

CAPITULO III

Del torno, de la polea y sus especies, y del equilibrio y trabajo de las fuerzas aplicadas á dichas máquinas.

I. Equilibrio y trabajo de las fuerzas aplicadas al torno.

164. DEFINICION. — El torno ó cábria es una máquina que solo tiene libertad de moverse ó dar vueltas sobre un eje fijo. Compónese de un cilindro AB (fig. 50) de hierro colado y mas comunmente de madera, cuyas dos extremidades terminan en dos *muñones* que descansan sobre dos coginetes fijos y cilíndricos que sostienen dos puntos invariables DE . El cilindro así apoyado puede dar vueltas en derredor de su eje. Una cuerda sujeta y arrollada á la circunferencia del cilindro por un extremo, y por el otro ligada al cuerpo P que se trata de levantar, forma una parte del mecanismo. En seguida, para proceder á la operacion se da vueltas al cilindro con el auxilio de las dos barras C , introducidas por las aberturas practicadas al efecto en uno de sus extremos. A medida, pues,

que la cuerda se enrosca, sube el cuerpo que se desea levantar.

Para poder apreciar la relacion existente entre la fuerza y el peso del cuerpo levantado, poco im-

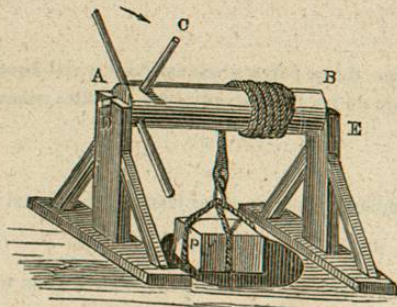


Fig. 50.

porta que las barras que ponen en movimiento la máquina se hallen colocadas en tal ó cual punto del cilindro; siempre que tengan la misma longitud, y que la fuerza ejerza su acción sobre el mismo punto, y perpendicularmente á su longitud, dicha fuerza conservará constantemente la misma intensidad.

Ahora bien, para simplificar en cuanto nos sea posible esta cuestion, supondremos que las barras que aplican la fuerza y la cuerda que suspende y levanta el peso están situados en el mismo plano perpendicular al eje de la máquina, y veremos que las fuerzas motoras y resistentes FP (fig. 51) se

encuentran en las mismas condiciones que si estuvieran aplicadas á los extremos de la palanca ó barra curva MON , pues, como se colige, para que se hagan equilibrio deben hallarse en razon inversa del radio OM del torno y de la longitud ON de la barra. Por consiguiente, y dando por supuesto que ON es igual á siete veces OM , la fuerza F será ó deberá ser siete veces mas pequeña que el cuerpo P que trata de elevarse.

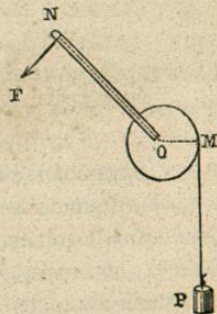


Fig. 51.

Finalmente, sépase que cuando el eje de las precedentes máquinas 50 y 51 tienen el eje horizontal, entonces se emplean generalmente para subir pesos, y se llama *torno*. Mas cuando su eje es vertical, entonces se usan en los puertos de mar para ejercer grandes esfuerzos en direccion horizontal ó casi horizontal que toma el nombre de *cabestante*. Sin

embargo, las condiciones del equilibrio y del movimiento son idénticas en ambos, aunque por nuestra parte damos al torno figura 50 la ventaja en cuanto al equilibrio sobre el cabestante.

Nota. — Las ruedas *dentadas* y de *clavijas* ó de *escalera* pueden figurar así mismo en este capítulo, porque realmente, en nuestro concepto, son verdaderos tornos con sola la diferencia del punto de aplicacion de la fuerza motriz, como todas las máquinas de esta especie.

