

Antes de llegar al sistema de las máquinas acopladas, de que se acaba de hablar, el autor empleaba una sola máquina en la parte *A* de la fig. 37, y una polea de retorno en la otra orilla *B*, montada sobre una ancla automóvil. El cable sin fin, á uno de cuyos tiros se aparejaba el arado, era tirado por la polea motriz de la máquina, tan pronto en un sentido como en el otro, y arrastraba sucesivamente el arado de una esquina á la otra del campo. El cable no estaba suficientemente adherido sobre la garganta de una sola polea para ejercer el esfuerzo de tracción considerable que necesita el movimiento de los arados de vapor. Al principio, Fowler empleaba un sistema complicado de arrollamiento del cable sobre muchas poleas para hacer su adherencia suficiente. Esta solución, por otra parte muy ingeniosa, y que señalamos para que pueda ser utilizada en otros casos, daba lugar á muchas dificultades. El cable se salía muchas veces de las gargantas de las poleas, y su arreglo era algunas veces una operación muy larga y siempre laboriosa. Su inutilización era rápida, y sucedía alguna vez que el cable se escapaba y se cortaba. Todos estos inconvenientes y otros que no se evitaban sino á fuerza de cuidados y de accesorios complicados, han desaparecido con el empleo de una polea motriz, de un sistema nuevo, aplicable, no solamente á la labor de vapor, sino á todos los aparatos en que se emplean cables metálicos. Esta polea, de cerradura automática, determina una adherencia del cable en la garganta, siempre en relación con la tensión á que está sometida. Este resultado se obtiene por una disposición muy ingeniosa, que funciona perfectamente, á pesar de su complicación aparente. La garganta de las poleas de esta especie, que se pueden llamar poleas de garra, está formada por una serie de bocas en número de 42, que toman el cable y le aprietan tanto más energicamente, cuanto mayor es el esfuerzo que se transmite por medio de unas garras circulares.

Las garras pueden girar al rededor de dos ejes horizontales, puestos detrás del eje del cable. Cuando este cable está sometido á un esfuerzo de tracción, ejerce sobre cada garra una presión dirigida en el sentido del radio del tambor, que tiende á acercar el fondo de la garganta de la línea vertical que pasa por los ejes; las dos semi-garras se aproximan cuando este movimiento se produce, y ejercen sobre el cable una compresión tanto más considerable, cuanto mayor es el esfuerzo de tracción de este cable. En el punto en que el cable es tangente á la polea y donde va á separarse, no ejerce sobre las garras ningún esfuerzo en el sentido del radio del tambor, y éstas, á su vez cesan de comprimirle. Es necesario, además, que las dos semi-caras tiendan entónces á separarse, á fin de que la garganta de la polea se abra anchamente y que el cable se encaje naturalmente, cuando deba entrar por la extremidad del diámetro opuesta á aquella donde la abandona. El empleo de resortes permitirá obtener este resultado, pero complicaría al mecanismo y podría ser una causa de confusión.

La separación de la corona inferior y de la corona superior de las semi-garras, debe estar muy exactamente regulada al diámetro del cable, para que la aproximación se haga de una manera conveniente. El desgaste del cable disminuye un poco su diámetro, y obliga, por consiguiente, á estrechar poco á poco la garganta de la polea. El arreglo de la separación de la serie inferior y superior de las semi-garras, se obtiene por una disposición muy sencilla.

La polea de cierre automático, que se acaba de describir, está colocada sobre un pavimento metálico. La garganta colocada sobre la circunferencia de este pavimento, sirve para arrollar el cable cuando la máquina no trabaja, ó durante los trasportes de un campo á otro. Dos poleas de eje horizontal, mantienen el cable en el plano medio de la garganta de la polea motriz. Otras dos pequeñas poleas, montadas sobre ejes verticales, se oponen á que se

corra el cable horizontalmente, y le obligan á apoyarse constantemente en el fondo de la garganta.

En fin, para evitar que el cable en una falsa maniobra se escape sobre la polea, dos guías horizontales están fijos sobre varillas á una altura de algunos milímetros, sobre la posición normal del cable, de manera que no ejerza sobre él ningún frotamiento, pero que siempre estén dispuestos á impedirle á salir de su lugar, pasando por encima del aparato.

La disposición general de la máquina de vapor empleada con el sistema de labranza que nos ocupa, es poco diferente de la que se ha descrito en primer lugar.

