

vienen elevando continuamente, habiéndose ya alcanzado y rebasado el límite de 14 kilogramos por centímetro cuadrado. Hoy día una persona, cuya autoridad en estas materias es universalmente reconocida, acaba de demostrar que en las condiciones ordinarias del servicio una presión de 160 á 180 libras (11,25 á 12,66 kilogramos por centímetro cuadrado), puede considerarse como más económica que ninguna otra.

Á medida que han aumentado las dimensiones de las locomotoras, la presión del vapor se ha elevado continuamente; la consecuencia ha sido que aquellos que quisieron construir locomotoras aún más poderosas han sido conducidos, casi instintivamente, á abordar el problema del empleo de presiones más elevadas como medio de obtener el resultado apetecido. La opinión general de los Ingenieros de tracción era que para el desarrollo de una potencia grande, se necesitaba como condición indispensable una presión elevada del vapor. Esta idea, sin embargo, no está justificada por los hechos. La prueba se ha dado en una Memoria leída recientemente ante el *Western Railway Club*, en la que se relatan los resultados de un gran número de ensayos en los que se ha determinado el trabajo de la máquina y de la caldera bajo presiones que variaban entre límites muy dilatados. Una de las conclusiones de la Memoria es que las máquinas de simple expansión no deberían en general timbrarse á más de 180 libras (12,66 kilogramos por centímetro cuadrado), y que estas máquinas harían muy bien el servicio que se les exige si se las estudia para presiones que desciendan hasta 160 libras (11,25 kilogramos por centímetro cuadrado). Es posible que por el momento no se aprecie en todo su valor la importancia de este aserto; pero conviene, sin embargo, hacer notar que se apoya en ensayos efectuados cuidadosamente, y tarde ó temprano se reconocerá por todo el mundo su exactitud. La exposición completa de estos hechos, con todos sus pormenores, ha sido presentada al público en una Memoria que publicará la Institución Carnegie de Washington.

La afirmación de que una presión de marcha de 160 á 180 libras (11,25 á 12,66 kilogramos por centímetro cuadrado) resulte la más económica para locomotoras de simple expansión, no quiere decir que en las locomotoras existentes, estudiadas para presiones más elevadas, deba llevarse el timbre á este límite, pues de todos modos es preciso que los cilindros estén proporcionados según la presión de la caldera, y generalmente no conviene reducir la presión sin aumentar el diámetro de los cilindros. Podría suceder que se obtuviera una mejora en ciertas locomotoras imponiendo una reducción en la presión; pero esta medida no puede de ningún modo generalizarse. Por otra parte, no debe olvidarse que la reducción del timbre al límite arriba indicado no producirá disminución en la potencia si se proporcionan los cilindros para la presión del vapor que haya de introducirse. La mayor potencia se desarrollará en las condiciones que permitan realizar el régimen de marcha más económico. Desde el momento en que está demostrado que una locomotora de simple expansión tiene ordinariamente mayor rendimiento bajo una presión de 180 libras (12,66 kilogramos por centímetro cuadrado) que bajo una presión más elevada, se sigue en consecuencia que con esta presión puede desarrollar mayor potencia que con otra cualquiera. En fin, á propósito de esto, conviene mucho hacer observar que la elección de una presión de marcha de 160 á 180 libras (11,25 á 12,66 kilogramos por centímetro cuadrado) para la locomotora no debe considerarse como un paso hacia atrás. El problema, para el Ingeniero que estudia la máquina, está en aumentar el rendimiento y la potencia de la locomotora proyectada comparada con las construidas anteriormente, y si está comprobado que una disminución en la presión constituye un medio de alcanzar este objeto, el empleo de la presión reducida será un verdadero progreso.—H.

