

alojar una parte del cable, á fin de que sobresalga lo necesario para que no se separe del cauchuc al verificarse el paso.

La estacion de descarga es un poco más complicada. En ella no se acomoda el cable directamente sobre otra polea de gran diámetro, como en la de carga, sino que las dos ramas se apoyan en dos poleas verticales, colocadas ambas sobre un mismo eje, al que está fija también una rueda dentada de igual diámetro, que recibe de un piñon el movimiento comunicado por una maquina de vapor. La polea de cambio de sentido del movimiento se encuentra al nivel del punto más bajo de las poleas verticales, cogida en armas como la garrucha de un pozo, y apoyada en un fuerte armazon de madera con ruedas que marchan sobre carriles. Un torno con su trinquete, al que se arrolla una cadena unida por su extremo libre á las armas de esta polea, permite dar al cable la tension necesaria.

Un poco antes de llegar el cable á las poleas verticales de que he hecho mérito, hay también en esta estacion un carril fijo, colocado en su proximidad, y un poco más alto: pero en vez de rodear únicamente la polea de cambio, se extiende por todo el terreno que ha de constituir el vaciadero, á fin de que los peones descarguen los cubos en el punto más oportuno. Una vez descargados, les hacen recorrer el resto del carril, y les ponen de nuevo en relacion con la rama ascendente del cable, que los devuelve á la estacion de carga.

La distancia entre las dos ramas del cable es de 1,^m85 en la generalidad de la línea; pero á fin de que sea menor la resistencia á la flexion, en las estaciones se aumenta esta distancia y se da á las poleas el diámetro de 2,^m50. La diferencia se gana fácilmente estrechando poco á poco el espacio que media entre las de direccion colocadas en los dos ó tres primeros caballetes.

En el ángulo que forman las dos direcciones de la línea hay sencillamente dos poleas horizontales de 1,^m25 de diámetro, sobre cuyas gargantas se apoyan respectivamente una y otra rama.

Los cubos son de duelas de madera, reforzados con aros de hierro: el asa, que termina en un anillo por la parte superior, tiene en sus extremos dos agujeros, en los que entran dos pivotes colocados en el cubo á una altura tal, que queden por bajo de su centro de gravedad. En el borde superior del cubo hay dos hierros en forma de U, colocados de modo que puedan girar en un perno clavado al borde, que los abraza por su vértice; cuando las ramas de la U están hacia fuera, cogen el asa por uno y otro lado y mantienen el cubo en su posicion natural; cuando se vuelven hacia dentro, volteando el cubo sobre los extremos del asa, se vierte fácilmente. Una vez desocupado, se vuelve boca arriba, se colocan otra vez los hierros hacia fuera, y queda en disposicion de volver á cargarse.

Cada cubo puede contener 250 kilogramos de mineral: el cable se mueve con una velocidad de 1,^m40 por segundo, y sobre él hay constantemente 30 cubos cargados, á distancia uno de otro de 40 metros. Por consiguiente, cada 28 segundos y medio se reciben en la estacion de descar-

ga 2,5 quintales métricos, lo cual da un trasporte total de 31.600 kilogramos por hora, ó 316 toneladas al día suponiendo diez horas de trabajo.

La construccion de un tranvía de esta clase, capaz de trasportar esa cantidad de mena diariamente, puede evaluarse en 60 pesetas por metro en líneas que no pasen de un kilómetro de longitud; pero naturalmente se reduce mucho el precio cuando la longitud aumenta, porque los gastos de las estaciones son los mismos para un trayecto corto que para uno largo. En una línea de cuatro kilómetros el coste no llega á 29 pesetas por metro. Los gastos de conservacion también varían de 0,29 pesetas á 0,20 pesetas por kilómetro, segun que tengan de uno á cuatro kilómetros de longitud.

El diámetro del cable se determina por la conocida fórmula de la catenaria, de la cual se deduce, cuando el peso es de 15,50 kilogramos por metro lineal de cable, de 35 metros la semidistancia en el mayor de los tramos, y de 1,^m50 la flecha máxima, una tension de 6.350,74 kilogramos; ó sea, suponiendo en el cable una resistencia de 10 kilogramos por milímetro cuadrado de seccion, un diámetro de 206 diezmilímetros. El de Bilbao tiene 35 milímetros para darle mayor seguridad; pero no puede aumentarse mucho el diámetro, porque aumenta con él la resistencia á la flexion.

