

el fuelle o el ventilador, ajustando la magnitud del soplo de aire para hacer que las flamas de la madera pasen entre los pedruzcos de carbón y la enciendan. Se coloca más carbón de madera y se ajusta el fuego tal como se desee. Debe mantenerse la alimentación de aire forzado para aumentar el calor en el momento en que el hierro es colocado al fuego.

Cuando se trabaja con carbón, se pone una cantidad razonable en el fogón, dejando un hueco en el lugar por donde entra el soplo de aire para colocar ahí las astillas de madera y los trozos de madera resinosas. Con ciertos tipos de carbón, es conveniente humedecerlo bien con una regadera, pues ello le ayuda a agruparse en una masa y se convierte en coque con mayor facilidad. Un herrero puede referirse al carbón no quemado como "carbón verde" o carbón virgen.

Se prende la madera y se pone en marcha el soplador. Se empuja el carbón hacia el fuego para que comience a quemarse. Con un fuego nuevo se presentará algo de humo. Hay que ayudar al carbón a producir flamas regulando la alimentación del aire; en esta forma consumirá gran parte del humo. Se empuja más carbón con el rastri-  
llo, acercándolo al fuego. Hay que humedecer el carbón que rodea el fuego. El coque se comenzará a formar cerca del centro del fuego. Se puede comprobar si ya hay coque por medio del alizador. Debe estarse formando en grupos cerca del centro del fuego. Cuando la madera ya esté quemada, se deberá tener un fuego de coque prendido y otra cantidad de carbón humedecido alrededor del fuego, listo para alimentarlo. El carbón humedecido impide que el fuego se extienda más de lo necesario. Para la mayor parte de los trabajos de herrería con hierro o con acero, de tamaño moderado, la expansión total del fuego no debe pasar de unos 15 centímetros de diámetro.

Mientras el fuego está quemando el carbón, y antes de que se forme mucho coque, debe mantenerse constante la corriente de aire, aunque sea a baja velocidad, pues en caso contrario se corre el riesgo de un retrocedido que podría dañar el fuelle, o provocar un estallido desconcertante y explosivo en el ventilador. Cuando el fuego se esté alimentando básicamente con coque, ya no perjudica que se detenga la alimentación de aire.

Cuando el coque ya se ha formado, el fuego debe quemarse con muy poco o nada de humo. En un fuego bien atendido, el coque que se está quemando está rodeado por carbón humedecido, que se va

convirtiendo en coque al irse consumiendo el de la parte interior. Es probable que se tenga que acercar el carbón con el alizador, y probablemente se presente un poco de humo. Un herrero experimentado mantiene vivo el fuego con un mínimo de humo. Si se trabaja con coque el problema del humo no se presenta, pero el fuego tiene que ser atendido en una misma forma.

Desafortunadamente hay ciertos productos indeseables de la combustión, si se trata de conservar un fuego "limpio", como debe ser, especialmente durante el procedimiento de soldar y otros más. En el carbón existen algunas impurezas. Algunas pueden provenir del acero y otras pueden ser materias indeseables que provienen del fuego. Cuando se apaga un fuego debe conservarse el coque del centro para usarse al iniciar de nuevo el fuego. Esto permite iniciar de nuevo el fuego con un mínimo de humo y no tener que comenzarlo convirtiéndolo el carbón vegetal a coque.

Además de formarse el coque, se formará también cierta cantidad de cenizas, que son el residuo de lo quemado, no utilizables. Con un recogedor de cenizas debajo de la tubera inferior de una forja de aire soplado, puede ser posible hacerla vibrar o abrirla para permitir que las cenizas caigan al recolector, pero hasta en esos casos, y también con las tobernas posteriores, puede ser necesario rastrear las cenizas y extraerlas con la pala. Al mismo tiempo que las cenizas, se pueden encontrar también algunas escorias, que son duras y vidriosas y que se forman con el azufre y otras impurezas. En un fuego prendido, las escorias se observarán como puntos negros muertos regados por la extensión del fuego prendido. Las escorias son pesadas y caen al fondo del fuego, pero en algunos casos serios llegan a formar grandes masas irregulares muy duras, que tienen que ser extraídas con un alizador o con tenazas. Las escorias perjudican un fuego que se trata de emplear para trabajos de soldadura. Siempre deben extraerse cuando se apaga un fuego, pero deben localizarse y extraerse del fuego cuando se trata de un largo período de trabajo. Las escorias calientes se pegarán a la superficie del hierro o acero calientes, y pueden afectar su apariencia final o impedir el trabajo de soldadura.

El fuego conveniente para la mayor parte de las operaciones de calentamiento, es un *fuego reducidor*. Se trata de una cana compacta de coque rodeada por carbón que está bien acomodado alrededor. En esta forma el calor es reflejado hacia adentro y consume todo el oxí-

geno. Al otro extremo se tiene un fuego poco profundo, encajonado y algo abierto con su centro ahuecado, con exceso de oxígeno y que puede llamarse un *fuego oxidante*. En este último tipo de fuego es difícil poder calentar metal en forma pareja y se pueden formar bastantes escorias. El metal así tratado no podría ser soldado. El fuego más común es uno neutral entre estos dos extremos, y resulta satisfactorio para trabajos en general.