II. Ruedas dentadas ó de encaje; rueda de clavijas y correa sin fin.

165. EXPLICACION Y DEFINICION DE LAS RUEDAS DENTADAS. — Las ruedas dentadas se emplean para transmitir el movimiento de rotacion de un cilindro á otro; al efecto, es necesario que estén aproximadas suficientemente, pues no es necesario que se hallen en línea paralela. Así, para transmitir el movimiento de un cilindro á otro basta con adaptarles dos tambores cuyos extremos se toquen, cuidando que no se opriman de tal naturaleza que se impidan recíprocamente la marcha, pero dejándoles siempre el roce necesario para que puedan moverse el uno por el otro. Sin embargo, este movimiento seria ineficaz, tratando de servirse de esta composicion de fuerzas para obrar sobre cuerpos que ofrezcan grande resis-

cia. Por esta razon, y con el fin de obviar tamaño inconveniente, y que un tambor no pueda dar vueltas sin arrastrar el otro, como sucede en el primer caso, se ha ideado el hacer en sus circunferencias varias concavidades ó especie de dientes dispuestos de manera que las de un tambor encajen en el otro. Hé ahí en definitiva lo que se llama *rueda dentada*.

Dichas ruedas deben estar paralelas para que pueda verificarse el encaje de una en otra, en términos que el diente de la una y la concavidad de la otra donde deben enlazarse tienen que ocupar el mismo espacio de la circunferencia, y que el número de concavidades y dientes guarden entre sí la misma relacion que las longitudes y radios de dicha circunferencia. La rueda pequeña relativamente á la que debe encajarse, se le ha dado el nombre de piñon. Respecto de la accion de las fuerzas, las ruedas dentadas ejercen una accion semejante á la de las que en vez de dientes reciben el contacto de una correa sin fin de que trataremos luego.

167. FUNCION Y EFECTO DE ESTA MÁQUINA. — Imaginemos que la fuerza *A* se aplica á la barra *B* para hacer dar vueltas al torno *C* con el auxilio de las ruedas dentadas *DE* (fig. 52), y al punto notaremos como se eleva el cuerpo *F*. Los dientes del piñon *D* hacen una presion *p* sobre la rueda *E* suficiente para que el cuerpo *F* quede equilibrado.

Mas la rueda *E* á la vez ejercerá su accion sobre los primeros dientes de tal suerte que les hará sufrir una presion igual y contraria *P'*. Empero, la fuerza *A* triunfa inmediatamente de esta segunda presion.

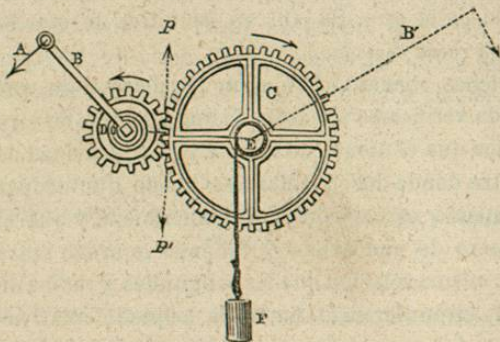


Fig. 52.

Mas, debe notarse que si el radio de la rueda *D* es la cuarta parte de la barra *B* que imprime la accion de las fuerzas, en este caso la presion *P'* será cuatro veces mayor que *A*. Empero, á su vez la fuerza *P* será asimismo cuatro veces mayor que *A*, y por consiguiente, para vencer la resistencia del cuerpo *F*, aquella fuerza podrá substituirse por otra idéntica en un todo á la de *A*, obrando sobre la barra *B'*, cuya longitud sea cuatro veces mas grande que el radio de la rueda *E*.

Así, elevando el cuerpo *F* por la accion de la fuer-

za *A* aplicado á la barra *B*, dicha fuerza debe tener la misma magnitud é importancia que si se la hubiera aplicado á *B'*, barra fijada directamente al torno *C*. Las longitudes de ambas barras están en perfecta

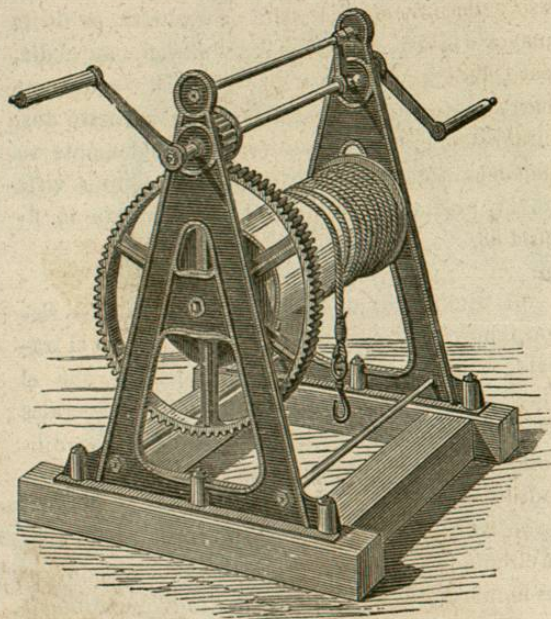


Fig. 53.

relacion con los radios de las dos ruedas, y por lo tanto con la suma de dientes de cada una.