La polea motriz y sus accesorios están fijos sobre el cuerpo cilíndrico de la caldera de esta máquina, como el tambor del sistema precedente. La transmisión del movimiento se hace por un árbol vertical y un piñón que mueve, en un sentido ó en el otro, el engranaje interior de la polea. El cable sin fin que pasa sobre la polea de retorno y sobre la polea motriz, puede, pues, tirar el arado alternativamente de derecha á izquierda, y de izquierda á derecha.

La máquina de vapor empleada con la polea de garras, y la polea de retorno de ancla automóvil, es ordinariamente de 12 caballos de fuerza nominal; pero ha dado en los ensayos al indicador de Wat hasta 68 caballos. La caja de fuego tiene 3<sup>m.2</sup>,412 de superficie de calentamiento: los tubos tienen un desarrollo de 14<sup>m.2</sup>,957. La rejilla tiene 0<sup>m.2</sup>,58. El cilindro de vapor tiene 0<sup>m.</sup>,2667 de diámetro y 0<sup>m.</sup>,3047 de carrera. La velocidad normal de la máquina es de 150 vueltas por minuto en el árbol motor, que responde á una velocidad del cable de 4.425<sup>m.</sup>,6 por hora, y una traslación de la máquina de 2.011<sup>m.</sup>,6 ó de 4.023<sup>m.</sup>,3 por hora, según que se embrague con la pequeña ó la gran velocidad. Las ruedas motrices tienen 1<sup>m.</sup>,676 de diámetro y 0<sup>m.</sup>,355 de ancho de la llanta. La capacidad del depósito del agua es de 880 litros, y la del pañol de carbón de 0<sup>m. c.</sup>,325.

La polea de retorno del cable sin fin puesto sobre la orilla del campo opuesta á aquella donde se hallan la máquina y la polea de garras, está montada sobre un carrito llamado ancla automóvil, cuya construcción presentaba numerosas dificultades, hábilmente vencidas por Fowler.

La polea de retorno debe tener una gran estabilidad para resistir á la tracción considerable que el cable ejerce sobre ella cuando el arado se aleja de la máquina motriz. Es necesario, por otra parte, que esta polea avance paralelamente á la orilla del campo á cada viaje del arado. Las disposiciones adoptadas para que el sistema esté á la vez sólidamente fijo al suelo, y sin embargo, fácil de moverse automáticamente según la necesidad, merecen ser conocidas.

El carrito-ancla que lleva la polea de retorno horizontal, está montado sobre trece ejes guarnecidos, en lugar de ruedas, de seis discos de chapa, de bordes cortantes de 0<sup>m.</sup>,70 de diámetro próximamente. Estos discos están fijos en sólidos cubos de fundición. El eje de delante y el de atrás están guarnecidos de rodillos de madera, del mismo diámetro que los cubos de los discos. El eje acodado de la mitad, lleva en su extremidad vista del lado de la máquina, una ruedecilla gruesa de fundición. Cuando el aparato está puesto sobre el suelo, los discos cortantes, oprimidos por el peso de todo el mecanismo, entran en la tierra hasta que los rodillos de madera y la ruedecilla de fundición toquen la tierra y soporten sobre ella el peso del sistema, como lo harían las ruedas ordinarias. El apoyo así dispuesto, ofrece una enorme resistencia al movimiento en un sentido perpendicular al plano de los discos cortantes, pues que sería menester quitar toda la masa de tierra que se apoya contra estos discos para hacerles avanzar.

En el sentido de los planos de los discos, al contrario, basta para mover el aparato, vencer la resistencia al movimiento sobre las ruedas que le soportan, aumentado del esfuerzo necesario á la penetración de los discos cortantes en el suelo, esfuerzo relativamente pequeño en las tierras de consistencia ordinaria. La estabilidad del carrito-ancla, que es como se le llama, en el sentido de la labor, y la posibilidad de su movimiento en el sentido perpendicular, se hallan así asegurados.

Para obtener el movimiento de traslación del ancla, un cable de alambre de hierro está atado á un árbol del terreno, ó á otro punto fijo situado en la dirección de la marcha del aparato. Este cable se arrolla sobre un pequeño torno, cuyo árbol puede ser abrazado con una rueda dentada montada sobre el eje de la polea de retorno. Mientras que el arado se dirige hacia la máquina, alejándose del ancla, se embraga el pequeño torno de que se acaba de hablar, y el ancla avanza lentamente hacia el punto fijo: cuando ha caminado suficientemente, se desembraga la pequeña rueda y el movimiento de avance se halla suspendido. Cuando los ejes geométricos de los tres ejes de hierro del carrito son paralelos, camina en línea recta bajo la tracción de su cable; pero si el eje de delante se inclina con relación á los otros, la máquina sometida al esfuerzo de esta especie de juego delantero se dirige á derecha ó izquierda de la línea recta que recorría, describiendo una curva, de pequeña curvatura es verdad, pero suficiente, sin embargo, para seguir las sinuosidades generales del límite de la pieza de tierra. La inclinación del eje de delante es regulada con ayuda de roscas fáciles de manejar, según las necesidades.