El hierro se calienta en el corazón del fuego, no en la parte superior ni demasiado abajo. Debe existir una buena cama de coque encendido debajo del hierro y se le debe poner encima algo más. El hierro no debe estar demasiado cerca de la corriente de aire de la tobera, pues el aire oxida el metal. Debe mantenerse una corriente constante de aire para conservar el fuego caliente. Algunas experiencias mostrarán la cantidad de tiempo que el metal debe permanecer dentro del fuego para alcanzar el calor deseado. Las varillas delgadas se calentarán con mayor rapidez que las gruesas, y las piezas abusadas tenderán que ser manipuladas para que la parte más delgada no se caliente excesivamente y se "queme" mientras se va calentando la parte más gruesa. Vale la pena experimentar con algunas piezas de metal de desecho para comprobar las características de calentamiento, antes de intentar la forja real en el yunque.

## CORTE

Para tener práctica en los métodos básicos, es conveniente usar varillas redondas de hierro o de acero dulce, de 8 a 13 mm de grosor. Este material es de más fácil manejo en tiras de 45 a 60 cm de largo, y no en tramos más reducidos, que requieren el uso de tenazas. Las piezas pueden ser curvadas al tamaño deseado con una següera, sosteniéndolas en una prensa de banco, aunque los herreros prefieren cortarlas sobre el yunque.

Debe ser posible cortar el metal frío con un tajador frío o un triscador. Si sólo se cuenta con el tajador caliente, mucho más afilado, o con el triscador caliente, debe aplicarse el mismo método con el metal calentado al rojo vivo. Con el tajador montado en el orificio cuadrado del yunque, se sostiene la varilla sobre este aditamento, colocándolo encima en el sitio del corte y aplicándole un golpe agudo con un martillo (Fig. 5-1A). Se voltea la varilla y se hace lo mismo

por el otro lado para tener dos ranuras parejas (Fig. 5-1B). No debe golpearse con tanta fuerza que el corte atravesase la pieza, pues se corre el riesgo de que la cara del martillo haga un corte completo y llegue al tajador dañándolo. Con un poco de práctica, estas dos ranuras pueden lograrse hasta casi encontrarse, y entonces la varilla se puede romper con las manos o encajarse en el orificio para el contrapunción, y doblarse hasta separar las dos partes.

Si se utiliza un triscador, debe trabajarse sobre la mesa (Fig. 5-1C), y no sobre la cara del yunque, donde un corte completo imprevisto, o el deslizamiento de la herramienta, pueden hacer que el filo corte te toque contra la cara de acero templado, dañándolo. Se debe cortar por los dos lados en la misma forma que con el tajador. Normalmente se prefiere usar el tajador, pues el uso del triscador significa tener que recurrir a un asistente para manejar el martillo.

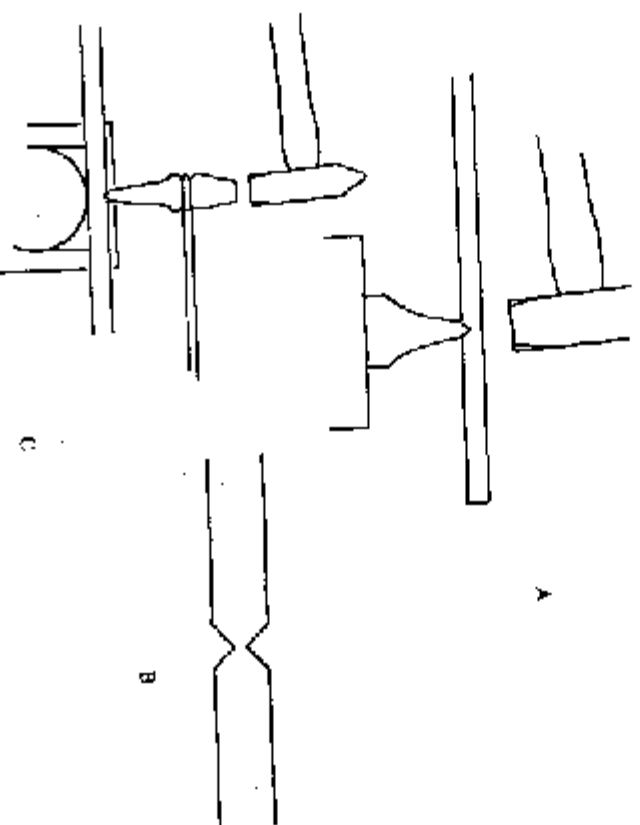


Fig. 5-1 Un tajador corta el metal colocado encima y golpeado con un martillo (A, B). Un triscador corta hacia abajo (C).

## DOBLADO

Gran parte del trabajo que se hace con el martillo consiste en doblar. Esto se hace golpeando en tal forma que el golpe no sea direc-

tamente sobre el acero, aprisionándolo entre el martillo y el yunque, sino que la fuerza del impacto recaiga a un lado del punto de apoyo y, en esa forma, se evite marcarlo debido a la compresión. Si la tira de metal se coloca encima del pico o cuerno del yunque para doblarla, el golpe o impacto debe caer a un lado del cuerno (Fig. 5-2A).