Finalmente, si la rueda *E* cuenta cinco, siete ó

mas dientes que el piñon, la fuerza *A* levantará un cuerpo cinco, siete y mas veces grande del que elevará suponiendo la barra *B* fija directamente al torno.

El torno á encaje, ó de ruedas dentadas, cuyo uso y mecanismo acabamos de explicar, es de la mayor utilidad á la industria humana : en el dia, para aumentar las fuerzas vivas, en vez de una barra que tenian en su origen, se les ha puesto dos, circunstancia que aumenta considerablemente su potencia, segun podrá calcularse á la simple vista de la preciosa máquina que representa la figura 53.

167. RUEDA CON CLAVIJAS O ESCALERADA. — Nadie ignora cuan difícil era en otro tiempo el trabajo minero y las grandes dificultades que el obrero tenia que vencer para extraer los minerales y escombros de las minas. Pues bien, estas dificultades, que consumian muchos brazos y tiempo inútilmente, se han vencido con el auxilio del torno, armado de una rueda con clavijas en toda su circunferencia, en forma de escalera, á fin de que los hombres que la comunican el movimiento puedan pasar de un escalon á otro á medida que la rueda da vueltas en derredor de su eje, como lo demuestra la figura 54. Entiéndase aquí, que hablamos de las minas que comunican por medio de pozos verticales con el exterior.

Empero, no dejaríamos satisfecha la curiosidad

ó el deseo de aprender que tendrán nuestros lectores si, por no aumentar las páginas de este

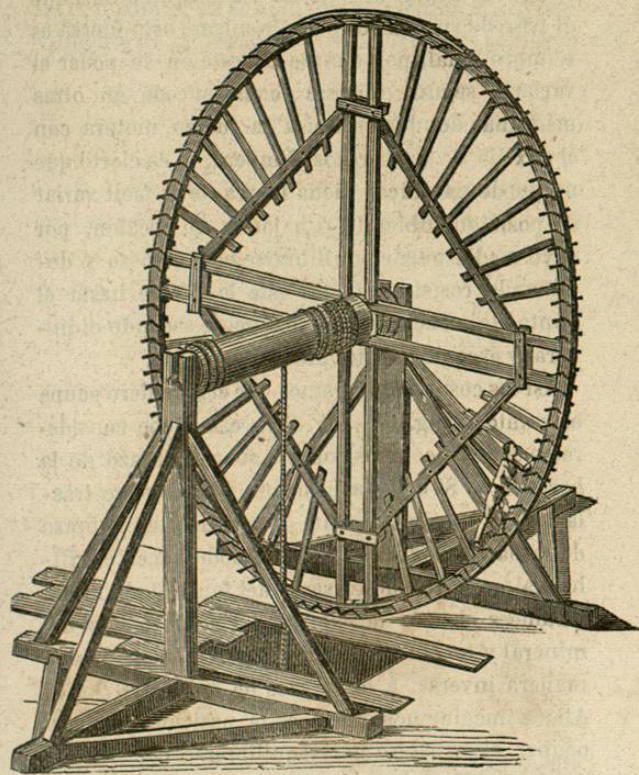


Fig. 54.

MANUAL, no explicásemos el uso y efectos de esta máquina, y con este objeto bueno es que entremos

en los pormenores de su accion y manera de funcionar.

Aquí el hombre no presta á la máquina mas que el peso de su cuerpo, y por lo mismo esta fuerza es siempre igual, por cuanto no está en su poder el variarla segun quisiera, como sucede en otras máquinas donde comunica la fuerza motora con el auxilio de sus brazos. Empero, si es cierto que no puede modificar dicha fuerza, le es fácil variar de posicion subiendo ó bajando un escalon, por cuyo medio puede equilibrarse con el peso y dominar la resistencia que este le ofrece hasta el punto de vencerla completamente sacando el mineral y escombros que produce la mina.

