colina mas tajada se disminuye con el transcurso del tiempo; y llega á hacerse suave, porque las lluvias siempre se llevan gran porcion de tierra, y la desprenden con mas violencia de una pendiente rápida que de otra suave, en cuyo caso el rio muda precisamente de madre para volver á encontrar el terreno mas bajo del valle, á que se añade que como todos los rios suelen crecer y salir de madre, arrastran y depositan limos en diferentes parages, y que muchas veces se acumulan arenas en sus madres, lo cual hace rebosar las aguas, y muda su direccion; y así es bastante comun encontrar en las llanuras gran número de madres antiguas del rio, sobre todo si es impetuoso y está espuesto á inundaciones frecuentes, y si acarrea mucho limo y arena.

En las llanuras y valles anchos por donde corren rios caudalosos, el suelo de la madre del rio es por lo comun el sitio mas bajo del valle: pero muchas veces la superficie del agua del rio está mas elevada que las tierras contiguas á las de sus márgenes. Supongamos, por egemplo, que estas y el agua del rio

estén á un mismo nivel, y que poco despues el agua empiece á salir de madre por ambos lados; en breve se verá inundada la llanura hasta una estension considerable, y se observará que por ambos lados del rio las márgenes serán las últimas que se inundan, lo cual prueba que son mas elevadas que lo demas del terreno; de suerte que de cada lado del rio, desde sus orillas hasta cierto punto de la llanura, hay una pendiente insensible, una especie de declivio, el cual hace que la superficie del agua del rio, sobre todo cuando está al mismo nivel de sus orillas, tenga mayor elevacion que el terreno de la llanura. Esta elevacion del terreno en las márgenes de los rios proviene del depósito del limo en las inundaciones. En las grandes crecientes de los rios, el agua está por lo comun muy cenagosa; cuando empieza á salir de madre, corre muy lentamente por encima de las orillas, deposita el limo que contiene, y se purifica, para decirlo así, conforme á lo que se aleja y estiende en el llano; y del mismo modo todas las partes del limo que no se lleva la corriente del rio, quedan depositadas en sus márgenes, lo cual poco á poco las hace mas elevadas que el resto de la llanura.

Es cosa muy sabida que los rios son siempre mas anchos en su desembocadero, y que á proporcion de lo que se internan en las tierras, y se alejan del mar se disminuye su anchura; pero lo mas notable, y tal vez menos sabido, es que en lo interior de las tierras y á distancia considerable del mar, caminan línea recta, y siguen la misma direccion en estensiones de terreno muy dilatadas, y que al acercarse á su desembocadero, se multiplican las tortuosidades de su curso. He oido decir á un viagero, hombre de talento y buen observador, que ha hecho muchos y dilatados viages por tierra en la parte occidental de la América

Septentrional, que los viajeros, y aun los mismos salvages, casi nunca se engañaban en cuanto á la distancia á que se hallaban del mar; pues para reconocer si estaban cercanos á él, ó muy internados en las tierras, seguian la orilla de un rio caudaloso, y cuando veian que su direccion era recta en una distancia de quince ó veinte leguas, inferian estar muy lejos del mar: y por el contrario, tenian por cierto no hallarse á mucha distancia de él cuando el rio tenia tortuosidades, y mudaba muchas veces de direccion en su curso. Mr. Fabry, que es el viajero de quien hablo, verificó por si mismo esta observacion, que le fué muy útil en los viages que hizo por paises desconocidos y casi desiertos. Todavía hay otra observacion que puede ser de mucha utilidad en iguales casos, y es, que en los rios grandes hay por las orillas un remolino notable, y tanto mas, cuanto es mayor la proximidad del mar, y mas ancha la madre del rio; lo cual puede servir tambien de indicio para conocer si se está á larga ó corta distancia del desembocadero; y siendo así que las tortuosidades de los rios se multiplican á proporcion de lo que se acercan al mar, no debe causar admiracion que á veces llegando á romperse estas tortuosidades, formen bocas por donde llegue al mar parte de las aguas del rio: siendo esta una de las razones que hay para que ordinariamente los rios caudalosos se dividan en muchos brazos para llegar al mar.