Una caja puesta detrás de la polea de retorno, sirve para añadir un peso adicional de tierra ó piedras sobre el carrito, para aumentar aún su estabilidad, si se cree necesario, en un suelo muy resistente. Para trasportar el carrito de un campo á otro, ó se le eleva á una pequeña altura sobre el suelo con un cric, ó con palancas, y se ponen ruedas ordinarias á sus dos ejes extremos.

La máquina motriz avanza en una cantidad igual al ancho de la labor mientras que el arado se aproxima á la ancla, y la ancla, como se ha explicado, avanza en la misma longitud interin el arado se trasporta hacia la máquina.

La polea de fijación automática y el ancla de Fowler se prestan á las combinaciones más variadas, y han permitido al inventor responder á todas las exigencias y ejecutar con estas dos herramientas tan ingeniosas los trabajos que parecían exigir mecanismos enteramente especiales. Se puede, en efecto, dispensarse de emplear una máquina de vapor automotriz completa, y reemplazarla por una loco-móvil ordinaria, siempre que sea bastante fuerte. Basta, para obtener este resultado, fijar sobre un carrito de ancla, semejante al que se acaba de describir, una polea de fijación automática, movida por una serie de engranajes que reciben su movimiento de la correa de la loco-móvil. Este carrito de ancla está unido á la loco-móvil por varillas de hierro, rígidas, de longitud conveniente, y el cable remolcador del carrito del ancla está unido á un punto fijo á la extremidad de la línea que tiene que recorrer. El carrito remolcará la loco-móvil, y los dos aparatos así reunidos reemplazarán la máquina automotriz ordinaria del sistema Fowler. Se pondrá, por otra parte, sobre la orilla opuesta del campo una polea de ancla de retorno, y el arado se moverá de un lado al otro del campo como lo hace cuando se dispone de la locomotora automotriz.

La polea de garras puede aplicarse á otras muchas disposiciones de trabajo, y permite resolver problemas bastante variados; pero estas disposiciones, inútiles de mencionar, son

ménos satisfactorias que la que se ha descrito en primer lugar: no hay interés para detenernos más, y debemos pasar al exámen de los aparatos de labranza imaginados por Fowler, en vista de sus aparatos de tracción, pero que pueden, en su mayor parte, aplicarse á los demás sistemas de tracción, de que hablaremos un poco más lejos.

Fowler ha construido, desde el principio de sus trabajos, un arado de báscula, que ha perfeccionado sucesivamente, y que constituye uno de los aparatos más fuertes y más ingeniosos que se pueden concebir. El arado de báscula Fowler se compone esencialmente de un bastidor muy sólido, de hierro de ángulo, formado de dos triángulos muy alargados, reunidos por su base pequeña, montados sobre dos ruedas fuertes. Los dos triángulos del bastidor hacen entre sí un ángulo muy obtuso, de suerte que el bastidor, visto de lado, presenta el aspecto de una *V* excesivamente abierta. Los cuerpos de los arados están fijos á este bastidor en número de 3, 4, 5, y más si hay necesidad, sobre cada lado del bastidor. Cuando la máquina avanza en un sentido determinado, los cuerpos de los arados situados delante van elevados, y los colocados detrás van metidos en el suelo. Basta hacer bascular el arado al rededor del eje de las ruedas, para que se preste á funcionar en una dirección opuesta á la precedente. La cantidad que han de penetrar se arregla elevando ó bajando las ruedas, maniobra fácil de ejecutar por dos largas roscas que mueven cada una á una de las ruedas. El obrero que dirige el arado está sentado sobre un asiento colocado sobre el costado del bastidor, y tiene á la mano una especie de rueda de timón, cuyo árbol, terminado por una rosca, permite inclinar más ó menos el eje de las ruedas sobre el eje del arado, y, por consiguiente, dirigir á éste con una gran precisión. La maniobra de este poderoso instrumento es fácil, y todo trabajador ordinario le conduce perfectamente después de algunas horas de aprendizaje. La fig 37 muestra en un centro este arado.

Cuando se emplean dos máquinas motrices, el cable está siempre convenientemente tendido, para que el desarrollo sobre el tambor libre presente una resistencia conveniente.