EL CAMINO DE HIERRO DE TEHUANTEPEC

En la sesión de la Sociedad de 5 de Marzo de 1880, nuestro llorado colega Cotard llamaba la atención sobre la creación de un camino de hierro que atravesaba el istmo de Tehuantepec y anunciaba que esta línea no estaba más que en proyecto, pero que los trabajos habían comenzado. Este trabajo, del que otro de nuestros colegas, Francisco de Garay, se mostraba celoso y hábil defensor, debía abrir bien pronto al comercio de dos mares un camino que presentaba, sobre todas las soluciones propuestas para un canal marítimo, la inmensa ventaja de no tener que remunerarse más que de un capital relativamente insignificante.

Se ha hablado poco después de esta época del camino de hierro de Tehuantepec; así, creemos interesante dar aquí algunos detalles sobre la situación actual del negocio, según un trabajo de M. Gilbert C. Terry, publicado por *L'Engineering Magazine*.

El autor recuerda desde luego cómo Hernán Cortés, después de la conquista de Méjico hacia 1520, hizo buscar sobre la costa un emplazamiento para establecer un puerto mejor abrigado y menos malsano que el de Veracruz. Este emplazamiento se encontró en la embocadura del río Coatzacoalcos, donde los españoles establecieron un fuerte, que vino á ser el centro de una pequeña colonia. Cortés propuso entonces al Rey de España construir un camino carretero entre esta localidad y la costa del Pacífico.

Esta vía de comunicación, llamada *camino real*, fué rápidamente ejecutada, y es la primera entre los dos mares. Fué largo tiempo utilizada por los Argonautas de 1849 en su viaje para la conquista del Toisón de Oro en California. Humboldt, que la recorrió muchos siglos después de la muerte de Cortés, la consideraba como la que en un día debía dar paso al comercio del mundo.

Sin embargo, no es hasta después de la guerra entre Méjico y los Estados Unidos cuando se piensa en establecer un camino de hierro entre Coatzacoalcos y Salina Cruz, sobre el Pacífico; pero este proyecto no se realizó en seguida. Más tarde, de 1876 á 1892, no son menos de tres las concesiones acordadas sucesivamente por el Gobierno mejicano para caminos de hierro á través del istmo de Tehuantepec; ninguno condujo á un resultado práctico, no obstante figurar el famoso Capitán Eads á la cabeza de una de estas empresas; murió en 1887, descorazonado, pero repitiendo que en el porvenir se probaría la justicia de sus opiniones sobre esta cuestión.

Por último, en 1893 se hizo una concesión á Stanhope, Hampson y Corthell, los cuales se obligaron á ejecutar en quince meses un camino de hierro á través del istmo de Tehuantepec para el Condado del Gobierno mejicano en un precio que no excediera de 100 millones de francos, en números redondos. El plazo no fué rebasado, porque el camino de hierro se terminó en 1895, formando así una línea férrea continua de 210 kilómetros de longitud, no excediendo á una altura de 260 metros sobre el nivel del mar.

El término de este trabajo causó en Méjico una gran satisfacción, donde se creía ver llegar los comerciantes del mundo entero para transitar de un Océano al otro; pero se apercibieron bien pronto, se habían olvidado de una cosa esencial; los puertos de Coatzacoalcos y de Salinas-Cruz eran poco seguros é incapaces de recibir y abrigar los barcos de un tonelaje más que moderado; quedaban, pues, por realizar muchos trabajos, debiendo costar varios millones antes de poder utilizar el camino de hierro del istmo.

En esta época había gran agitación en los Estados Unidos á causa de la lucha entre el canal de Panamá y el de Nicaragua, y los americanos del Norte no consideraron deber interesarse en la cuestión de Tehuantepec. Méjico se dirigió á Inglaterra, y encontró, para el mejoramiento de la vía férrea y dragado de puer-

cas a profundidades que permitían recibir grandes barcos, un precioso concurso en la persona del eminente empresario Sir Westman Pearson. Hizo un contrato con el Gobierno mejicano, según el cual la Empresa se encargaba de la construcción, entretenimiento y explotación del camino de hierro y de los puertos, como agente y representante de Méjico. Todos los trabajos debían estar terminados en un plazo de siete años a partir de la fecha de la contratación (Febrero 1899). Deben, pues, estar terminados hoy. Se aprecia lo gastado desde el principio 350 millones de francos, y se cree tendrá que gastar todavía 150 más en mejoras diversas.