El movimiento de las aguas, en el curso de los rios, es muy diverso del que han supuesto los autores que han querido dar teorías matemáticas sobre esta materia. Ademas de que la superficie de un rio en movimiento no está á nivel, tomándola desde una orilla á la opuesta, sucede tambien que segun las circunstancias, la corriente del medio se halla notable-

mente mas elevada, ó mas baja que el agua inmediata á las orillas. Cuando un rio crece repentinamente con la licuacion de las nieves, ó cuando por cualquiera otra causa, se aumenta su rapidez, si es recta la direccion del rio, el medio del agua en que está la corriente se eleva, y el rio forma una especie de curva convexa, ó de elevacion muy notable, cuyo punto mas alto está en medio de la corriente. Esta elevacion es á veces muy considerable, y Mr. Hapeau, hábil ingeniero de puentes y calzadas, me ha dicho haber medido un día la diferencia del nivel del agua de la orilla del rio Aveiron y el de la corriente ó medio de dicho rio, y haber hallado que tenia tres pies de mas elevacion en la corriente que en la orilla; y en efecto debe acaecer esto siempre que el agua corra con mucha rapidez, porque la velocidad con que es impelida, disminuye la accion de su gravedad; de que resulta, que el peso del agua que forma la corriente, no se equilibra con el de la que está cerca de las orillas, quedando aquella por consiguiente mas elevada que esta. Fuera de esto, cuando los rios se acercan á su embocadura, sucede frecuentemente que el agua inmediata á las orillas está mas alta que la del medio, y aunque la corriente sea mas rápida, el rio parece que forma entonces una curva cóncava, cuyo punto mas bajo se halla en lo mas fuerte de la corriente. Esto sucede siempre que la accion de las mareas trabaja en un rio. Sábese que en los rios caudalosos el movimiento de las aguas, ocasionado por las mareas, se percibe á ciento ó doscientas leguas de distancia del mar, y no se ignora que la corriente del rio conserva su movimiento en medio de las aguas del mar hasta mucha distancia: con que, por consiguiente, hay en este caso dos movimientos contrarios en el agua del rio: el medio que forma la corriente, se precipita hácia el mar, y la accion de la marea forma

una contracorriente ó remolino que hace subir el agua de las orillas, al mismo tiempo que baja la del medio; y como entonces toda el agua del rio debe pasar por la corriente que hay en el medio, la de las orillas se desliza continuamente hácia el medio, y baja tanto mas, quanto es mas elevada é impelida con mayor fuerza por la accion de las mareas.

Dos especies de remolinos ó contracorrientes hay en los rios: el primero, que es del que acabamos de hablar, procede de una fuerza viva cual es la del agua del mar en las mareas, la cual no solo se opone como obstáculo al movimiento del agua del rio, sino tambien como cuerpo movido y en direccion contraria al de la corriente del agua del rio; y este remolino forma una contracorriente, tanto mas perceptible, quanto es mas fuerte la marea. La segunda especie de remolino proviene de una fuerza muerta, como lo es la de un obstáculo, de una tierra avanzada, de una isla en el rio, etc.; y aunque no ocasiona por lo comun contracorriente muy notable, lo es sin embargo bastante para ser conocida, y aun para fatigar á los barqueros en los rios; pero si esta especie de remolino no ocasiona siempre una contracorriente, á lo menos produce necesariamente lo que los barqueros de rios llaman aquí *una muerta*, con cuya frase esplican las aguas muertas que no fluyen como las demas del rio; pero que tienen un movimiento vortiginoso, tal que cuando los barcos son arrebatados á lo interior de su giro, se necesita mucha fuerza para sacarlos de él. Estas aguas muertas son muy perceptibles al paso de los puentes, en los rios que corren con mucha rapidez; y la razon es clara: la velocidad del agua se aumenta, como es notorio, á proporcion de lo que se disminuye el diámetro de los cauces por donde pasa, suponiéndose ser la misma siempre la fuerza que la impele; y por consiguiente, la velocidad de un rio debe aumen-