(Se continuará.)

LUIS BARINAGA Y CORRADI
Ingeniero de Minas.

LOS TRANVÍAS DEL PORVENIR.

LOCOMOTORAS DE AIRE COMPRIMIDO.

Durante el último decenio han sido persistentes los esfuerzos hechos y numerosos los resultados alcanzados por los Ingenieros industriales que han consagrado sus desvelos al estudio de un aparato motor para los tranvías de poblaciones, que no tuviera ninguno de los inconvenientes que para esta traccion interior ofrecen las locomotoras de vapor en su disposicion-tipo actual.

La ley natural de la supervivencia de lo verdaderamente práctico y racional, ha dejado solamente en presencia hoy en día dos de estos aparatos motores, y ambos presentan el mecanismo actuado por el elemento gaseoso motor en disposicion casi idéntica al mecanismo clásico de las locomotoras de vapor, difiriendo tan sólo en que, al emplear el aire comprimido como elemento gaseoso motor, el inventor del primero hace uso exclusivo del aire comprimido, mientras que el inventor del segundo se sirve de una combinacion de aire comprimido y vapor de agua.

Creemos interesante, hoy que en España principian los tranvías á tomar desarrollo considerable, el apuntar algunos datos que hemos tomado nosotros mismos al experimentar ambos aparatos, pues creemos sinceramente que la traccion por medio de motores de aire comprimido está llamada á sustituir en todas partes y casi en absoluto á la traccion animal.

I. *Locomotora de simple aire comprimido.*—Considerada en su conjunto, es una locomotora ordinaria cuya caldera, en vez de estar llena de vapor, está llena de aire comprimido á la presión de 66 atmósferas ó sea de 70 kilogramos sobre centímetro cuadrado.

Este aire comprimido actúa directamente en los cilindros de la locomotora sin válvula reductora alguna, ejerciendo una acción perfectamente regular hasta que se consumen las cuatro quintas partes del contenido de la caldera; esto es, hasta que han sido devueltas á la atmósfera después de haber ejercido sobre los émbolos de la locomotora la acción motriz debida á su expansión, las cuatro quintas partes del contenido inicial en aire comprimido del depósito que en esta locomotora constituye el receptáculo del elemento motor.

En cuanto al aprovechamiento de la fuerza motriz total contenida en el aire comprimido, esta locomotora aprovecha el tercio de la correspondiente á la presión de 66 atmósferas, por medio de una disposición que permite equilibrar la baja en la temperatura del aire, consecuencia del trabajo producido por este aire, de manera que la temperatura de la masa aérea actora sea constante.

Descrita así á grandes rasgos la locomotora de simple aire comprimido, apuntaremos algunos datos numéricos que hemos obtenido personalmente:

1. Una locomotora, cuyo depósito contenía 2,8 metros cúbicos de aire á 66 atmósferas, arrastró, con una sola carga de aire y una velocidad media de 93 metros por minuto sobre una vía horizontal, 22 toneladas á una distancia de 17,7 kilómetros, y 12 toneladas á una distancia de 33,8 kilómetros.

2. Otra locomotora, cuyo depósito contenía 17 metros cúbicos de aire á 66 atmósferas, arrastró arriba y abajo con una sola carga y con velocidad de 92 metros, un peso de 23 $1\frac{1}{2}$ toneladas, durante 90 minutos, recorriendo ocho kilómetros con 90 paradas y marchas alternativamente cambiadas adelante y atrás, siendo horizontal la vía.

3. Otra locomotora, cuyo depósito contenía 2,8 metros cúbicos de aire á 66 atmósferas, arrastró arriba y abajo durante 35 minutos á lo largo de una pendiente de 1 en 40 ó sean 2 $1\frac{1}{2}$ centímetros por metro, un peso de 16 toneladas, mediante la baja de la presión en el depósito á 44 atmósferas desde las 66 atmósferas iniciales y con sola una carga.

4. Las máquinas compresoras, situadas en las líneas servidas por estas locomotoras, como los depósitos de agua en las vías férreas ordinarias, son dobles en cada estación. Su fuerza es de 60 caballos y mediante el consumo de 1 $1\frac{1}{2}$ toneladas de carbon, comprimen aire bastante para asegurar un recorrido de 800 kilómetros.