El metal debe ser calentado al rojo vivo, tratando de lograr el mismo grado de calor a todo lo largo de la pieza que se va a doblar. La intensidad de color que debe alcanzarse depende del tipo particular del acero dulce que se está trabajando, pero debe resultar satisfactorio si el metal está tan enrojecido como sea posible, pero sin llegar a estar tan brillante que tienda al matiz dorado. Si está demasiado brillante y está chispeando, significa que se ha calentado demasiado y que su extremo posiblemente esté requemado y medio desintegrado, siendo poco adecuado para un buen trabajo.

Si se desea lograr una curvatura pareja, se debe trabajar en forma progresiva sobre el pico del yunque, golpeando el metal fuera de centro y alterando el punto de impacto moviendo la varilla (Fig. 5-2B). Al tener cierta práctica se podrá utilizar la curva del pico del yunque y pegar en contra de la misma (Fig. 5-2C) para obtener la forma correcta. Debe evitarse dar golpes muy fuertes y presionados contra el yunque, pues tal maniobra aprisionará la varilla y la aplastará. Este martilleo para lograr la curva, puede tener que ser repetido al ir progresando hacia la curvatura deseada. La operación se repite cuando la tira de metal pierde su color rojo. Si se continúa golpeando después de haberse vuelto negra la varilla de acero, no habrá progreso y es posible que se llegue a marcar el metal debido a los golpes más fuertes dirigidos a obtener los resultados deseados.

En ciertas ocasiones se forma una curva utilizando el borde de la cara del yunque (Fig. 5-2D). Muchos herreros desbistan una parte del borde de la cara del yunque, haciéndolo curvado, con el fin de poder efectuar las operaciones de doblado en ese sitio, sin que la parte interior de la tira curvada se marque debido a su apoyo sobre un borde recto. Tal como se hace con el pico del yunque, la tira de metal debe irse moviendo por encima del borde curvo, para lograr una curvatura amplia.

Otra forma de lograr una curva es utilizar un aditamento para volutas u horquilla, que se puede introducir en el orificio cuadrado del yunque, o ser mantenido en su sitio mediante una prensa. La curva-

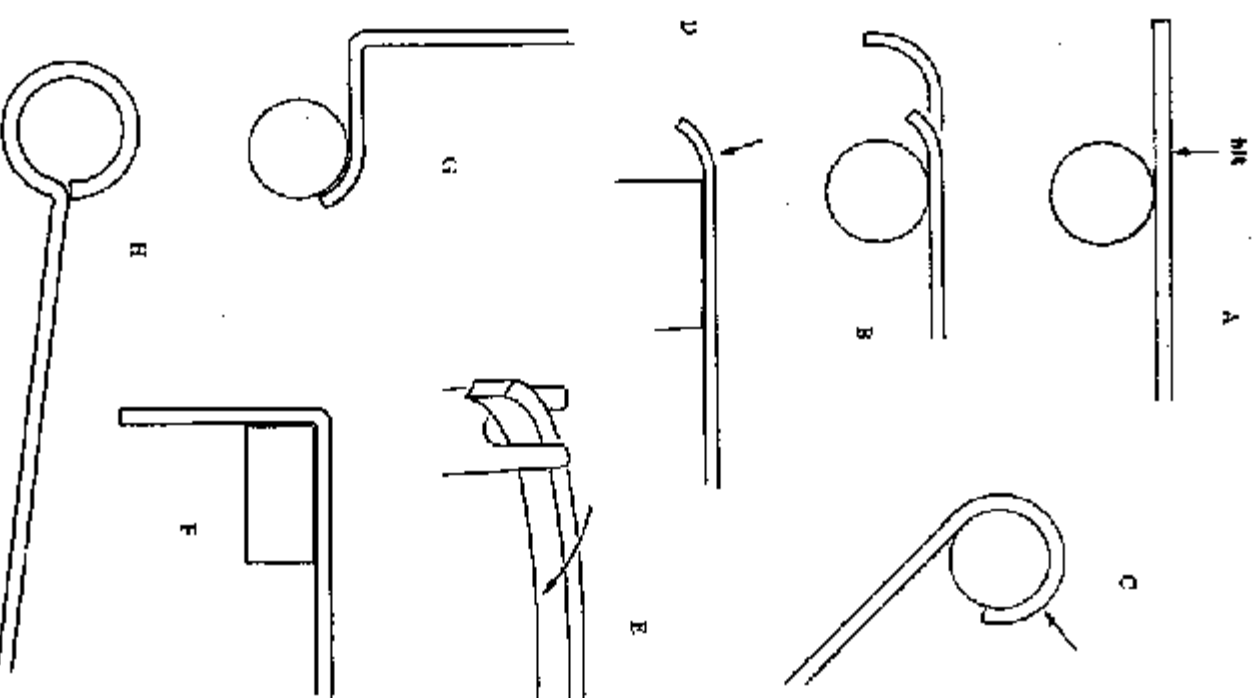


Fig. 5-2

Los dobles se logran a base de golpes (A, B, C, D, F, G, H) aplicados contra un soporte, o tirando de la varilla introducida en las quijadas o puntas (E).

tura se logra haciendo palanca con la tira de metal, poco a poco, a partir de su extremo libre (Fig. 5-2E). Esto es muy apropiado para moldear una varilla plana y producir partes reforzadas y enroscadas. Por lo general, el molde sencillo de una varilla se logra mejor por medio del martillado sobre el yunque.