Hemos visto que el istmo de Tehuantepec tiene 210 kilómetros de ancho en su parte más estrecha; pero el trazado del camino de hierro tiene un desarrollo de 309 kilómetros a causa del rodeo que ha tenido que darse para no elevarse a una altura demasiado grande.

La línea sube gradualmente de Coatzacoalcos, situada a la orilla del mar, hasta la garganta de Chivela, que forma el punto de partida y está a 220 metros de altura. Los trabajos comprenden numerosas obras de arte, especialmente en el cañón de Malatengo y en el paso de Chivela que tiene 29 kilómetros de longitud. En Chivela ha sido preciso establecer dos curvas en forma de herradura con un túnel. Desde este punto el descenso es en general bastante rápido, llegando los declives hasta 30 por 100.

Al lado de la línea principal hay un empalme de una longitud de 25 kilómetros aproximadamente, que une dos localidades llamadas Julie y San Juan Batista; además, en la estación de Lucrecia, el camino de hierro de Tehuantepec se asemeja al de Veracruz y Pacífico R. R., línea en explotación actualmente entre Veracruz y Córdoba. Se va también a establecer una ramificación de 25 kilómetros saliendo de la línea principal al distrito de Minatitlán, donde se han hecho desde dos años investigaciones para encontrar el petróleo, investigaciones que han tenido éxito y actualmente se encuentra bastante aceite para justificar la construcción de una fábrica de refinería. Estos pozos pertenecerán a la Compañía Pearson, que se servirá del aceite para la explotación del camino de hierro, y no estará obligada a recurrir al petróleo de Texas. Es la primera en Méjico que quema petróleo en las locomotoras, siendo excelentes sus resultados, pero el precio del petróleo importado hace su empleo casi imposible.

En Coatzacoalcos el río forma un puerto natural de una extensión casi ilimitada y de una profundidad de 15 metros por término medio. En estas condiciones el problema se reduce casi enteramente en salvar la barra y en los medios de evitar la formación de una nueva. Se ha recurrido a los métodos puestos en servicio con éxito en la embocadura del Mississippi y en Tampico, que consisten en la construcción de dos muelles, saliendo de la desembocadura del río al mar, de modo que retengan el lecho y que cruce una corriente capaz de impedir la aglomeración de arena. Estos muelles tienen 1.200 metros de longitud y están separados uno de otro 300 metros. La Compañía inglesa está en camino de construir malecones que alargarán el río en una longitud de 1.500 metros próximamente y ocho departamentos con armadura de acero para almacenes y varios kilómetros de vía. Los malecones estarán provistos de aparatos de carga movidos por la electricidad y lo mismo estarán los almacenes; se podrán transbordar de una sola operación las mercancías de los vagones ó de los almacenes a las barcas ó recíprocamente. Hay otros trabajos próximos a ejecutarse; así, en Coatzacoalcos la instalación de alumbrado eléctrico, la construcción de casas habitables para el personal, un hospital, etc. se ha establecido una distribución de aguas; de grande importancia para las condiciones higiénicas de la ciudad. Además, el istmo de Tehuantepec está mucho menos sujeto a la fiebre amarilla y otras enfermedades de los trópicos que otras localidades próximas; ciertos vientos, que reinan de una manera casi continua en el golfo de Méjico, hacen el clima fresco y saludable.

Al principio de la explotación en fin de 1906 no debía haber

más que una vía, pero ésta será doble tan pronto el tráfico de mercancías justifique esta adición. El material móvil se compone al presente de 12.000 vagones de mercancías y 50 locomotoras; se toman ya medidas para aumentarlo en una notable proporción.