tarse al pasar por un puente en razon inversa de la suma de la anchura de los arcos, á la anchura total del rio, debiendo añadirse á esta razon la de la longitud de los arcos, ó lo que es igual, de la anchura del puente; por lo cual siendo muy considerable el aumento de la velocidad del agua al salir del arco de un puente, la que está al lado de la corriente es impelida lateralmente ó de costado contra las orillas del rio, formándose por medio de esta reaccion un movimienso vortiginoso, á veces muy fuerte. Cuando los barqueros atraviesan el puente del Espiritu Santo, ponen gran cuidado en no perder el hilo de la corriente del agua, aun despues de haber pasado dicho puente, porque si dejasen estraviar el barco á derecha, ó á izquierda, serian impelidos contra la orilla con riesgo de perecer, ó á lo menos se verian arrastrados al vórtice de las aguas muertas, de donde no podrian salir sin mucho trabajo. Si este vórtice, causado por el movimiento de la corriente, y por el movimiento opuesto del remolino, es muy notable, resulta una especie de pequeña sima ó abismo, y ordinariamente se vé en los rios rápidos en la caída del agua, mas allá de los contratajamares de las pilas de un puente, que se forman estos pequeños abismos ó vórtices de agua, cuyo centro parece está vacío, y que forma una especie de concavidad cilindrica al rededor de la cual gira el agua con rapidez. Esta apariencia de concavidad cilindrica es producida por la accion de la fuerza centrifuga, la cual hace que el agua procure alejarse y efectivamente se aleje del centro del torbellino causado por el movimiento circular.

Cuando debe haber una gran creciente, las gentes prácticas en los rios la vaticinan por un movimiento particular que observan en el agua, y la esplican diciendo que *el rio se mueve del fondo*, frase

que dá á entender que el agua del fondo del rio fluye con mas velocidad de la ordinaria; y este aumento de velocidad en el agua del fondo del rio, le tienen siempre por seguro anuncio de una pronta y repentina avenida. El movimiento y el peso de las aguas superiores que todavía no han llegado, no dejan por eso de obrar sobre las aguas de la parte inferior del rio, ni de comunicarlas aquel movimiento; porque es preciso, en cierto modo, considerar un rio, contenido dentro de sus márgenes, y que fluye sin salir de madre, como una columna de agua contenida en un tubo, y todo el rio como una canal muy dilatada en que todos los movimientos deben comunicarse de un extremo á otro. Es constante que prescindiendo del movimiento de las aguas superiores, su solo peso pudiera hacer aumentar la rapidez del rio, y acaso tambien mover sus aguas en el fondo con mas velocidad, pues sabemos, que botando al agua muchos barcos á un mismo tiempo, se aumenta en aquel instante la velocidad de la parte inferior del rio, al mismo tiempo que se retarda la velocidad de la parte superior.

La velocidad de las aguas corrientes no sigue exactamente, ni con mucho la proporción del declivio: por lo mismo un rio cuyo declivio fuese uniforme y de duplicada pendiente que la de otro rio, no debería, al parecer, correr sino con duplicada rapidez que éste; y sin embargo vemos que efectivamente corre con mucha velocidad, la cual en lugar de ser duplicada, es triple ó cuádruple, etc. Esta velocidad depende mucho mas de la cantidad de agua, y de la gravitación de las aguas superiores, que del declivio; y cuando se quiere hacer una madre de un rio, un conducto, etc., no debe distribuirse igualmente el declivio en toda su estension, sino que para dar mas velocidad al agua, es necesario hacer el declivio mucho

