

EL TUNEL ANGLO-FRANCES (*).

Tiempo hace que nos han precedido casi todos los periódicos en dar cuenta de este proyecto, tan singular como atrevido, circunstancia que hará parecer escusada y fuera de lugar nuestra diligencia al ocupar las columnas de la REVISTA con el mismo asunto; mas como quiera que todas las descripciones que han visto la luz pública han insistido mas en mencionar y admirar sin exámen las obras mas colosales y las mas escéntricas particularidades del proyecto, que en hacer ninguna crítica razonada de las obras propuestas y de los medios de llevarlas á cabo, sin dar idea de la disposicion de las localidades, de la dificultad del problema, ni del trabajo minucioso y sutil criterio que ha necesitado desplegar Mr. Thomé de Gamond para poderlo plantear de la manera que lo ha presentado, no estará demas que procuremos llenar esta falta añadiendo una noticia facultativa al sin número de las que han podido llegar á manos de nuestros lectores.

El estrecho de Calais, desde el cabo de Grínez hasta la punta de Eastware, que es la direccion escogida para el trazado del túnel, mide 53 kilómetros de ancho. Un banco de roca, el Varne, que se eleva en algunos puntos hasta 2 metros de la baja mar, y en la direccion de la traza no dista de este nivel mas de 8 metros, divide al perfil del estrecho en dos canales de distinta profundidad; el uno, del lado de Francia, de 18 450 metros de ancho y 57 metros de máxima profundidad, y el del lado de Inglaterra de 14 550 metros de ancho y 29 metros de profundidad mayor, con el fondo casi horizontal. Estos datos por sí solos bastan para hacer comprender que sea posible el trazado de un túnel con pendientes suaves, y hasta aquí

habian llegado las investigaciones de Mathieu, Favre, Franchot y los demas ingenieros que se habian ocupado de este mismo pensamiento; pero Mr. Thomé de Gamond no se ha limitado á esto, sino que reuniendo cuantos datos ha podido haber á sus manos, y despues de largas y penosas investigaciones hechas por sí mismo en las localidades accesibles é inmediatas al estrecho, y aun en otras distantes, pero cuya inspeccion podia ser útil para su proyecto, ha procurado trazar el perfil geológico del fondo del estrecho de Calais, haciendo en esto un alarde de ingenio y perseverancia que le colocan en una alta y envidiable posicion científica.

Desde que Mr. Thomé emprendió el exámen del terreno por la parte de Francia observó que las sondas practicadas en los terrenos inmediatos á la costa, lo mismo que las cabezas de las formaciones sucesivas que se iban encontrando en la direccion del interior del continente, indicaban que el suelo del estrecho debia estar formado por un terreno oolítico de gran dureza y considerable espesor, y desde entonces se dedicó con ardor á comprobar este hecho, si es que se lo confirmaban otras indicaciones; porque en su exactitud reposaba la posibilidad de la obra ó su imposibilidad absoluta. Pasó, pues, á estudiar el terreno de la costa de Kent en Inglaterra, pero ni allí ni en muchas leguas al rededor pudo observar señal del terreno que buscaba, y solo encontró terrenos de formacion mas moderna, como creta blanca y areniscas verdes, con grande espesor y buzando hácia el interior de la isla, lo cual indicaba que el terreno oolítico inferior pasaba á una distancia enorme de la rasante aceptable para el túnel. Prosiguiendo, sin embargo, con el mismo empeño en sus investigaciones, llegó á encontrar el terreno buscado saliendo de debajo del mas moderno en el centro mismo de Inglaterra, entre Warwick y Oxford, mas la inclinacion de las capas era solo de 12' con el horizonte mientras que las francesas, que llegaban á 50' y en la misma direccion al occidente, Madrid 1.º de Junio de 1858.

(*) Etude sur l'avant-projet d'un tunnel sous-marin entre l'Angleterre et la France, reliant sans rompre charge les chemins de fer de ces deux pays par la ligne de Grínez á Eastware, par M. A. Thomé de Gamond. Paris 1857.

no podian unirse con ellas de modo alguno en su prolongacion, que venia á mas de 350 metros debajo de la costa opuesta.