Resumiendo éstos datos, la locomotora de simple aire comprimido da por resultado:

Que mediante el gasto de 0,028 metros cúbicos de aire á 66 atmósferas se hace recorrer 1,6 kilómetros á un peso de 3 toneladas, y

Que, por lo tanto, como se obtienen estos 28 decímetros cúbicos de aire á 66 atmósferas me-

dante el consumo de 454 gramos de carbon, y que esto equivale á 6 caballos efectivos, esta locomotora de 1 caballo de fuerza por cada 75 $1\frac{1}{2}$ gramos de carbon consumido en hacer funcionar el aparato que comprime á 66 atmósferas el aire que se encierra en el depósito de la locomotora.

Añadiremos que, natural y forzosamente, esta locomotora no despidе ni humo ni vapor ni produce ruido, y que, además, no hace gasto ni consumo alguno mientras está parada, detalle muy digno de ser tomado en cuenta bajo el punto de vista económico, que tiene verdadera importancia en este sistema, pues la práctica demuestra que, *grosso modo*, la tracción por medio de estas locomotoras aumenta en 25 por 100 los beneficios netos que, en cualquier línea de tranvías, dan actualmente la tracción animal.

II. *Locomotora de aire comprimido y vapor.*—En la locomotora anteriormente descrita, el aire comprimido obra directamente sobre los émbolos de los cilindros, y su curva de expansión se mantiene á la altura de la línea isoterma sin adición de vapor.

En esta locomotora que ahora nos ocupa, hay una válvula reguladora de la presión ejercida sobre los émbolos y se equilibra la pérdida de calor del aire procedente de la expansión, recalentándole por medio del vapor de agua, antes de dejarle verificar su expansión.

Los cilindros de esta locomotora, de unos 15 centímetros de diámetro, reciben el aire comprimido á una presión inicial de 30 atmósferas, después que éste ha atravesado el calentador, recipiente lleno en sus dos tercios de agua á la temperatura de unos 160° centígrados, y de vapor en el resto de su capacidad.

Este aire comprimido procede de la batería ó de la reserva, series de 7 recipientes la primera y de tres la segunda, construidos de chapa de acero y de forma cilíndrica y colocados debajo de la locomotora. En estos recipientes, y al ser llenados en las estaciones, introducen los acumuladores aire á 22 atmósferas que las bombas compresoras comprimen hasta 30. La batería tiene una capacidad de 1,920 metros cúbicos y la reserva de 0,880 metros cúbicos.

En cuanto al calentador que eleva á 160° centígrados la temperatura del aire antes de su expansión, tiene por objeto facilitar ésta y obtener igualdad de trabajo con disminución de cantidad de aire empleado.

La válvula reguladora que maneja el maquinista ó que puede disponerse de manera que actúe automáticamente, suprime todo choque al arrancar.

Creemos interesantes los datos apuntados á continuación.

Con la batería y la reserva cargadas á 30 atmósferas recorrimos 6 $1\frac{1}{4}$ kilómetros con una velocidad media de 9 á 10 kilómetros por hora, con pendientes de 1 por 20, 3 $1\frac{1}{3}$ centímetros por metro, y curvas de 36 $1\frac{1}{2}$ metros de radio, como términos extremos.

Este recorrido comprende cuatro paradas reglamentarias y las reclamadas por la entrada y salida de viajeros durante el viaje. Al llegar á su término, la presión de la batería habia baja-

do á 11 atmósferas, quedando intacta la reserva. Recargada la batería hasta la presión de 22 atmósferas se comprendió el regreso, á cuyo término resultaron presiones de 6 atmósferas en la batería y de 20 en la reserva, de la que había tenido que hacerse uso.

Esta locomotora, como la primera, claro está que no da humo ni produce otro ruido que una ligera palpitación procedente del escape del aire á cada embolada.

La comparación entre ambas locomotoras no es aún posible, puesto que la locomotora de simple aire comprimido aún no ha cumplido el tercer mes de su existencia, mientras que la locomotora con aire comprimido y vapor calentador lleva ya casi dos de explotación.

Esta última se ha comportado admirablemente bien bajo todos conceptos, y si bien no da los admirables resultados económicos de la primera, parece sumamente apta para la tracción de viajeros, así como la primera sobresale en lo relativo á la tracción de mercancías.