La vía tiene una separación normal de cuatro pies y 8 1/2 pulgadas, ó sea 1,435 metros. Hay gran número de puentes, todos de acceso, con pilas y estribos de mampostería. Algunos son muy importantes, por ejemplo, el puente sobre el río Iattepec en Santa Lucrecia, de 170,80 m. de longitud en cinco tramos.

Las traviesas son de pino creosotado, en madera dura del país ó en madera de California.

En las construcciones de los caminos de hierro en las regiones tropicales, una de las mayores dificultades proviene de la vegetación viciosa, que bajo la acción de una temperatura elevada invade el suelo, y de no contrarrestarla llega a tal altura que detiene todo tráfico. La vía termina por transformarse en un verdadero junco; esto ha conducido en el camino de hierro de Tehuantepec a hacer uso de compuertas químicas con las que se rocía la plataforma, matando las plantas y siendo lo suficientemente corrosivas para quemar las raíces.

El trazado de la línea de que nos ocupamos atraviesa una de las partes más pintorescas de Méjico; está bordeada de selvas y de juncos, donde la demarcación tropical se desarrolla en todo su esplendor; el silbido de la locomotora hace volar nubes de pájaros de vivos colores; algunas veces está bordeada de plantaciones de café, de plátanos, de caucho, pueblos de obreros de todas razas, chinos, japoneses, negros ó indígenas; se encuentran pueblos compuestos de chozas cubiertas de palmas, delante de las cuales las familias de los peones que las habitan, vestidas del modo más sencillo, juegan a la sombra en dulce abandono sin ocuparse del mañana.

Una de las partes más curiosas de la línea es la villa de Tehuantepec, célebre por sus temblores de tierra y por la belleza de sus mujeres. El que haya sufrido los unos y visto las otras no sabría olvidarlas. En la estación de Rincón Antonio, cerca de la mitad del recorrido, están los talleres y cocheras de máquinas y alojamientos para los obreros. Estos diversos edificios están sólidamente contruidos a la moda inglesa y han costado muy caros.

Los trabajos en el mar, sobre la costa del Pacífico, han sido mucho más importantes y dispendiosos que los ejecutados en Coatzacoalcos. No había puerto natural, solamente una rada en herradura y nada de río. Ha sido, pues, preciso hacer el puerto, dragando y abrigándolo por dos inmensos diques situados muy delante en el mar.

Estos diques forman un antepuerto de unas 8 áreas de superficie. El puerto interior ha sido dragado todo él con la draga y mide 900 metros de largo por 210 de ancho. Se ha construido en Salinas-Cruz un gran muelle de mampostería y otros seis de carpintería metálica, de los que cuatro están terminados y puestos en servicio. Las grúas están provistas de aparatos de descarga con maniobra eléctrica, sirviendo para los barcos, los vagones y los almacenes.

Estos trabajos se han ejecutado en condiciones muy difíciles porque Salinas-Cruz es una localidad sujeta a tempestades, y la Empresa Pearson ha sufrido un temblor de tierra y un golpe de mar, durante el cual perdió una grúa Titán y sufrió también otros daños importantes.

Se debe terminar muy en breve un gran dique seco excavado enteramente en la roca. Las dimensiones de esta obra son: largo, 192 metros; ancho, 21,40 metros, y profundidad, 17,30 metros, permitiendo recibir los mayores barcos que actualmente navegan por el Pacífico. Estos trabajos han dado ocupación a más de mil obreros de todas las nacionalidades y dirigidos por contramaestres ingleses y americanos.

Así dotada, Salinas-Cruz constituirá un puerto susceptible de un tráfico considerable cuando el camino de hierro esté en explotación. El Gobierno mejicano no ha omitido gasto para

hacer de la villa una ciudad sana y confortable. Tiene bellos edificios públicos, distribución de aguas, alumbrado eléctrico y alcantarillado, pavimentos, etc., todos estos trabajos terminados ó en ejecución.