En las máquinas de polea de garras, que llevan un cable sin fin, y que pasan sobre una polea de retorno, viene á ser necesario emplear un mecanismo particular para asegurar la tensión regular del cable, cualquiera que sea la distancia entre la máquina de vapor y el ancla, y cualquiera que sea la temperatura del cable mismo. Este mecanismo debe dar el medio de prolongar ó de acortar el cable á voluntad, arrollando ó desarrollando sus extremidades sobre tornos especiales. Estos tornos de arrollamiento están fijos sobre los bastidores del arado de báscula. Durante largo tiempo se les manejaba á mano, pero esta maniobra exigía cierta fuerza, y no podía tener lugar sino en el momento de la detención de la máquina, cuando el cable no estaba tendido, de suerte que la tensión era rara vez la conveniente.

Fowler ha hecho automático el juego de los tambores de arrollamiento del cable por un mecanismo sumamente ingenioso, indicado en la figura 38. El dibujo supone que el arado va á avanzar de derecha á izquierda, que el cable *M* ejerce el esfuerzo de tracción y que *N* es la extremidad de retorno. El trabajador está sentado, por consiguiente, sobre la silla *K*; su peso, obrando por un cambio de movimiento, comprime el resorte *J* y desembraga el tambor *A*. Al contrario, estando suelto el resorte *H*, el engranaje *C* embraga con el tambor *B*, que se halla unido al tambor *A* por la cadena que reúne *C* y *R*. Los tambores *A* y *B* sirven para arrollar cierta longitud de las extremidades del cable de alambre de acero; sus ejes están montados en medio del bastidor del arado de báscula. Cuando se ejerce un esfuerzo sobre el cable *M*, el tambor *A* tiende á girar de izquierda á derecha, desarrollan-

do el cable, é imprimir al tambor *B*, por la cadena sin fin que va de *R* á *C*, un movimiento cinco veces más rápido que el suyo, es decir, á arrollar una longitud de la extremidad *N* del cable de retorno, igual á cinco veces próximamente la de la extremidad *M* que se ha desarrollado. La longitud total del cable sin fin de alambre de acero se halla así disminuída en cuatro veces la longitud desarrollada de *A*, ó sea en dos veces esta longitud para cada lado. Los tambores *A* y *B* están en equilibrio, y cesan de girar cuando las tensiones del cable de tiro *M* y del de retorno *N* están en la relacion de los diámetros de los engranajes *C* y *R*. El arado es movido por la diferencia de estos dos esfuerzos. Si la distancia de la máquina y del ancla llega á aumentar, el equilibrio precedente se rompe, la traccion de *N* viene á preponderar: el tambor *B* desarrolla entónces cable. El tambor *A*, arrastrado por la cadena *CR*, lo arrolla, pero este arrollamiento, siendo cinco veces ménos rápido que el desarrollo mismo, la longitud libre del cable se halla aumentada.

Este movimiento diferencial continúa, hasta que la relacion de las tensiones de los dos lados de cable haya llegado á tomar su valor normal.

Cuando el arado trabaja en una direccion opuesta á la que acabamos de considerar, es decir, de izquierda á derecha, el trabajador se levanta de la silla ó asiento *K*, y se coloca sobre el de la izquierda, que el espacio no permite representar sobre la figura. El pequeño tambor *C* se halla unido por el esfuerzo trasmitido por la varilla *E*, fija al asiento de la izquierda, mientras que el resorte *J*, viniendo á detenerse unido al torno *A*, con el engranaje unido á *S* por una cadena sin fin parecida á la que une *C* y *R*.

La extremidad *N* del cable viene á ser el lado de traccion y la extremidad *M* el de retorno. El arreglo de la longitud del cable se hace de una manera absolutamente semejante á la que se ha indicado en primer lugar.

La tension del lado de retorno, que no constituye una pérdida de trabajo, porque ayuda al movimiento de la polea de garras, tiene la gran ventaja de impedir, en muchos casos, toque en tierra esta parte del cable, por tanto un frotamiento y un desgaste considerable, ó el empleo de poleas locas, causa de embarazos y de gastos accesorios de mano de obra.

Cuando el arado llega cerca del ancla, el trabajador eleva una bandera para advertir al maquinista que detenga la máquina. Baja de su asiento, y despues, ayudado por el obrero que maniobra el ancla, hace bascular el arado, y limpia si hay necesidad las rejas que acaban de trabajar. Sube entónces al asiento opuesto á aquel que acaba de dejar, agita de nuevo la bandera para que el maquinista ponga la máquina en marcha, y comienza un nuevo viaje.