Esto hizo creer á Mr Thomé que ambas inclinaciones deberian terminarse en un mismo plano vertical, probablemente bajo el estrecho, en el cual se hubiese verificado una gran falla que rompiese la continuidad de todos los estratos. Mas queriendo comprobar esta opinion, para que no le quedase recelo de que aun faltaba algo que hacer para demostrar la imposibilidad de la obra, quiso ver si podia determinar en donde se hallaba la falla presumida, puesto que en la isla ni el continente no habia indicaciones de que pudiera existir, y á este fin examinó con la mayor atencion el resultado de los sondeos del estrecho practicados por varios marinos, y especialmente los del ingeniero hidrógrafo Beauteemps-Beaupré, y por fin, se trasladó él mismo á los bancos de Varne y Colbart, ó Ridge-bank, y al cabo de muchos dias y con no poco trabajo consiguió arrancar de ellos trozos de la roca maciza de que están formados, y cuya completa identidad con la oolita pudo comprobar desde que los tuvo en su mano.

Como de seguir los estratos con la inclinacion de la costa francesa, no podian llegar ni al fondo del mar en el punto que ocupan los bancos en cuestion, el autor formó la opinion, justificada con los resultados de los sondeos, de que la oolita francesa y la inglesa no presentaban ninguna solucion de continuidad, sino que encorvada ligeramente esta inmensa capa hacia el medio del estrecho, manifestaba inclinaciones discordantes en sus estremidades visibles; que por la parte oriental del Varne formaba esta misma roca el fondo del mar, algo cerrojada por la accion de las aguas que habian hecho desaparecer los terrenos superiores, y cubierta con los detritus del terreno jurásico, del que aparece un vestigio en las costas inmediatas de Marquise; y por fin, que por la parte occidental se sumergia bajo los terrenos wealdianos, y estos á su vez bajo las areniscas verdes, que continuan visibles en la inmediata costa de Dover.

Solo leyendo atentamente el libro de Monsieur Gamond es posible hacerse cargo del inmenso trabajo que ha tenido que acumular para obtener los datos que presenta y qué delicadeza de ingenio ha necesitado para enlazar sus resultados en un conjunto verosímil y armonioso. Mas no bastaba á la modestia del autor haber obtenido la conviccion ó presuncion fuerte al menos, de que el perfil geológico que habia imaginado era probable, y acudió á los ilustres profesores de la ciencia, los señores Cordier y Elie de Beaumont, que no pudieron menos de confirmar y dar como lo mas probable cuanto se veia en el perfil propuesto. Para tener una idea clara de la naturaleza de este perfil se puede imaginar una faja de mas de 100 metros de espesor, que representa la oolita, cuya cara superior algo denudada forma el fondo del mar desde el cabo de Grinez hasta unos 5000 metros mas allá del Varne; y que desde este punto se sumerge hasta entrar por la punta de Eastware á 60 metros del nivel del suelo y con pequeña inclinacion: la parte superior, como ya hemos indicado, la llenan en este trecho las fajas wealdianas, que vienen á formar unos 6000 metros del fondo del mar por la oblicuidad de su interseccion, á pesar de ser su potencia á lo mas de 40 metros; y la formacion de la arenisca verde, que cubre los 5000 metros restantes de fondo marino y viene á ocultarse en la costa inglesa bajo la creta blanca en que está asentada la ciudad de Dover. Para poner á la vista el orden y naturaleza de estos terrenos, Mr. Thomé ha tenido la ingeniosa idea de hacer un muestrario de las formaciones sucesivas, disponiendo en una especie de estante angosto, y por su orden de sucesion natural, una serie de ejemplares arrancados á los mismos terrenos en la prolongacion de sus capas.

Esta es sin disputa la parte mas interesante y la mejor estudiada del trabajo de Mr. Thomé de Gamond, en la que se revelan la sagacidad y los talentos no comunes que le adornan; y ciertamente merece tener tan alta importancia, pues en realidad la base del proyecto estriba en la exactitud de estas suposiciones, base que

faltaba del todo en los proyectos de la misma especie que han precedido al actual, y que han quedado por él oscurecidos. Mas si despues de todo, el sistema entero es una mera hipótesis, ¿qué grado de probabilidad tiene? Nosotros no hemos visto que se haya puesto en duda por nadie que los terrenos esten en el orden y disposicion que el autor señala; pero aun cuando estamos tambien acordes en asentir á que sea este el perfil mas probable, no podemos dejar de temer que la curvatura que manifiestan las capas oolíticas en la superficie superior sea producida por la penetracion de una roca ignea que haya levantado tambien la inferior, rompiendo los estratos que la precedian, sin que haya podido llegar á manifestarse, sea por su poca fuerza, sea por la resistencia de las capas mas altas. Si esto fuera asi, todo el proyecto, en su conjunto y sus detalles, se hacia imposible, tal al menos como lo ha imaginado su autor.