Así las cosas, supongamos que el jornalero ocupa el punto *A* (fig. 33), en cuyo caso debe considerarse su peso como si obrara sobre el brazo de la barra *CB*. Si de esta posicion el hombre se traslada á *E* necesariamente debe aumentar el brazo de la barra, logrando de este modo hacer equilibrio al peso que desea sacar del fondo de la mina. Entonces el peso del cuerpo del hombre y el del mineral y escombros serán proporcionales, de una manera inversa, á los brazos de la barra *CB* *CD*. Ahora imaginemos que *A* es la posicion que debe ocupar el jornalero para equilibrarse con el mineral; pero si de *A* sube á *E*, aumentará la longitud de la barra de la distancia que media de *A* á *E*; y como el peso de su cuerpo permanece siempre inalterable, resulta que aumenta su accion lo bas-

tante para mantener con una parte el equilibrio precedente y determinar con la otra el movimiento de la máquina en el sentido de la flecha *F*. El movimiento de la rueda vuelve al operario al punto

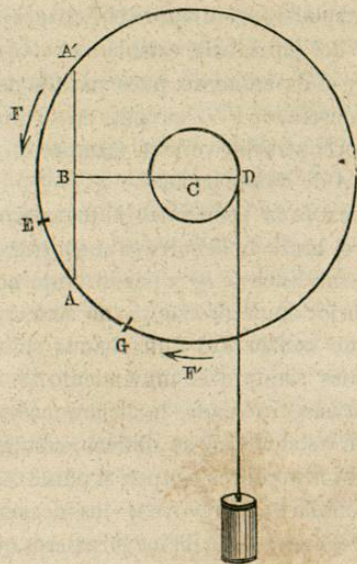


Fig. 33.

A de donde acababa de salir, pero inmediatamente vuelve á subir el otro escalon para volverse á encontrar en *E*, cuyo ejercicio continúa hasta que logra su objeto.

Mas si de *A* el jornalero bajase á *G*, entonces su

peso no podría mantener el equilibrio del mineral que se propone extraer, y la máquina se pondría á dar vueltas con el movimiento contrario que indica la flecha F' en razon de que este descenso de A á G disminuía el brazo de la barra tanto como lo aumentaba antes pasando de A á E .

De lo expuesto resulta que el punto A señala la posicion del equilibrio estable entre el peso del hombre y el del mineral; pues ya suba de A á E , ó que de A descienda á G , la rueda, en su movimiento natural ó contrario, volverá siempre el jornalero al punto A de donde parte.

Si en vez de la posicion A el jornalero ocupara la de A' , el brazo de la barra se encontrará tambien en la misma línea CB , y por lo tanto conservará el equilibrio; empero, este ya no será estable, carácter que conservará aun cuando suba ó baje de A' , pues siempre el movimiento de la rueda, bajo la presion indicada, lo alejará mas y mas del equilibrio estable que se obtiene siempre que el hombre ó los hombres ocupen el punto A .

Debe cuidarse, para evitar las desgracias que ocasiona la ignorancia de los jornaleros que manejan este torno, de que el equilibrio se conserve en el estado de estabilidad indispensable para que el mineral no les arrastre y precipite al abismo. Así, deberá colocarse la posicion A mucho mas bajo del eje de la rueda con el doble objeto de precaver los accidentes y de sacar todas las ventajas que ofrece esta máquina.

168. CORREA ILIMITADA Ó SIN FIN. — Esta correa se usa en los talleres compuestos de diversas máquinas destinadas á diferentes trabajos, y que para economizar tiempo y brazos se ponen en movimiento por la accion de una sola máquina motora, ya sea esta hidráulica ó de vapor. Dicha máquina motor hace dar vueltas á las varias ruedas ó cilindros colocados en fila per toda la extension de la fábrica, guardando cierta distancia unas de otras á fin de que las correas que deben transmitir el movimiento de rotacion de un árbol á otro paralelo entre sí, puedan abrazar el tambor fijo en cada uno de los expresados árboles. Su combinacion es tan ventajosa, que causa maravilla el ver como una sola máquina pone en movimiento á otras numerosas simples y compuestas, como lo son las inventadas para trabajar en los metales, serrar las maderas, mármoles, y preparar é hilar la seda y el algodón, etc. Así, representáremosla por medio de la figura 36, que dará una idea del orden y manera como funcionan un batallon de máquinas, formado en batalla en salones sumamente extensos, como se ven muchos en Inglaterra y Francia.