Una necesidad común es formar un ojo en un extremo de la varilla, que no tiene que ser siempre redondo, sino que puede ser un cabo o manija sencilla redondeada, cuya elaboración ya se explicó. Se decide el tamaño de la manija o maneral por hacerse, y se dobla la varilla a un largo adecuado (Fig. 5-2F). Debe calcularse aproximadamente un largo de unas tres veces el diámetro de la manija deseada.

Se selecciona una parte del pico que sea ligeramente más pequeña que la parte interior de la manija que se trata de elaborar, y se sostiene el extremo al rojo de la varilla sobre esta parte para poderlo curvar progresivamente. Se debe comenzar el trabajo a partir del extremo (Fig. 5-2G), para que este extremo pueda irse moldeando a golpes hasta formar el anillo (Fig. 5-2H). Es poco probable que al primer intento se logre un círculo perfecto, pero un nuevo recalentamiento del metal y algunos golpes ligeros para aplanarlo contra el yunque, forman bien la curva y centranla sobre el pico, deben darle una forma aceptable.

## ESTIRADO

El estirado (Fig. 5-3), o bien reducción, es el procedimiento de moldeado de un extremo de una varilla. Puede ser adelgazada en una dirección, como cuando una varilla cuadrada se moldea a una sección puntiaguda, o en forma de cuña, y también puede moldearse en ambas formas para lograr una punta cuadrada, o moldearse en forma redonda. Este nombre se le da también al acabado de una parte de la varilla. Ya sea en una pieza paralela con un reborde o en su parte superior, que después se forja como voluta u otra forma.

Este estiramiento no sólo hace que el acero sea más delgado, sino más largo. Es imposible compactar el metal a un tamaño menor, por lo cual al reducir la sección en una dirección se hace que se agrande en otra. El estiramiento de la sección transversal se logra haciendo que el metal fluya en la otra dirección. El trabajo con metal caliente tiene que estar dirigido hacia el estiramiento de la varilla.



Fig. 5-3 Estirando una barra contra la cara del yunque. Obsérvese la posición balanceada y la mano que sostiene las tenazas.

Para lograr el estiramiento utilizando el pico del yunque, el metal caliente debe estar encima del pico y ser golpeado directamente sobre el mismo (Fig. 5-4A). La curva del pico obligará al metal a fluir hacia su extremo y al mismo tiempo lo adelgazará. Esto se hace en muchas posiciones a partir del extremo libre (Fig. 5-4B). Se debe dar vuelta a la varilla para hacer lo mismo por la otra cara de la misma. Si se trata de una varilla redonda, debe hacerse por ambos lados a 90° del primer par de golpes. Si se desea lograr un ahuecamiento y no una reducción general, es probable que se tenga que trabajar principalmente cerca del extremo, y golpear con menos fuerza al irse alejando

del mismo. En esta etapa la meta es producir una pieza ahusada. Ni la varilla pierde su forma puede ser enderezada contra la cara del yunque que, recalentándola en caso necesario.

A pesar de que el estiramiento, utilizando el pico del yunque, logra una pieza ahusada con rapidez, cuando se trata de una varilla muy delgada se puede trabajar sobre la cara del yunque. Se golpea con el martillo para espiar el metal a su largo (Fig. 5-4C). Entre golpes y golpe se da vueltas a la varilla para reducirla en ambas direcciones. Aún en el caso de una varilla redonda, es más fácil lograr un buen adelgazamiento al hacerla cuadrada. Cuando tenga que terminar en punta, se hace un ahusamiento cuadrado (Fig. 5-4D) y los golpes finales del martillo se dan contra sus ángulos (Fig. 5-4E), lo cual convierte la pieza en octagonal. Otros martillazos más contra la cara del yunque tendrán como meta eliminar tales ángulos y lograr una punta de recha.

La mayor parte del trabajo de ahusado debe hacerse con el metal al rojo vivo, pero debe tenerse cuidado de que el extremo adelgazado no se caliente demasiado. El trabajo final para enderezar la punta debe efectuarse de preferencia con el metal a un rojo mate. Durante el trabajo sobre el metal se formará una especie de escama, que se desprenderá durante el proceso de martilleo y que debe eliminarse de la superficie del yunque. Con el metal al rojo mate no se formarán estas escamas. La rectificación de la pieza como paso final, se logra más fácilmente con este calor, teniendo cuidado de que no esté tan caliente como cuando se efectúa el estiramiento.

Una alternativa para el trabajo sobre el pico es utilizar el borde de la cara del yunque. La varilla o barra se desliza sobre este borde y se golpea contra el mismo, lo cual produce una serie de ranuras que obligan al metal a correrse hacia el extremo, estirando y adelgazando su forma (Fig. 5-4F). La primera serie de golpes hará que la varilla se curve, pero al darle vuelta y hacer lo mismo por el otro lado, se logrará que se curve con sus correspondientes pequeñas ranuras. Para enderezar la varilla se repite el procedimiento a 90° de la primera serie de golpes, y por el lado contrario. Se pasa enseguida a la parte plana y se enderezan las partes adelgazadas mediante golpes directos. Si se le dan vueltas al ida martillando, se puede decir que se está volteando la cuerda.