Dado como exacto este perfil (y ya hemos dicho que es muy probable que lo sea), el trazado del túnel es inmejorable. En proyeccion horizontal se reduce á una recta que va de costa á costa; se inclina ligeramente al norte dirigiéndose á Marquise, á 9 kilómetros de la costa, en Francia; y en Inglaterra vuelve en ángulo hacia Dover, en 5 kilómetros de estension, resultando en total unos 47 kilómetros bajo la tierra. En proyeccion vertical, el trazado se compone de cinco rasantes inclinadas sucesivamente, las dos extremas que no llegan todavia al mar, 7 milésimas; las dos siguientes comprendidas desde el cabo Grinez hasta el talveg principal y desde la punta Eastware hasta el banco de Varne, poco mas de 4 milésimas; y la del medio, que corresponde al espacio que queda entre el talveg principal y el banco, de 11 450 metros de largo está inclinada hacia la costa de Inglaterra tan solo media milésima: de esta distribucion de pendientes resulta que la menor distancia del cielo del túnel al fondo del mar, que corresponde al talveg, es de 22 metros, y que la distancia desde el suelo hasta el nivel de la baja mar, es en la costa francesa de 54 metros, en la inglesa de 50 y bajo el banco

central de 92 metros, en cuyos tres puntos se proyectan pozos de iluminacion y de servicio de la profundidad señalada, y que sobresalen algunos metros mas del nivel del mar. De estos pozos, es fácil comprender que los dos extremos salen de la tierra en seco, á cuyo fin se han retirado un poco hacia el interior, dentro de las líneas de alta mar, pero el del medio tiene que salir del terreno á 8 metros debajo del menor nivel del mar, por lo cual se proyecta una isla artificial de 20 metros de altura, 500 metros de largo y 150 de ancho, formada de escollera de grandes piedras provenientes de la costa, y rellena con los desmontes del túnel.

Este es el mas notable monumento de tan colosal proyecto, pues ademas de la isla dicha se han de hacer en la parte N. E. tres muelles en ángulo recto, que forman un puerto cuadrado de 7 hectáreas de capacidad, con una ó dos entradas por N. y el E. El pozo, que ha de quedar en el centro de la isla, tiene una seccion elíptica, de 108 metros de diámetro mayor y 50 de diámetro menor, lo mismo que los de ambas costas, con una escalera en hélice de inclinacion suave, que permite la fácil comunicacion de la boca de cada pozo con el interior del túnel. El autor llega á proponer que se varien las rasantes tercera y cuarta para acercarlas al fondo del mar, si el exámen posterior de los terrenos lo permitiera, para que de este modo, quedando el subterráneo á solos 48 metros de la boca del pozo, pudiera ser la rampa bastante suave para que subiesen hasta la isla los mismos carruages del camino de hierro, encontrándose asi los trenes al descubierto y en alta mar rodeados de los innumerables buques que cruzan aquellos parages. Y como ademas la isla ha de tener espigones de abrigo en sus cuatro ángulos, Mr. Thomé le ha dado el nombre particular de *Estrella de Varne*.

La seccion trasversal del túnel es un círculo completo de 9 metros de diámetro, macizado en los dos metros primeros de la parte inferior para hacer el asiento de dos vias de ferro-carri y colocar debajo de ellas un caño ó taguea de saneamiento y desagüe, la cual tiene que

achicarse con máquinas de vapor que se coloquen en la Estrella de Varne.

La idea mas sorprendente de todo el proyecto es sin disputa la de la Estrella del Varne, puerto de correspondencia universal, como le llama el autor, cuando se complace en imaginar los buques de todas las naciones que cruzan el estrecho amarrados á sus muelles, descargando sus mercancías en aquella especie de terreno neutral, recibiendo las que les están esperando en los almacenes que se habrán de construir en las diez hectáreas de terreno firme que se han de levantar en medio de las olas, ó guiándose por el faro y el sin número de luces que han de guarnecer durante la noche á este escollo embellecido por el arte moderno. Y no es extraño que esta idea haya seducido á su autor, cuando la vemos aceptada con entusiasmo por casi todos los que han dicho algo del proyecto, que han ido mas allá del pensamiento mismo, dando por hecho que los wagones habian de subir á la esplanada sin género de dificultad. Pero no se podrá menos de reconocer que por desgracia Mr. Thomé de Gamond, deslumbrado por lo maravilloso de su concepto, se ha detenido con sobrada complacencia en la parte mas costosa y menos útil de la obra, apartándose así del pulso estrechado y severo criterio que resplandece en todo su escrito y que forma casi por sí solo su mérito principal. Si la estacion marítima del túnel estuviese situada en un punto distante de todo país habitado, y contuviese todos ó parte de los recursos necesarios para la provision de un buque, aunque no fuese mas que buena agua potable, habria fundamento para esperar que fuese un puerto verdadero de concurrencia universal, y un beneficio inestimable para el comercio y la navegacion. Pero ¿qué ventaja se podrá encontrar en hacer un desembarco ó una estacion en un punto aislado, cuando Dover está á 15 kilómetros, y Boulogne á 20? Precisamente, si alguna pudiera haber, desaparecería en cuanto se hubiese hecho el túnel y el ferrocarril, porque entonces, cualquiera de los dos puntos que se eligiese para el desembarco distaria del opuesto tan solo media hora, y se-