Una y otra constituyen un adelanto importantísimo en la explotación de tranvías y prometen inaugurar una era de notable economía en los transportes de todo género.

R. SUNYÉ, Ingeniero civil.

Londres, 18 de Abril de 1881.

BIBLIOGRAFIA.

Elementos de geometría descriptiva por D. Eduardo Echegaray.

Nuestro distinguido colaborador y amigo ha demostrado con la publicación de la obra cuyo título encabeza estas líneas, que si por una parte y por deber, como profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, tiene la costumbre de explicar con todo detalle materias que constituyen la enseñanza en dicha Escuela, por otra sabe concretar y resumir los conocimientos indispensables para otras personas que no necesitan estudiar un asunto dado con toda amplitud y desarrollo. Este mérito no siempre frecuente, resulta del exámen de la obra que nos ocupa.

Como indica el autor en una advertencia, esta obra se destina á las personas que deseen ingresar en el Cuerpo de Ayudantes de Obras públicas, y con tal mira ha expuesto de una manera clara, metódica y concreta cuanto necesitan conocer estos funcionarios de la ciencia y sistemas proyectivos.

No creemos necesario reseñar detalladamente las materias que comprende esta obra; pero no llenaríamos nuestro propósito si no diéramos siquiera una ligera idea de los puntos principales que comprende.

En el capítulo I titulado *Punto, recta y plano*, se exponen los principios generales de las proyecciones, los sistemas de representación admitidos y las condiciones de posición en el espacio de los puntos, las rectas y los planos, así como sus propiedades corres-

pondientes en las proyecciones. La importante cuestión de los *Giros* ocupa el capítulo II, resolviendo los problemas de más frecuente aplicación respecto al giro de puntos, rectas y planos alrededor de ejes perpendiculares ó paralelos á los planos de proyección. Los *Problemas sobre rectas y planos* más usuales en la práctica forman la materia del capítulo III y el estudio de las propiedades más principales de los *Poliedros* constituye el asunto del capítulo IV. El V, titulado *Curvas*, trata de su representación y de las definiciones de tangente, normal, plano normal y puntos singulares, y el VI, con el epígrafe de *Superficies*, se concreta á las cilíndricas, cónicas y de revolución, determinando sus principales propiedades, las condiciones de sus planos tangentes, las de sus secciones planas y los desarrollos de las dos primeras. Por último, en el capítulo VII se dan ideas generales acerca de los *Planos acotados*, representación de las superficies en general y del terreno por curvas de nivel, y en el VIII se exponen las nociones fundamentales sobre *Perspectiva caballera*.

A las buenas condiciones de exposición de estas materias reúne el libro que nos ocupa una esmerada ejecución tipográfica y una claridad poco frecuente en los numerosos grabados que la acompañan.

Damos nuestro parabien al Sr. Echegaray porque creemos que ha hecho un beneficio positivo á cuantos deseen conocer los elementos fundamentales de la Geometría descriptiva, y muy particularmente á cuantos se preparan para ingresar en el Cuerpo de Ayudantes de Obras públicas.

(De los *Anales de la Construcción y de la Industria*.)

PARTE OFICIAL.

Abril 21.—(*Gaceta del 3 de Mayo*).—*Fomento*.—Real orden aprobando la transferencia de la concesión de un tranvía hecha por D. Alejo Sonjol.

Abril 28.—(*Gaceta del 3 de Mayo*).—*Fomento*.—Real orden autorizando al Ingeniero Jefe de Obras públicas de Barcelona, para que forme una nómina mensual de jornales adicionales á los peones, capataces y camineros.

Mayo 7.—(*Gaceta del 14*).—*Fomento*.—Real orden concediendo autorización al Ayuntamiento de Barcelona, para establecer cuarteles en el ensanche de aquella ciudad, y en el solar que ahora resulta limitado por las calles de Sicilia, Villena, Cerdeña y Esma.

Se ha concedido agua de las acequias de riego, derivadas del Canal de Isabel II para riegos, á D. Carlos Eizaguirre, al conde de Villapadierna, á D. Ramon Rico, Doña Cristina Seber, D. José Muñiz y D. Eusebio Fernandez.

Para la fabricación de ladrillos, á D. Fernando San Nicolás, D. Manuel Lopez Vazquez, D. Juan José Miñano y D. Francisco Vera y Lena.

Por R. O. de 3 de Enero de 1881 se ha aprobado el