Pues bien, la correa arrastrada por el movimiento de rotacion del árbol BC pone en movimiento la rueda que vemos en la parte inferior; para dejarla en reposo solo basta dirigir hácia el lado izquierdo el extremo D del resorte DF que, terminado en dos dientes, puede moverse en der-

redor del árbol de dicha rueda. Estos dientes ú orquilla, por donde pasa la correa, se dirigen entonces hácia la derecha, y la correa llevada por

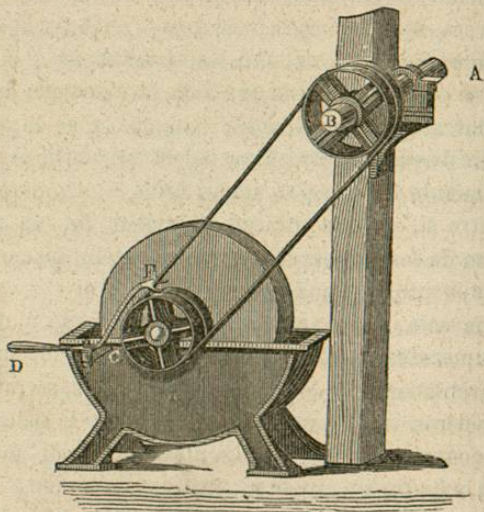


Fig. 56.

dicha horquilla pasa y se enrosca en otra rueda ó tambor colocados al costado de la máquina donde operaba antes. Este segundo tambor, llamado *polea loca*, no está fijo al eje que lo traspasa, y en su virtud puede moverse con toda libertad sobre este árbol, visto que la presión de la correa le hace dar vueltas sin que dicho árbol participe de su movimiento.

Para poner otra vez en movimiento la rueda, no hay mas que volver á dirigir la horquilla hácia la derecha, y la correa, entrando inmediatamente entre sus dientes, como estaba antes, la hará funcionar todo el tiempo que se quiera.

III. Equilibrio y trabajo de las fuerzas aplicadas á una polea fija ó móvil.

DEFINICION. — *Polea* es un cilindro circular de pequeña altura, sobre cuya superficie convexa se ha practicado cierta especie de canal para recibir una cuerda. Muévase en derredor de un eje que pasa por el centro de sus bases. Una chapa abraza y suporta las extremidades del eje.

La polea es fija cuando el eje está fijo, y entonces solo puede moverse al rededor de su eje; y es *móvil* cuando lo es el eje: en este caso cambia de lugar en el espacio á medida que da vueltas.

170. La figura 57 representa una polea fija. La cuerda que pasa por la polea suspende un cuerpo á uno de sus extremos, y la otra la empuña la mano de un hombre que debe mantener el peso en equilibrio, ó se fija á una máquina para que la aplique la fuerza de tracción necesaria. Ambas fuerzas ejercen su acción siguiendo las dos partes rectilíneas de la cuerda, y se encuentran bajo las mismas condiciones que si obrasen á los extremos

de una palanca curva, formada de los radios que unen el centro de la polea á los puntos de contacto

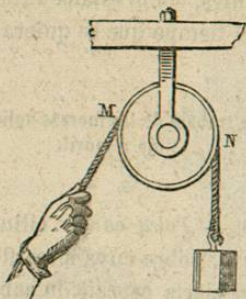


Fig. 57.

M y *N* de la cuerda con la circunferencia. Así, es necesario para que la fuerza de tracción sea igual al peso del cuerpo que mantiene en equilibrio, que los dos brazos de esta especie de palanca sean iguales.

De aquí se deduce, pues, que para que una polea fija esté en equilibrio ó dé vueltas con movimiento uniforme, es necesario y basta de que la potencia sea igual á la resistencia.

La potencia no tiene ventaja alguna en esta máquina, y por esta razón no puede servir sino para cambiar la dirección de la fuerza. En su virtud, nadie se extrañará de que la denominen *polea de vuelta ó de retorno*.

171. EQUILIBRIO DE LAS FUERZAS DE LA POLEA MÓVIL. — Las poleas móviles, representadas por las figuras 58 y 59, están sostenidas y abrazadas por una cuerda de la cual el extremo *F* está fijo y el otro solicitado por la potencia (muchas veces con el auxilio de una polea fija). La chapa lleva unido un gancho para suspender el cuerpo.