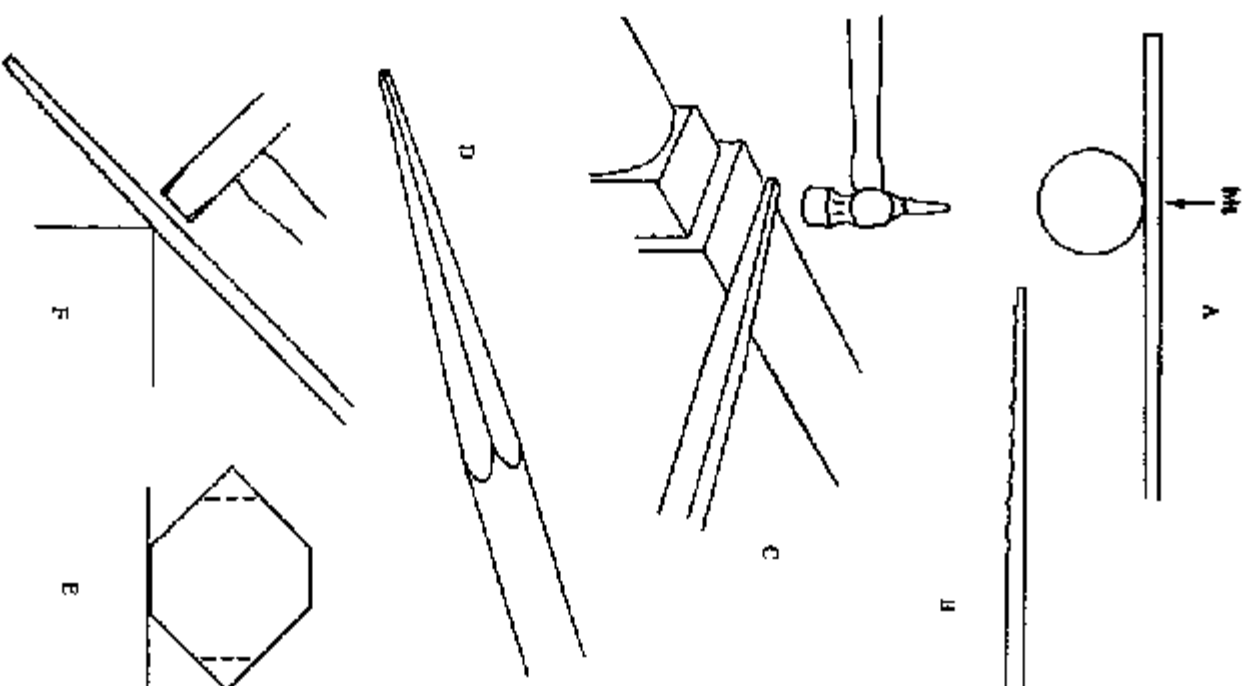


Fig. 5-4

El golpe (A) contra un apoyo comprime el metal (B,C) y se utiliza para estirarlo (D,F,F').

Los abatanadores se utilizan para el estramiento de barras de secciones grandes. El efecto es similar al del pico o del borde del yunque al estrar el metal hacia el extremo y adelgazarlo. Es posible aplicar golpes más fuertes para obtener efectos mayores y más rápidos.

Si el extremo de una barra tiene que reducirse en su grosor sin aumentarla de ancho, se puede golpear con el abatanador superior la superficie exterior del acero caliente sobre el extremo de la reducción (Fig. 5-5A). Se dan nuevos golpes a lo largo de la parte que debe ser reducida (Fig. 5-5B), volteando la barra en forma intermitente para que los martillazos sobre los lados hagan que la barra recobre su ancho. Cuando se trabaja solo, el empleo del abatanador inferior, que se fija en el yunque, puede proporcionar un efecto similar. La barra tendrá que ser vuelta a colocar ocasionalmente sobre la cara del yunque para enderezarla. Pueden utilizarse los abatanadores superior e inferior, especialmente cuando la reducción en el grueso de la barra es de consideración (Fig. 5-5C).

Después del empleo del abatanador para la reducción, ésta puede hacerse más pareja golpeándola contra la cara del yunque, y la herramienta adecuada para obtener un buen acabado es el alisador o aplanador (Fig. 5-5D). Si el extremo de la reducción debe terminarse en curva, se puede utilizar el abatanador diagonalmente (Fig. 5-5E). Si se requiere un ángulo recto se puede utilizar la parte superior de un triscador, golpeando con un martillo. De todos modos, evitar un cambio brusco de sección es un buen principio básico, salvo en el caso de ser indispensable. Cuando se tiene que soportar una carga, la parte de la sección que haya cambiado bruscamente es el punto débil, y así se registrará la posible rotura.

No todos los estramientos son muy largos. Si todo lo que se necesita es una punta obtusa y roma, como en el extremo de un alicata, se la moldea con mayor facilidad con el metal caliente dándole golpes de martillo, al mismo tiempo que se le hace dar vueltas, contra la parte más lejana del yunque, siendo el otro extremo de la varilla sostenido con la mano o unas tenazas, ligeramente levantado. La parte superior y la inferior de la sección adelgazada centran la punta.