ria casi indiferente tocar en uno de los dos extremos, é inútil por consiguiente la estacion del medio.

A parte de esto es menester considerar cuan pocos recursos ofrece á un buque un puerto sin poblacion, como seria el de Varne, y cuan poderoso aliciente no ofrecerán en este sentido los inmediatos de ambas costas: por otra parte no basta hacer muelles y rompeolas para crear un puerto seguro y cómodo; es menester buscar un abrigo de la accion directa de los vientos dominantes, y esto no puede buscarse ni obtenerse en un escollo sumergido. La isla del Varne debe limitarse al servicio del túnel, para lo que será de un precio inestimable por la facilidad relativa con que podrá construirse; pero es menester no pretender para ella otro papel que no puede desempeñar.

La única cuestion que queda despues de esta, respecto del trazado del túnel, es si podrá cortar algunas capas permeables que permitan el acceso del agua del mar en los trabajos de perforacion, temor traído á la memoria por el desastroso efecto que las filtraciones y aun las invasiones directas produjeron en el célebre túnel del Támesis. Pero la disparidad es grande entre ambos casos, y el autor observa con mucho tino que las dificultades que pueden ocurrir por esta parte son apenas de la importancia de las que se han encontrado en muchos túneles de caminos de hierro, en Francia é Inglaterra, y mucho menores que en la explotacion de la mayor parte de las minas de carbon de piedra. Fúndase para esto, en primer lugar, en el grande espesor (22 metros cuando menos), del cielo del túnel, cuya mayor anchura será solo de nueve, mientras que en el Támesis, el ancho era el mismo y el espesor solo de 4 metros, lo cual ocasionó una verdadera rotura del terreno por flexion. En segundo lugar, el terreno del Támesis es de arcillas y arenas terciarias, al paso que en el estrecho todas las capas son secundarias y la mayor parte rocas oolíticas muy duras, que si permiten el paso al agua, no será mas que por las uniones de los es-

tratos, si es que las ocupan algunas delgadas hojas de arena suelta; y aun entonces, si la capa de detritus arcillosos que se sabe que cubre el fondo no ha obstruido las entradas con la enorme presion que tiene encima, la pequeña inclinacion de estos estratos es causa de que corten á la traza del túnel muy lejos de la entrada del agua, que teniendo que cruzar tan largo espacio, llegará de una manera continua, pero lenta, sin que produzca mas inconveniente que en una mina de cualquier otra especie. Las filtraciones que Mr. Gamond cree probables y mas incómodas son las de las aguas dulces que contienen siempre las areniscas verdes por medio de las cuales se penetra en la costa de Kent, pero la distancia en que se cortan es muy pequeña, muy vecina de la costa, y en todo caso se podría bajar la rasante para no encontrarlas hasta haber salido de debajo del mar.

Es achaque de los tiempos presentes, en que los adelantos de la industria y el desarrollo de lo que se llama intereses materiales parecen alejar las probabilidades y la importancia de las guerras internacionales (aunque no sea esa la causa verdadera de este progreso tan lisonjero), que las consideraciones estratégicas ó de defensa nacional vengán á oponer obstáculo á todo pensamiento que tenga por objeto facilitar las comunicaciones entre pueblos vecinos, como si en la mayor parte de los casos los medios mas expeditos de invasion armada no fueran tambien los lazos mas seguros de conseguir una paz estable, cual no se ha conocido cuando las mas altas y escabrosas barreras separaban los territorios de las naciones limitrofes. Mr. Thomé, que tenia que dirigirse á un público dominado por el espíritu militar acaso mas que en ninguno otro de la Europa occidental, ha querido salir al encuentro de las objeciones que se le pudieran presentar de una manera nueva, sorprendente é ingeniosa, pero que nos parece que no podrá aceptarla nadie que piense con formalidad en la realizacion del proyecto: se reduce á disponer en cada extremo, y á disposicion del Gobierno respectivo, una válvula de comunicacion