mas considerable al principio que á la embocadura donde casi debe ser insensible, como lo vemos en los rios, que, cuando se acercan á su embocadura, tienen casi ningun declivio, y con todo, no dejan de conservar tanta mas rapidez cuanto es mayor la cantidad de agua que tienen; de suerte, que en los rios caudalosos, aun cuando el terreno fuese nivelado, no dejaría el agua de correr, y aun de correr con rapidez, no solo por la velocidad adquirida, sino tambien por la acción y peso de las aguas superiores. Para conocer mejor la verdad de esta asercion, supongamos que la parte del Sena, que corre entre el Puente-Nuevo y el Puente-Real estuviese perfectamente nivelada, y tuviese por todas partes diez pies de profundidad: imaginemos por un instante que se pudiese repentinamente secar la madre del rio á su salida del Puente Real y á su entrada en el Puente-Nuevo: en este caso, el agua que estuviese entre estos dos puentes, no obstante que la hemos supuesto perfectamente nivelada, correría por ambos lados arriba y abajo, y continuaria corriendo hasta haberse agotado; porque, aunque nivelada, como estaba cargada de un peso de diez pies de grueso de agua, correría por ambas partes con velocidad proporcional á este peso, y disminuyéndose siempre aquella velocidad á proporción de lo que se disminuía la cantidad de agua, no cesaría de correr hasta haber llegado al nivel del fondo: por consiguiente el peso del agua contribuye mucho á su velocidad; y por esta razon la mayor velocidad de la corriente no está en la superficie del agua, ni en el fondo, sino casi á la mitad de la altura del agua, por producirla la acción del peso del agua que está en la superficie, y la reacción del fondo. Aun hay algo mas, y es, que si un rio hubiese adquirido una grandísima velocidad, no solo podría conservarla atravesando un terreno nive-

lado, sino que tambien se hallaria en estado de su-  
perar una eminencia sin derramarse mucho por los  
dos lados, ó á lo menos sin causar grande inundacion.

Pudiera creerse que los puentes, las calzadas y  
demas obstáculos, que suele haber en los rios, dis-  
minuirian considerablemente la velocidad total del  
curso del agua; y sin embargo, es muy corta la dife-  
rencia que todo esto produce, porque elevándose el  
agua cuando encuentra el tajamar de un puente,  
y ocasionando esta elevacion que su accion sea ma-  
yor en razon de su peso, lo cual aumenta la veloci-  
dad de la corriente entre los pilares, tanto mas,  
cuanto mas anchos son estos y mas estrechos los ar-  
cos; resulta que el retardo ocasionado por dichos obs-  
táculos á la velocidad total del curso del agua, vien-  
e á ser casi imperceptible. Los recodos, las tortuo-  
sidades, las tierras avanzadas y las islas, es poquísi-  
mo tambien lo que disminuyen la velocidad total del  
curso del agua. Lo que si produce muy notable alte-  
racion en dicha velocidad es la disminucion de las  
aguas, asi como, por el contrario, el aumento de su  
volumen acrecienta aquella velocidad mas que nin-  
guna otra causa.

Si los rios tuviesen siempre casi un mismo cau-  
dal, el mejor modo de disminuir la velocidad del  
agua, y de contenerlos seria ensanchar su cauce;  
pero, como por la mayor parte están espuestos á cor-  
rer y menguar mucho, es forzoso, al contrario, para  
confenerlos, estrechar su cauce, porque cuando está  
baja el agua, si el cauce es muy ancho, el agua que  
pasa por enmedio escava una madre particular, for-  
mando varios senos, y cuando crece sigue la direc-  
cion que ha tomado en aquella madre particular, y  
batiendo con ímpetu contra las orillas del cauce,  
destruye las calzadas y causa estragos notables. Pu-  
dieran precaverse, en parte estos efectos del furor

de agua, haciendo á trechos unos golfos ó ensenadas  
pequeñas en las tierras, escavando desde una de las  
orillas hasta cierta distancia tierra adentro, y procu-  
rando, para que la colocacion de dichos golfos fuese  
mas ventajosa, practicarlos en los ángulos obtusos  
de las tortuosidades del rio, porque entonces la cor-  
riente del agua mudaria de direccion, y giraria en  
dichos golfos, disminuyéndose de este modo su ve-  
locidad. Este medio seria tal vez muy oportuno para  
preaver la ruina de los puentes, en los parages en  
que no es posible construir arrecifes junto á ellos,  
pues estos resisten la accion del peso del agua, y los  
golfos de que acabamos de hablar, disminuyen la  
corriente; y de este modo aquellos y estos produci-  
rian con corta diferencia el mismo efecto, esto es, la  
diminucion de la velocidad.