Estando terminada la comunicación entre los dos Océanos y sus puertos de acceso, la alimentación está asegurada.

Ya en el año último la Compañía de navegación La Chinase Commercial Acamship C.^o estableció un servicio regular en Salinas-Cruz, transportando no sólo mercancías con destino á Méjico y á los Estados Unidos, sino también un gran número de operarios para las plantaciones del istmo y del Méjico meridional, donde la mano de obra falta siempre.

Actualmente Las Union Iron Works en San Francisco está terminando tres barcos nuevos para L'American Hawaiian Steamship C.^o, que deberán servir la línea que esta Compañía se propone establecer entre New-York y Honolulu en combinación con el camino de hierro de Tehuantepec. Tiene ya en servicio nueve vapores entre New-York y Hawaii por el estrecho de Magellan. Estos vapores tienen de tonelaje de 6.000 á 12.000 toneladas y los nuevos les serán casi iguales.

La Compañía pretende inaugurar desde luego dos líneas: una entre New-York y Honolulu, y la otra para hacer el servicio de la costa entre Salinas-Cruz y los puertos de los Estados Unidos en el Pacífico, San Diego, San Francisco, Seattle y Vancouver. Dos steamers de 6.000 toneladas estarán afectos á este servicio. Los seis vapores de 12.000 toneladas servirán la parte del Pacífico de la línea Honolulu New-York, y los cuatro de 8.000 toneladas la parte de la línea sobre el Atlántico. En esta parte, los barcos, partiendo de New-York, tocarán en Philadelphie y en New-Orleans antes de servir á Coatzacoalcos; lo mismo en el Pacífico, partiendo de Salinas-Cruz, tocarán en los diversos puertos más arriba indicados antes de dirigirse á Honolulu. Al regreso irán directamente de Honolulu á Salinas-Cruz y de Coatzacoalcos á New-Orleans ó Philadelphie, según el puerto á que vayan consignadas las mercancías.

Es difícil apreciar al presente la importancia del tonelaje que L'American Hawaiian C.^o podrá suministrar al camino de hierro de Tehuantepec; pero como esta Compañía tiene un contrato con la azucarera de Hawaii para el transporte de sus productos, ciertamente que el camino de hierro puede contar con la totalidad de los azúcares enviados de estas islas á New-Orleans y Philadelphie. Si el año último la producción de azúcar de las islas se elevó á 430.000 toneladas, de las cuales 230.000 han sido refinadas en San Francisco, 100 000 expedidas á Philadelphie por el estrecho de Magellan, y 100.000 han franqueado el continente por las vías férreas transcontinentales, se supone que la recolección será todavía más abundante este año, y que todo el azúcar que se enviaba otras veces por los carriles de San Francisco en los Estados Unidos, lo mismo que el que pasa por el Cabo Horn, tomarán la vía férrea de Tehuantepec. Se puede así contar con un transporte del Oeste al Este de 200.000 toneladas por lo menos. Difícil es decir cuál será éste en sentido inverso, pero es de suponer no tardará en ser importante, tan pronto el comercio se convenza de que esta vía ofrece precios de transporte moderados y una rapidez muy satisfactoria.

Es importante hacer notar que el contrato entre L'American Hawaiian C.^o y el camino de hierro de Tehuantepec no está establecido para una duración definida, sino que debe durar hasta la apertura del canal de Panamá. En las condiciones en que se persigue la ejecución de este trabajo parece que el camino de hierro de Tehuantepec tiene todavía ante sí malos años de explotación por la escasa concurrencia. Sea como fuere, esta línea tiene 1.230 millas menos de recorrido que la de la ruta por Panamá. Si se estima en 10 millas la velocidad media de los vapores de carga se llega á una ganancia de cinco días, ó suponiendo que la duración del paso del istmo sea la misma en los dos casos, si se cuenta un día más para el doble transbordo de las mercancías por Tehuantepec, quedará una ventaja de cuatro

días, que será un beneficio neto si se estima el menor gasto con la misma cifra en los dos casos.