Se disminuye el número de cuerpos de arado fijos al bastidor para labores profundas y en tierra resistente: se les emplea á todos, al contrario, para labores poco profundas ó en tierra ligera. El ancho trabajado en cada viaje es igual á tantos surcos como cuerpos de arado hay obrando, y se puede evidentemente aumentar los cuerpos de arado y reemplazarles sobre el mismo bastidor por dientes de escarificador, ó de estirpadores, segun el trabajo que hay que ejecutar. El sistema de los bastidores de báscula de Fowler, con sus medios de regulacion, de direccion, y sus tensores automotores para los aparatos de traccion del cable sin fin y polea de retorno, se presta con la mayor facilidad á todas las necesidades de la práctica: de todos modos, produce siempre un trabajo verdaderamente perfecto.

**CULTIVADOR.** En los aparatos de dos máquinas, Fowler reemplaza muchas veces el arado de báscula por un cultivador muy potente que remueve y divide el suelo, á una gran profundidad, si hay necesidad, y con gran energía. Este aparato se compone de un fuerte bas-

tidor de hierro de ángulo, al que están fijos los brazos del cultivador, á cuya extremidad se fijan las rejas del escarificador ó dientes del extirpador, segun la necesidad.

Estos brazos pueden fijarse más ó ménos altos, de manera que penetren más ó ménos profundamente en el suelo. Para hacer las rejas del suelo, se hace variar la posicion del eje acodado de las ruedas grandes por medio de una palanca.

La inversion del sentido de la marcha de esta máquina se produce de una manera muy sencilla, y por decirlo así, sin pérdida de tiempo. Cuando el cultivador, marchando en un sentido, se aproxima á la máquina motriz, el conductor, sentado sobre su asiento obra sobre una rueda del timon para hacer inclinar el juego delantero hácia la derecha, de manera que se prepare la vuelta del aparato, y se hallare en parte vuelto cuando llega todo cerca de la máquina y el maquinista suspende su accion. En este momento, el segundo maquinista, puesto sobre la otra linde del campo, advertido por la detencion del desarrollo del cable y prevenido además por una señal convenida, silba con el pito de vapor, pone su máquina en marcha con precaucion, el cable se tiende y termina el retorno del cultivador. El conductor vuelve á dirigir el juego delantero, el cable se pone por sí mismo en la direccion del eje, como lo estaba ántes y el aparato puede tomar su velocidad normal.

**GRADAS Y RODILLOS DE VAPOR.** Para hacer con ayuda de sus máquinas motrices, los trabajos de rastrillar, Fowler ha adoptado disposiciones muy sencillas, que tenemos aún que hacer conocer.

Las gradas y los rodillos se atan á dos grandes balancines, llevados por un carrito largo y estrecho, de cuatro ruedas. Cada par de ruedas puede inclinarse sobre la direccion del eje por la accion de las ruedas del timon, que mueven una rosca sin fin que obra sobre un segmento dentado. La otra rueda se inclina en la misma cantidad por la accion de una biela. El conductor, sentado sobre su asiento, tan pronto de un lado como del otro, de manera que pueda mirar en el sentido del movimiento, conduce el carrito, y por consiguiente los instrumentos que remolca en la direccion que se quiere. Las cadenas de tiro están fijas en corchetes.

El cambio de direccion de los aparatos Fowler con las dos máquinas motrices no exige sino 15 á 30 segundos. Las pérdidas de tiempo con este sistema, no pasan del 5 á 8 por 100 de la duracion total del trabajo diario.

Para ciertos trabajos de desmontes muy difíciles, Fowler construye arados de forma particular y excepcional. Basta mencionar aquí estos instrumentos especiales, cuya descripcion nos llevaria demasiado léjos.

Los demas fabricantes de aparatos de labranza de vapor han imaginado otras máquinas más ó ménos ingeniosas para el trabajo del suelo.

Pero los diversos sistemas imaginados por Fowler y que acabamos de describir, han servido de tipos á todas las disposiciones verdaderamente usuales, y conservan hasta hoy sobre los aparatos rivales, una superioridad marcada. Estos instrumentos, pueden, por otra parte, ser aplicados á todos los sistemas de traccion mecánica, y creémos inútil detenernos á describir los otros instrumentos propuestos para el trabajo de la tierra por vapor, pues que nos parecen inferiores á los que acabamos de hacer conocer.

**SOPORTES DEL CABLE.** El frotamiento del cable sobre el suelo, sobre todo de un suelo síliceo, determina un desgaste rápido, que interesa mucho evitar. Por otra parte, este frotamiento absorbe en pura pérdida una cantidad considerable de trabajo. La traccion de un