con el mar, con la cual se pueda inundar el túnel en menos de una hora, necesitando mas de tres dias para vaciarlo. El autor cree que no podría resultar de esta inundacion ningun daño notable á la obra; pero es difícil imaginar que la larga permanencia del agua en un tubo de fábrica, y con la gran presion que es consiguiente, no inutilize alguna parte importante y haga estéril en poco tiempo el fruto de tantos afanes y del trabajo que tanto tiempo habria de exigir. Si la defensa de la frontera no puede continuar bajo el mismo sistema que hasta el dia por la abertura de una nueva via reclamada por las necesidades de una nacion, la ciencia militar debe mirar como un nuevo problema, en cuya solucion satisfactoria debe estar su honor comprometido, el modo de verificar esta defensa sin perjudicar ni menoscabar en lo mas minimo los intereses de los defendidos, que son precisamente el objeto que hace noble la ciencia y gloriosa la profesion.

Tal es el proyecto en suma; pero los medios de ejecucion reclaman un exámen detenido, porque en ellos estriba el que la obra pueda ser una realidad: los que Mr. de Gamond propone nos parece que encierran dificultades tan grandes que no vacilamos en calificar de insuperables. El sistema se reduce á crear en la direccion de la galeria trece islotes de escollera, macizada de arcilla en los intersticios, á 5000 metros á lo mas unos de otros, y abrir en cada uno un pozo de ataque y ventilacion por los métodos ordinarios, que no podrán menos de hallarse mas fáciles en una masa de trasporte como esta, revistiendo el interior de cada pozo con un encofrado de fundicion. De este modo, cada tajo se reduce á 1500 metros á lo sumo, y la duracion y gastos de la obra se limitan cuanto es posible por esta subdivision, que reduce la galeria á las condiciones de un túnel horadado en tierra firme. Estos islotes saldrán 10 metros del nivel de baja mar y tendrán 40 metros de diámetro en la coronacion. Para evitar por la noche el encuentro de estos islotes artificiales que son otros tantos puntos de peligro para la na-

vegacion, se iluminarán con luces de reflectores, que presentarian indudablemente una vista sorprendente y agradable. En el interior de cada escollera se dejaria un circuito de varias cámaras de voladura para hacerlas desaparecer despues de cerrado el túnel, menos en aquellos islotes que se juzgue oportuno conservar para ventilacion del subterráneo ó algun servicio marítimo, que ciertamente nada induce á creer que pueda exigirlo.

Sobre la boca de cada pozo se estableceria el taller de perforacion correspondiente, con máquinas de vapor, aparatos de señales y todos los medios mas perfeccionados y eficaces para el trabajo emprendido, con los cuales se empezarian á establecer cinco pequeñas y cortas galerias de alineacion, rectificadas las cuales se podria proceder á la escavacion y revestimiento de las nueve secciones restantes, que con las anteriores presentarian veinte y ocho frentes de ataque para su mas rápida terminacion.

Mr. Thomé calcula en un año, suponiendo doscientos dias útiles para el trabajo de mar, el tiempo necesario para empezar y concluir los islotes, dando por cierto que en cada uno se puedan arrojar al dia 140 metros cúbicos, ó sea 1800 metros cúbicos de movimiento diario desde las canteras á la alta mar. En cuanto á las galerias, estima en cinco centímetros por hora el adelanto de la perforacion, lo que le dá 1^m,50 por dia completo y 500 metros en un año; resultando asi que se pueden hacer las cinco secciones directrices en dos años y el resto en tres, que con el primero, dedicado á la ereccion de los islotes, constituye el plazo de seis años en que aprecia la duracion de los trabajos.

Esta es la parte en que el autor aventura mas hipótesis y mas favorables en pró de su pensamiento, y por cierto que no se le oculta del todo cuando reclama con su acostumbrada modestia la indulgencia del lector hácia sus cálculos, que no presenta mas que como una base ó término de comparacion para dar idea de la magnitud de la empresa. Desde luego no puede pasar desapercibida la dificultad inmensa