Con motivo de esta teoria de las aguas corrientes,  
añadiré una observacion nueva, que he hecho de re-  
sultas de haber establecido una máquina en que se  
puede reconocer con bastante exactitud la diferente  
velocidad del agua. Compónese esta máquina de nue-  
ve ruedas, de las cuales las unas reciben el impulso  
de una columna de agua de dos á tres pies, y las otras  
de cinco á seis pies de altura, y me sorprendió á los  
principios ver que todas estas ruedas giraban con mas  
velocidad por la noche que por el dia, y que la dife-  
rencia era tanto mayor quanto mas alta y ancha era  
la columna de agua: por ejemplo, si el agua tenia  
seis pies de caida, esto es, si la canal cerca de la com-  
puerta tiene seis pies de altura de agua, y la abertura  
de la compuerta tiene dos pies de alto, la rueda girará  
durante la noche con un décimo, y á veces un nove-  
no de mayor velocidad que durante el dia; y si hay  
menos altura de agua, la diferencia entre la velocidad  
durante la noche y durante el dia será menor, pero  
siempre bastante para poderse percibir. Yo me ase-

guré de este hecho poniendo señales blancas en las ruedas, y contando con un reloj de segundos el número de sus revoluciones en un mismo espacio de tiempo, ya de la noche y ya del día, y al fin de grandísimo número de observaciones, hallé constantemente que el tiempo de la mayor velocidad de las ruedas era la hora mas fría de la noche, y que por el contrario, el de la menor velocidad era el instante del mayor calor del día; y despues reconocí tambien que la velocidad de todas las ruedas es generalmente mayor en invierno que en verano. Estos hechos, que ningún físico habia observado hasta ahora, son importantes en la práctica, y su teoría es muy sencilla: este aumento de velocidad depende únicamente de la densidad del agua, la cual se aumenta con el frío, y se disminuye con el calor; y no pudiendo pasar por la compuerta sino el mismo volúmen, resulta que este volúmen de agua, mas denso por la noche y en invierno que lo es en verano y por el día, obra con mayor masa sobre la rueda, y comunica por consiguiente á esta mayor cantidad de movimiento: conforme lo cual, siendo igual todo lo demas, habrá menos pérdida en hacer holgar las máquinas en el agua durante el calor del día, y hacerlas trabajar por la noche. Yo he advertido en mis herrerías que este método aumenta una duodécima parte en el producto de la fábrica del hierro.

Otra observacion haré, y es, que de dos ruedas, la una mas inmediata que la otra á la canal, pero ambas perfectamente iguales, y ambas movidas por igual porcion de agua, que pasa por iguales compuertas, la rueda que está mas inmediata á la canal gira siempre con mayor velocidad que la otra que está mas distante, y á la cual no puede llegar el agua hasta haber corrido cierto espacio en la corriente particular que va á dar á esta rueda. Bien se deja conocer que

la colision del agua contra las paredes de este canal debe disminuir su velocidad; pero esto solo no basta para esplicar la diferencia notable que hay en el movimiento de las dos ruedas, la cual proviene, en primer lugar, de que el agua contenida en esta canal cesa de ser comprimida lateralmente, como en efecto lo es cuando entra por la compuerta del cauce, y hiere inmediatamente los alabes ó tablas verticales á la llanta de la rueda; y lo segundo, esta desigualdad de velocidad que se mide por la distancia de la canal á estas ruedas, procede tambien de que el agua que sale por la compuerta no es una columna que tenga las mismas dimensiones de la compuerta; porque el agua forma al tiempo de pasar, un cono irregular, tanto mas deprimido por los lados, quanto es mas ancha la masa de agua en la canal. Si las tablas verticales de la rueda están muy inmediatas á la compuerta, el agua se aplica á ellas casi á la altura de la abertura de la compuerta; pero si la rueda está mas distante de la canal, el agua baja á la crugia, y ya no hiere las tablas de la rueda á la misma altura ni con tanta velocidad como en el primer caso; y estas dos causas unidas producen la disminucion de velocidad en las ruedas que están distantes de la canal.