La tarifa de primera clase para los viajeros es de 4 céntimos, ó sea 0,20 francos por kilómetro, y de 0,10 francos para la de tercera clase.

Las mercancías de primera categoría pagan 0,40 francos por kilómetro, y la tarifa mínima es de 0,15 francos. Estas cifras deben contarse en moneda de plata, que vale actualmente la mitad que la de oro; de modo que estos precios son muy razonables. En estas condiciones, puede suponerse que una vez abierto el canal de Panamá, el camino de hierro de Tehuantepec podrá sostener su concurrencia, si las tarifas de aquél son las de Suez, donde las mercancías pagan 8,75 francos por tonelada para el tránsito. Una ventaja de la vía de que nos ocupamos es que no tienen las mercancías que cumplir ninguna formalidad de Consulado ni Aduana. Una tonelada de algodón puede ir desde New-Orleans á Hong-Kong sin ninguna traba de las que generalmente encuentra el comercio marítimo. La mercancía desembarca directamente en Coatzacoalcos desde el vapor á los vagones del camino de hierro, y algunas horas más tarde pasa de los vagones al vapor de carga para la China, y todo está dicho.

Será interesante seguir los resultados prácticos que dará esta nueva vía de comunicación interoceánica ejecutada con perseverancia y sin ruido, en medio del fracaso de las discusiones levantadas por la cuestión del canal de Panamá.—O.

ELEVACIÓN DE LA PRESA DE ASSOUAN

De Egipto comunican la interesante noticia de que se trata de elevar el nivel de la coronación de la presa de Assouan, unos siete metros, sobre la altura que tiene actualmente, la cual fué fijada atendiendo los clamores de turistas y arqueólogos, que de ninguna manera querían que se les privara de los atractivos que ofrecen las ruinas de Pilae.

El coste total de la obra ejecutada fué de 3.250.000 libras esterlinas, y la cantidad de agua embalsada es de 1.065 millones de metros cúbicos. Se ha calculado que con un gasto adicional de 750.000 libras esterlinas podría duplicarse la cantidad de agua almacenada por la presa.

Afortunadamente el proyecto de la presa fué confiado á Sir William Wilcox, quien reconoció la probabilidad de que el Egipto no consentiría de un modo permanente despreñar sus intereses materiales para el solo beneficio de turistas y arqueólogos. Por tanto, construyó la presa con una base suficientemente ancha para permitir que pudiera elevarse, con toda clase de seguridades, en la forma que actualmente se ha decidido. El problema del aumento de la cantidad de agua embalsada se trató por primera vez hace dos años; pero fué detenido en parte con motivo de unos experimentos que se realizaron para estudiar la posibilidad de evitar algunas erosiones importantes que se presentaron entonces en el paramento de aguas abajo de la presa, y en parte por la inquietud que ocasionó la declaración de los Ingenieros Atcherley y Pearson, de que podían producirse tensiones peligrosas en la base de la construcción. En vista del resultado de los experimentos que se practicaron, creemos que la presa puede resistir en las condiciones actuales la distribución de presiones que se halló en la citada investigación, y así lo demuestra también el estudio teórico del profesor Umoín publicado en el número de *Engineering* de 30 de Junio de 1905.

Debemos también notar que, según la carta del *Times*, en que se anuncia la decisión de las autoridades de Egipto, el coste del proyectado aumento de altura de la presa se fija en 1.500.000 libras esterlinas, ó sea el doble de lo que estimaba necesario Sir William Wilcox en 1901; así es que es posible que se adopten algunas medidas para acumular la resistencia de la presa al propio tiempo que se aumenta su altura de coronación.—H.