## ACORTADO

Hacer que una pieza de acero sea más corta y más gruesa, es lo contrario de estrarla. Esta operación generalmente se efectúa como

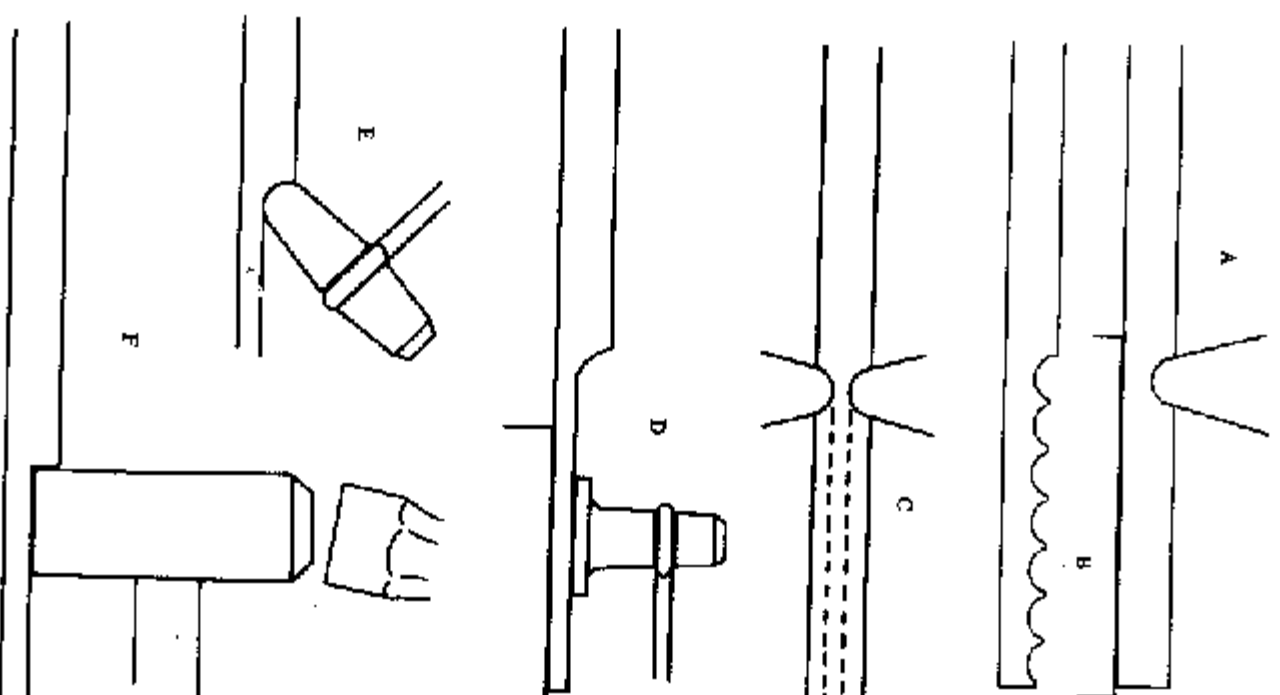


Fig. 5-5 Los abatanadores estran (A, B, C) y la superficie puede ser aplanada después (D, E, F).

el primer paso para formar la cabeza de un perno o remache en una varilla. También puede ser necesaria antes de proceder a ensanchar el extremo de una varilla. Si el extremo no preparado de una varilla es ensanchado mediante martillazos, el ancho total que puede obtenerse se ve limitado por la cantidad de metal sujeta a estos golpes. El resultado puede no ser suficiente para un propósito específico, pero si el extremo es engrosado en primer lugar por el proceso de acortamiento, tendremos mayor cantidad de metal que puede ser extendida, y es posible obtener un área plana más amplia.

El largo que va a ser acortado debe ser calentado en forma pareja al rojo blanco. Si sólo se trata de engrosar el extremo, el calor no debe extenderse mucho más de ese sector. Si el calor se propaga mucho más allá de la parte que será trabajada, es posible que la barra o varilla se doblen. Si la barra es lo suficientemente corta, la parte más alejada del extremo caliente puede ser sumergida en agua para enfriar el cuerpo mismo de la barra, al mismo tiempo que se conserva caliente el otro extremo. Si una barra muy larga se calienta demasiado hacia

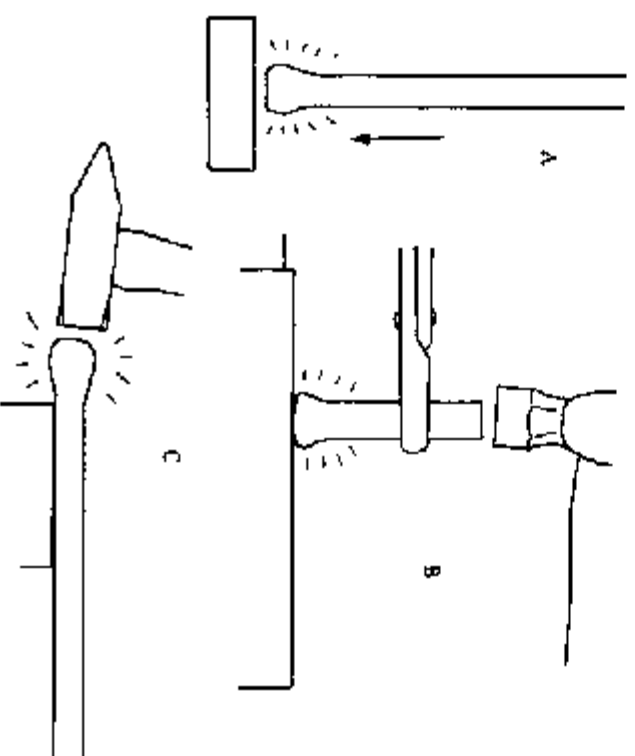


Fig. 5-6 El acortamiento es el procedimiento para engrosar el rojo blanco: (A) Acharlar el extremo; (B) golpear contra el extremo frío; (C) hacer gran la varilla.

su extremo libre, puede enfriarse rociándola con agua. El extremo debe estar bien plano y, en caso necesario, limarse, pues en otra forma es difícil evitar que la barra se doble. Puede servir de ayuda ahuecar ligeramente la barra por medio del esmerilado, o limarla o golpearla con el martillo en todo el alrededor.