Merece particular atencion el modo con que acaecen las inundaciones. Cuando crece un rio, la velocidad del agua se aumenta siempre mas y mas hasta que el rio empieza á salir de madre, en cuyo instante la velocidad del agua se disminuye, y esto hace que, una vez principiada la inundacion, siempre sigue por muchos días; porque aun cuando despues viniere menor cantidad de agua, no dejaria la inundacion de verificarse, por depender esta mucho mas de la disminucion de la velocidad que de la cantidad de agua que viene; y á no ser esto así, veriamos muchas veces los rios salir de madre por una ó dos horas, y cesarse



luego á sus márgenes, lo cual nunca sucede, sino que al contrario, la inundacion dura siempre algunos dias, ya sea que cese la lluvia, ó que por cualquiera otra causa venga menor cantidad de agua, porque la salida de madre ha disminuido la velocidad, y por consiguiente no siendo impelida la misma cantidad de agua en el mismo tiempo que antes, debe necesariamente resultar el mismo efecto que si viniese mayor cantidad. Con motivo de esta disminucion se puede observar que, si sucede que un viento constante sople del lado opuesto de la corriente del rio, la inundacion será mucho mayor de lo que hubiera sido sin esta causa accidental, que disminuye la velocidad del agua; como al contrario, si el viento sopla hácia la misma direccion que sigue la corriente del rio, la inundacion será mucho menor, y se disminuirá mas prontamente. Veamos lo que dice Mr. Granger de la inundacion del Nilo:

«La avenida del Nilo y su inundacion han dado mucho que discurrir á los sábios, cuya mayor parte tiene por prodigiosa la cosa mas natural, y que se vé en todos los paises del universo. Las lluvias que caen en Abisinia y Etiopia causan las avenidas del Nilo y su inundacion; pero debe considerarse como causa primitiva el viento Norte: 1.º porque impele las nubes que llevan esta lluvia hácia la Abisinia: 2.º porque siendo viento de travesia de las dos embocaduras del Nilo, hace refluir las aguas contra su corriente, impidiendo de este modo que se precipiten en demasiada cantidad al mar; lo cual se verifica anualmente siempre que, soplando el viento de la parte del Norte, se muda de repente al Sur, pues entonces pierde el Nilo en un dia lo que habia crecido en cuatro.»

Las inundaciones son mayores, por lo comun, en las partes superiores de los rios, que en las inferior-

res y cercanas á su desembocadura, porque siendo igual todo lo demas, la velocidad de un rio va siempre aumentando hasta el mar; y aunque ordinariamente el declivio se disminuye tanto mas cuanto el rio está mas próximo á su desembocadura, sin embargo suele ser mucho mayor la velocidad por las razones que dejamos dichas. El padre Castelli, que escribió muy juiciosamente sobre esta materia, observa muy bien que la altura de los diques construidos para contener el Pó, va siempre en disminucion hasta el mar; de suerte que en Ferrara, que está á 50 ó 60 millas del mar, tienen los espesados diques cerca de 23 pies de alto sobre el nivel ordinario del Pó, y mas abajo, á 10 ó 12 millas del mar, no tienen 15 pies, sin embargo de ser allí la madre del rio tan estrecha como en Ferrara.

En lo demas, la teoria del movimiento de las aguas corrientes tambien está sujeta á muchas dificultades y oscuridades, y es muy difícil dar reglas generales que puedan aplicarse á todos los casos particulares; siendo mas necesaria en esto la esperiencia que la especulacion, pues no solo es preciso conocer por esperiencia los efectos ordinarios de los rios en general, sino tambien en particular el rio de que se trata, si sobre él se quiere discurrir con exactitud, y construir obras útiles y permanentes. Las observaciones que dejo apuntadas, son por la mayor parte nuevas; y sería sumamente útil que se juntasen muchas observaciones semejantes, pues por este medio se conseguiria tal vez aclarar esta materia, y dar reglas seguras para contener y dirigir los rios, y precaver la ruina de los puentes y calzadas, y demas estragos que ocasiona el impetu violento de las aguas.