y el poco resultado probable que ofrecen los islotes y los pozos y talleres establecidos en ellos, pues no será fácil que la arcilla haga impermeable la masa, ni que esta deje de sufrir deterioro con los embates del oleage en las tempestades. Aunque el autor cita las obras avanzadas de muchos puertos, que son de tanta ó mas importancia que sus islotes, y hace la observacion, con la que estamos conformes, de que el agua del mar tiene mas fuerza y movimiento á la inmediacion de las playas y cabos que en donde se mueve libremente y sobre una grande masa, como sucede en el medio del canal; no por esto se puede asegurar que en ciertos dias del año no tenga el agua la fuerza bastante para destruir una parte de un islote, inutilizando acaso en un instante el trabajo de muchos meses en las obras inferiores, y lo que es mas, comprometiendo la seguridad de gran número de obreros. Para hacerse cargo de la importancia y dificultad de estos islotes, bastará saber que fuera del de la Estrella del Varne, que es indispensable y que solo baja á 8 metros bajo el menor nivel del mar, el mas pequeño tiene 110 metros de diámetro en la base y 26 de altura, y que van subiendo hasta 224 metros de diámetro en la base y 67 de altura, en el talveg del estrecho, y eso que el talud no es mas que de 55°, ó sea de 1½ en base por uno de altura, inclinacion evidentemente escasa para una obra de esta especie. Asi es que Opperman califica á los islotes, con demasiada dureza acaso, pero no sin exactitud, de ser el gran lunar que se advierte en la esposicion de tan admirable concepto, y por cierto que aunque Mr. de Gamond critica con razon sobrada las chimeneas de hierro que Mathieu y Favre proponian sumergir para aislar del mar las bocas de los pozos, como incapaces de permanecer en equilibrio en una masa tan considerable de agua, no hubiera estado desacertado discutiendo aunque fuese ligeramente si se podrian sumergir esos grandes tubos, recubriéndolos despues de escollera en mayor cantidad y volúmen, mejor que introduciéndolos dentro de ella despues de macizada, con gran trabajo y dificultades de primer orden.

Pero aun admitiendo los islotes, los cálculos del autor distan mucho del carácter de prudencia que le distingue. Se nota en primer lugar un error importante en la apreciacion del tiempo que ha de durar la creccion de estas pirámides, pues siendo su volumen total de mas de 4 700 000 metros cúbicos, el movimiento diario que supone no podria bastar sino durante un tiempo diez veces mayor, y el que se señala para el establecimiento de los puntos de ataque es solo de un año, sin que se haga cuenta en ninguna parte con el tiempo necesario para escavar y revestir los pozos en el interior de cada islote, penetrando luego en el terreno, pozos que no bajarán, por término medio, de 70 á 80 metros de profundidad total: por todo lo cual creemos que por mucho que se aumentasen los medios de accion, las perforaciones horizontales no se podrian emprender hasta el tercer año lo menos de empezada la obra.

Tambien vá demasiado lejos Mr. Thomé suponiendo el adelanto de dos pulgadas por hora en un túnel de estas dimensiones y que ha de llevar revestimiento, así como tampoco podemos creer que puede marchar el trabajo sin interrumpirse un solo día en ninguno de los veinte y ocho talleres, aunque no sea mas que por uno de esos accidentes tan comunes en las mas sencillas obras de tierra firme, tanto mas ocasionados á producirse cuanto es escepcional la condicion del trabajo. Creemos por esto que no se podrá dudar de lo exiguo del término de seis años para concluir la obra, y aun temeríamos quedarnos cortos si no nos alargáramos á presuponer mas que otros tantos sobre los anteriores.

Igualmente corto parecerá el presupuesto avanzado de todo el proyecto, si se atiende á que se dan los precios de 5 francos al metro cúbico de islote concluido, y 840 francos el metro lineal de túnel, por escavacion, agotamientos, ventilacion y transporte de materiales hasta fuera de los pozos; que no se preven gastos de reparacion ni conservacion para los islotes y obras auxiliares, y que no se tiene en cuenta, en fin, el inmenso material de transporte que se habrá de necesitar para trasladar los obre-

ros diariamente desde la costa á los tajos, porque es de todo punto imposible, por ser malsana y embarazosa, su permanencia continuada en el subterráneo ó en los islotes, y la distancia media que han de recorrer es de 17 kilómetros entre ida y vuelta. Así es como el presupuesto total no sube mas que á 170 millones de francos, ó sea 5 400 francos por metro lineal, que aunque es triple que la que suelen costar los túneles en el continente, es poco si se atiende á la magnitud y duracion de los trabajos extraordinarios que se proponen, y á las inmensas pérdidas que por fuerza tienen que ocurrir cuando se arrostran dificultades de primer orden, y por primera vez.