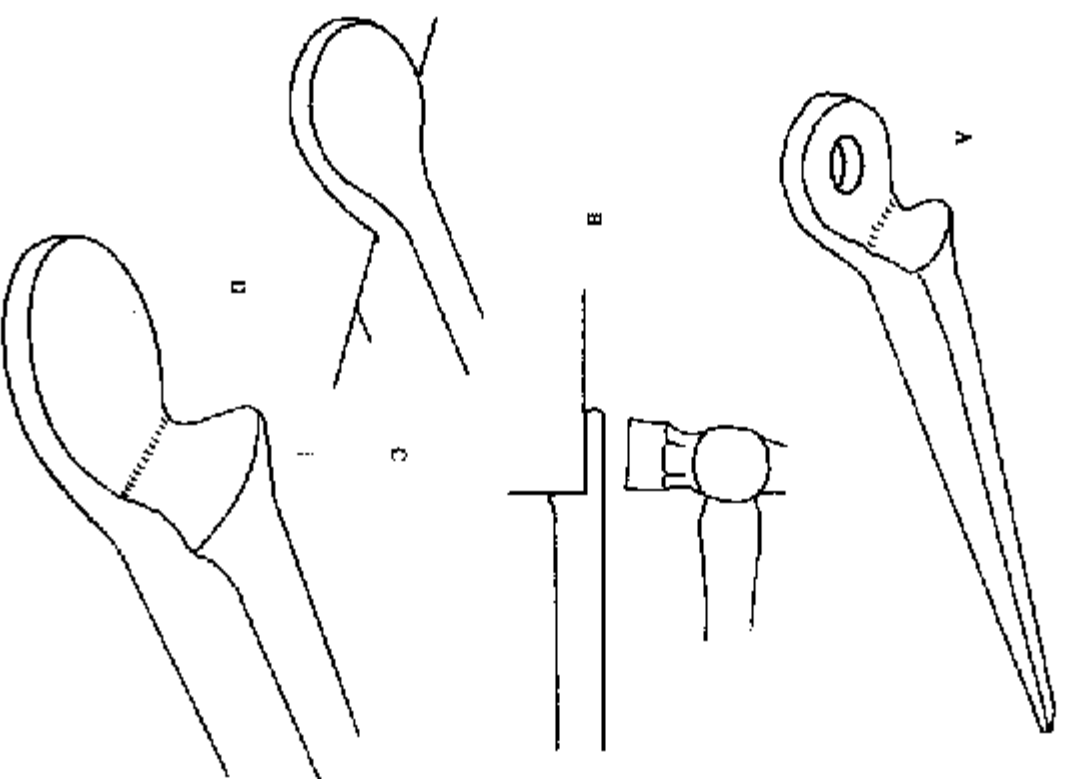


Fig. 5-7 El acortamiento proporciona metal extra para hacer un extremo moldeador: (A) alejarse de fijación; (B) martillo; (C) ensanchar el metal; (D) ensanchar el reborde.

Un caso claro de acortamiento lo podemos tener con una gran sección de largo no considerable. El herrero puede tener sobre el piso de su taller un pesado bloque de hierro. Toma la varilla por su extremo calentado y hace que se golpee en contra del bloque de hierro, utilizando su fuerza y el peso de la propia varilla para obligar al extremo de la misma a acortarse y ensancharse (Fig. 5-6A). Esto demuestra el principio y explica el nombre opcional "resalado" para el acortamiento.

Puede ser posible acortar una pieza menos larga, golpeándola contra la superficie del yunque, aunque probablemente sería más conveniente sostenerla con unas tenazas o con la mano enguantada al mismo tiempo que se golpea por su extremo frío con un martillo (Fig. 5-6B). Probablemente se tendrían que hacer varios recalentamientos para lograr un acortamiento adecuado. Es casi seguro que se registre cierto doblez por encima de la parte que se está ensanchando, aún después de haberla enfriado hasta el punto necesario. Hay que estar al pendiente de lo que ocurre y enderezar la parte doblada contra el yunque antes de que el doblez sea demasiado pronunciado.

En la mayor parte de los casos, el acortamiento se inicia con mayor facilidad por medio del resalado. Una vez que se haya iniciado el acortamiento, el procedimiento debe continuarse con golpes sobre el extremo libre con el martillo. Esto es especialmente apropiado cuando se requiere un buen ensanchamiento del extremo, como cuando se está formando una cabeza. Hay que tener el extremo que se trabaja a un calor adecuado y sostenerlo de modo que se proyecte más allá del borde de la cara del yunque, al mismo tiempo que se apoya la mano y el brazo contra el muslo para resistir el impacto de los golpes del martillo. Se golpea con fuerza el extremo, al mismo tiempo que se hace girar la varilla entre golpe y golpe, para lograr un mejor efecto (Fig. 5-6C). Esta posición permitirá una mejor visión del desarrollo del acortamiento, pero debe seguirse como paso secundario, y no como primer paso, en la operación de acortamiento.