Los rios mas caudalosos de Europa son el Volga, que tiene cerca de 650 leguas de curso, desde Reschow hasta Astracan, en el mar Caspio: el Danubio,

cuyo curso es casi de 450 leguas, desde las montañas de Suiza hasta el mar Negro: el Don, que corre por espacio de 400 leguas desde el nacimiento del Soma, que se le incorpora, hasta su desembocadura en el mar Negro: el Nieper, cuyo curso es de cerca de 350 leguas, el cual desagua también en el mar Negro; y el Dwina, que tiene cerca de 300 leguas de largo, y entra en el mar Blanco.

Los principales ríos de Asia son el Hoanho de la China, cuyo curso es de 850 leguas, desde su nacimiento en Raja-Ribron, hasta desaguar en el mar de la China, al Mediodía del golfo de Changi: el Jenisca de Tartaria, que corre por espacio de 800 leguas desde el lago Selinga hasta el mar Septentrional de Tartaria: el Obio, que tiene cerca de 600 leguas, desde el lago Kila hasta el mar del Norte, mas allá del estrecho de Waigats: el río Amur de la Tartaria Oriental, que tiene cerca de 575 leguas de curso, contadas desde el nacimiento del río Kerlon, que entra en él, hasta el mar de Kamtschatka, donde tiene su desembocadura: el Menamcon, que tiene su embocadura en Pulo-Condor, y puede medirse desde el nacimiento del Longmu, que se le incorpora: el Kiam, cuyo curso es de cerca de 550 leguas, midiéndole desde el nacimiento del río Kinja, á quien recibe, hasta su embocadura en el mar de la China: el Ganges, que tiene también casi 550 leguas de curso: el Eufrates, que tiene 500, considerado desde el origen del río Irma, que se le une: el Indo, que tiene cerca de 400 leguas de largo, y desagua en el mar de Arabia, á la parte Occidental de Guzarate; y el río Sirderoias, que atraviesa una estension de cerca de 400 leguas, y entra en el lago Aral.

Los mayores ríos de Africa son el Senegal, que tiene cerca de 1,125 leguas de curso, comprendido el Niger, que en efecto es continuacion del Senegal,

y subiendo por él hasta el nacimiento de Gombarou, que entra en el Niger: el Nilo, cuya longitud es de 970 leguas, y que tiene su nacimiento en la Etiopia superior, donde hace muchos giros: el Zayra y el Coanza, de cuyo curso se conocen cerca de 400 leguas, pero que se internan mucho mas en las tierras de Monoemugi: el Cuama, del cual no se conocen sino cosa de 400 leguas, y que viene de mas lejos, de las tierras de Cafreria: y el Quilmanci cuyo curso total es de 400 leguas, y trae su origen del reino de Gingiro.

Finalmente, los principales ríos de América, que sin disputa son los mas anchos y caudalosos del mundo son: el río de las Amazonas ó Marañon, cuyo curso es de mas de 1,200 leguas, si se sube hasta el lago que hay cerca de Guanuco, á treinta leguas de Lima, donde el Marañon tiene su origen: y si se sube hasta el nacimiento del río Napo á poca distancia de Quito, el curso del río de las Amazonas es de mas de mil leguas.

Pudiera decirse que el curso del río de San Lorenzo, en Canadá, es de mas de 900 leguas desde su embocadura subiendo al lago Ontario y al lago Erie, de allí al lago Huron, despues al lago Superior, de este al lago Alempigo, al lago Cristinaux y finalmente al lago de los Assimboiles, respecto de caer las aguas de todos estos lagos de unos en otros, y por último en el río de San Lorenzo.

El río Mississipi tiene mas de 700 leguas de curso desde su embocadura hasta algunos de los manantiales de donde trae su origen, los cuales no están distantes del lago de los Assimboiles, de que acabamos de hablar.

El río de la Plata tiene de largo mas de 800 leguas subiendo desde su embocadura al nacimiento del río Parana que entra en él.