Mr. Thomé no podia menos de recordar y tener muy presentes las máquinas ensayadas y propuestas para la perforacion de los Alpes: desde entonces acá se han escavado ya muchos metros por la boca italiana y el resultado corresponde con exceso á las esperanzas de los ingenieros. Es indudable que vencidas las dificultades inmensas y no previstas que sin duda alguna se habrán de presentar, los ingenieros del monte Cenis tendrán mucho aprendido para perfeccionar los procedimientos, y el arte de construir habrá dado un gran paso en punto á la abertura de túneles largos sin pozos de ataque, y solo de este modo esperamos que sea practicable el túnel anglo-francés; y no es de temer que esta esperanza no se realice, porque el primer paso está ya dado, y vencida esta primera y gravisima dificultad de todo descubrimiento y de todo progreso de la inteligencia humana, es seguro llegar al término del camino, mas tarde ó mas temprano. Pero aun en esta hipótesis tan favorable, téngase presente que para el monte Cenis se han supuesto necesarios siete años, que por dificultades materiales ó económicas es muy fácil que suban á ocho ó diez, y que el túnel tiene solo doce kilómetros de largo con sus dos bocas á nivel, y no á 30 metros de hondo como los del proyecto en cuestion, y por consiguiente, aunque se ataque por los dos pozos de la costa y el imprescindible y menos difícil del Varne, y se practiquen de antemano los dos tramos de acceso por uno y otro lado, que seria á no dudarlo la marcha mas

favorable de los trabajos, su duracion habria de ser doble por lo menos de lo que Mr. Thomé ha imaginado, si es que no ha habido ninguna mala inteligencia en la suposicion del perfil geológico que sirve de base al pensamiento.

Despues de la larga discusion técnica en que hemos seguido á Mr. Thomé, queda otra que trata muy á la ligera, pero que es para nosotros la mas importante, aunque tenga que ser deducida de la solucion de las demas: consiste en averiguar cual es la importancia económica de la empresa, que es la única y exacta medida de la utilidad y oportunidad que puede tener para el público y para el comercio. Las suposiciones del autor en este punto no son por cierto exageradas, pues admite que solo viajarán por el túnel las tres cuartas partes de los viajeros que hacen en el día el pasaje entre Francia y Bélgica é Inglaterra, y la tarifa media la calcula mayor que en los demas ferro-carriles de ambos lados, pero menor que en los paquetes de vapor que hacen el servicio equivalente. Deduce de aqui y de una suposicion análoga respecto de equipages y mercancías, un producto total de 26 millones de francos al año; pero no deduce mas que 5 millones y medio por gastos de explotacion, cifra evidentemente escasa, pues no es mas que el 20 por 100, si se compara con la de los caminos de hierro ordinarios, que no los tienen en proporcion mayor, sino al revés de lo que sucederá en el submarino, habida cuenta de los muchos gastos de conservacion permanente y vigilancia que habrá de ocasionar la especial circunstancia en que se encuentra la via, lo que cueste el agotamiento de la tajea longitudinal, hecho constantemente con máquinas de vapor, el gasto de iluminacion constante por el gas, que se proyecta y es en efecto muy necesario; y por fin, el que pueda provenir de la ventilacion artificial para sanear ese inmenso tubo, en el que es lo mas probable que el aire tenga demasiado poco movimiento. Segun esto, la cifra de 20 millones de francos que resulta de producto liquido es demasiado elevada, mientras no se pueda esperar mayor movimiento en la nueva linea, que por otra parte ya hemos dicho que

se ha tomado algo bajo; y como el total del presupuesto lo hemos juzgado escaso, y tampoco ha tenido cuidado el autor de añadirle los intereses devengados durante los supuestos seis años que han de quedar improductivos, el interés que se saque de la empresa no llegará de seguro á la mitad del 12 por 100 que resultaria de estos cálculos.

El autor concluye manifestando que esta empresa debe aislarse del contacto de la especulacion, que en todo caso no admite sino bajo la intervencion directa y precisa de los gobiernos de las dos naciones interesadas en la obra. No es extraño que un autor francés piense de este modo, y mas tratándose de un proyecto que se ha calificado muchas veces de quimérico, y que otras se ha presentado sin estudio formal de ningun género y solo con el afan de hacer caer á algunos incautos en la tentacion de la fabulosa ganancia ofrecida; pero no por eso se puede desconocer que presentándose esta empresa como de utilidad directa é inmediata para los pueblos inglés y francés, y no para los gobiernos, no es de estos, sino de aquellos la competencia industrial que ha de decidir de la oportunidad de acometerla, y la única forma de ejercer estas funciones industriales es por la libre y espontánea accion de los capitales privados. Cuando en 1802 creia el primer cónsul que su concurso era necesario para llevar á cabo el pensamiento de Mathieu, pronunciaba el juicio de la obra, porque aquellos monumentos que solo puede levantar el poder discrecional reunido en una sola y vigorosa mano, traerán siempre á la memoria las inmensas é inútiles moles de las pirámides de Egipto y las colosales esfinges de Tebas, testimonio elocuente del extraordinario orgullo y de la desmedida arbitrariedad de los imperios antiguos, y de la desgraciada suerte de los pueblos que regian. Y si el túnel, en fin, ha de ser un terreno neutral entre ambas naciones, lo cual no es posible en absoluto, ha de ser solo ejecutándolo por si la industria privada, que no está ligada ni circunscrita á ninguna consideracion de territorio ni á condicion alguna de limites.