Tan luego como se establece el equilibrio, las dos partes de la cuerda que se separan de la polea por ambos lados deben poseer la misma tensión, y la resultante de dichas tensiones, por consiguiente, deberá ser igual al peso del cuerpo que suporta la polea. En el caso representado por la figura 58, la fuerza de tracción será, pues, la mitad de dicho peso. Mas en el de la figura 59 se prolongarán ambas partes de la cuerda hasta su encuentro en *D*: se conducirá por dicho punto una vertical sobre la cual se tomará la longitud *DA* que representa el peso sostenido por la polea. Luego se conducirá *AB*, *AC* paralelas á ambas partes de la cuerda, y las líneas obtenidas *DB*, *DC* figurando las tensiones de la cuerda, la fuerza de tracción será igual á una de ellas. Así, siendo iguales las tensiones de las cuerdas, las líneas *DB*, *DC* deberán tener la misma longitud, y por lo tanto, ambas partes de la cuerda se inclinarán igualmente, ó deberán estar idénticamente inclinadas á la vertical *DA*.

IV. De las poleas ó garruchas polipastas.

172. DEFINICION. — Una polea ó garrucha polipasta es un sistema de dos ó mas chapas, la una fija y la otra móvil, que contienen cada una varias poleas reunidas, ya sea sobre ejes particulares, ó sobre un mismo eje. Una misma cuerda, atada por un extremo á una de las chapas, se enrosca en diversas poleas pasando alternativamente de la chapa móvil á la chapa fija y de esta á aquella hasta que al fin sale por la polea opuesta, pero de chapa paralela, á la en que se fijó la cuerda. Así dispuesto, se aplica una potencia á esta extremidad libre de la cuerda, con el fin de poner en equilibrio el cuerpo que se engancha en las garruchas inferiores (fig. 60).

Examinando detenidamente la cuerda en todos sus contornos ó longitudes, se observará que los cordones ó cuerdas que van de una chapa á otra son paralelos, y tienen el mismo grado de tirantez; de manera que si las seis partes de la cuerda sostienen el peso que se trata de levantar, la tirantez de cada una de ellas será equivalente á la sexta parte del peso del cuerpo suspendido.

La potencia aplicada al extremo libre de la cuerda, que determina esta tirantez, será por consiguiente seis veces mas pequeña que el peso con el cual se equilibra. Y la razon es porque en

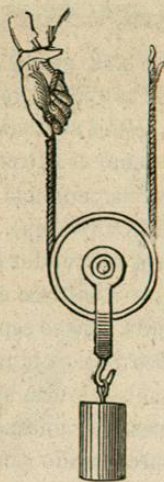


Fig. 58.

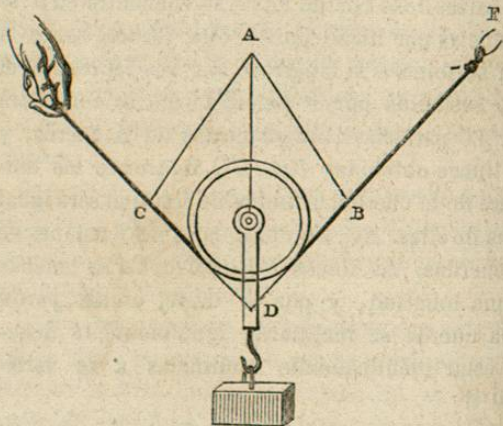


Fig. 59.

una garrucha polipasta en equilibrio, la potencia es á la resistencia como la unidad al guarismo de las que van de una polea ó chapa á otra.

173. TRABAJO DE LAS FUERZAS EN ESTA MÁQUINA. — Luego que en el movimiento dado á una polea polipasta, estando en equilibrio, la chapa móvil ha recorrido una longitud dada, todas las cuerdas que pasan de una chapa á otra se acortan ó prolongan á la vez de la misma cantidad. Por consecuencia, los trabajos respectivos de la potencia y de la resistencia son iguales en razon del equilibrio.

174. OBSERVACION. — Lo que se ha dicho de la palanca puede decirse tambien de la polea ó garrucha polipasta. Y efectivamente, nadie nos tachará de exageracion cuando se reflexione que con una fuerza dada se puede poner en equilibrio con el cuerpo mas voluminoso y pesado que pueda imaginarse. Con este fin solo se necesita aumentar el número y potencia de las poleas y cuerdas, pues, como se deja expuesto, para vencer la resistencia es forzoso dividirla por el número total de las cuerdas ó poleas que se empleen con este objeto.



Fig. 60.