Mas despues de todo esto, ¿resulta el tú-

nel posible, ó es una quimera? Creemos que el túnel es mas difícil de lo que Mr. Thomé de Gamond se figura, que hay puntos, como el puerto de concurrencia universal y los islotes de escollera con que no podemos conformarnos; pero no es de modo alguno imposible, las dificultades que presenta su ejecucion no son insuperables, y tenemos seguridad de que dentro de poco la ciencia del ingeniero los sabrá vencer mucho mejor que en el día, y que por tanto no se debe dudar de que el proyecto sea posible. Pero si se pregunta luego si es útil, si corresponderá en sus resultados á los sacrificios que su realizacion exige, nos inclinaremos á contestar que el movimiento actual no es suficiente para compensarlos; sin que el peligro de la navegacion sea bastante para creer que este movimiento aumentase rápidamente con la creacion de la nueva via: llegará tiempo acaso en que no solo sea útil sino de imprescindible necesidad; pero en el día juzgamos que seria muy mala especulacion, y que por lo mismo no se hará ni se debe hacer.

Pero aun cuando el túnel no fuese jamás realizable, Mr. Thomé de Gamond ha contraído un mérito especial, tanto por el modo sério y concienzudo de presentar y discutir las cuestiones, como por la modestia con que las resuelve segun su atinado criterio y no comun sagacidad, soluciones que tampoco dá como definitivas, sino como base ó punto de partida para las ulteriores investigaciones que reclama de los hombres científicos, á cuyo juicio somete sus trabajos y sus resultados, sin pretension de ningun género. De esta manera ha señalado el camino que ha de seguir todo el que quiera desenvolver ante el público un gran pensamiento, separándose así de la vulgaridad de los forjadores de maravillas, á quienes pedirá el lector sin duda en lo sucesivo el paciente trabajo y la perseverante actividad con que Mr. Thomé de Gamond ha procurado comprobar cada uno de los mas aventurados asertos que estampa en la esposicion de su proyecto.

EDUARDO SAAYEDRA.

HISTORIA FINANCIERA

DE LOS CAMINOS DE HIERRO.

Artículo 4.º

En todos los países en que se han establecido caminos de hierro, se han publicado en ciertos periodos los resultados financieros de estas empresas industriales; pero no pueden compararse, porque se emplean unidades diferentes para las longitudes y las monedas y aun periodos de tiempo irregulares.

Cuando por medio de las reducciones que hemos hecho, se presentan los datos suministrados por la estadística ordinaria en estadística comparativa, se consigue espresar en números muy concisos los tres datos siguientes:

Productos en reales por día y kilómetro.

Gastos. Idem.

Intereses. Idem.

Estas tres cifras forman lo que se llaman *bases financieras* de los caminos de hierro, porque por sí solas bastan para deducir todos los resultados financieros, cualquiera que sea la forma que quiera dárseles.

Los productos dependen del tráfico y de las tarifas: miden la influencia comercial.

Los gastos dependen del precio de las materias que se consumen y de la buena direccion de la explotacion: esta cifra mide la influencia administrativa.

Los intereses indican la prodigalidad ó la economía que se ha tenido en la construccion del camino: esta cifra hace fijarse en el capital invertido en la línea.

Se vé que cada una de estas bases tiene un carácter especial, que sirve para medir las influencias comerciales, administrativas y de primer establecimiento, cuyo conjunto concurre al resultado final de la empresa.

Este resultado se resume diciendo que la especulacion da el *tanto* por 100 sobre el capital empleado. Financieramente hablando, el mejor camino de hierro es aquel que dá mas interés.

Reuniendo los diferentes datos que se han publicado sobre los caminos de hierro, se puede formar el cuadro siguiente de sus productos y gastos, que espresaremos como hasta aquí en kilómetros y reales.