A pesar de que el acortamiento se requiere muchas veces como el primer paso para la formación de una cabeza, su aplicación para contar con una cantidad mayor de metal, la vemos en la elaboración de una alcayata con ojo lo que debe ser clavada en una pared para sostener un poste de madera (Fig. 5-7B). Debe ser ensanchada en las mismas posiciones (Fig. 5-7C), para contar con un área de un grosor

suficiente para poder usar un tornillo bastante grueso. Un martillo trincador escuadra el reborde para que pueda ser introducida a golpes en la pared. Si se presenta un nuevo acortamiento en esa parte, el reborde debe ser ensanchado para tener una mejor área a fin de resistir los golpes de martillo (Fig. 5-7D). El otro extremo es adelgazado en punta mediante el procedimiento de estiramiento.

## TRENZADO

Lograr un trenzado en una varilla es mucho más sencillo de lo que parece. Se ve mejor en barras de sección cuadrada, pero se puede hacer con cualquier otra sección. Un trenzado en una varilla redonda no sería muy visible, a pesar de que una sección elíptica presenta posibilidades. Un sector de una varilla redonda puede ser cuadrado mediante la aplicación de limas (Fig. 5-8A), para permitir una torcedura decorativa a lo largo de un manual (Fig. 5-8B).

Para hacer el trenzado debe calentarse el sector que se piensa retorcer. Se aprieta la varilla en una prensa de banco cerca del extremo

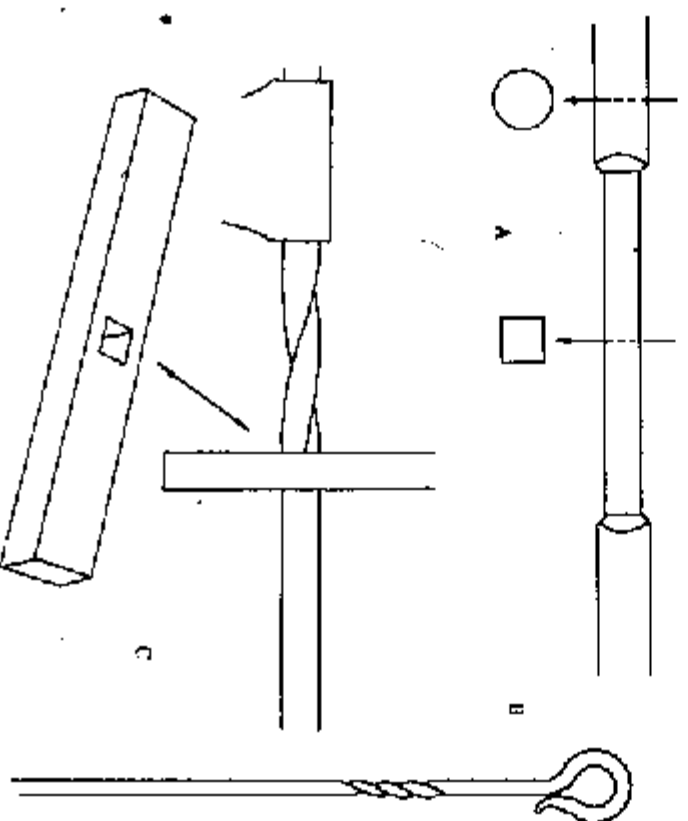


Fig. 5-8 Una varilla caliente de sección cuadrada (A) puede recibir un trenzado decorativo (B). Un orificio (C) cuadrado es utilizado para el trenzado.



en donde debe comenzar la torcedura, y se le da vueltas por el otro extremo. Esto puede hacerse con una llave ajustable o de tuercas, pero es preferible si se le puede hacer girar con ambas manos. Si la varilla es cuadrada, se usa una pieza de metal con un orificio cuadrado al centro (Fig. 5-8C), pudiendo ser una llave para tarraja o una fuerte barra de metal con un orificio cuadrado. Si se trata de un cabo circular o entrocado se puede pasar una varilla o barra de metal por el ojo del cabo para darle las vueltas necesarias.

Para lograr una trenza helicoidal, debe calentarse un forma pareja la parte que se trata de retorcer. Si el calor es mayor en alguna parte del sector, la torcedura se verá más apretada en ese punto.

Es más difícil lograr un trenzado largo que uno corto, pero si tenemos un calor parejo en toda la sección, el resultado debe ser satisfactorio. La mayor parte de los trabajos de herrería, es posible volverlos a calentar y corregirlos cuando no salen bien, pero cuando un trenzado no es satisfactorio es muy poco lo que puede hacerse para corregirlo. Esto significa que si se intenta trenzar una parte que tendrá que ser sometida a otros trabajos de herrería en otros sectores, casi siempre es preferible ocuparse del trenzado en primer lugar.

Es posible que una barra larga sea trenzada en más de un sector calentándola y reteniéndola en puntos diferentes. También es posible que una segunda torcedura o trenzado sea en dirección opuesta al primero. Para ello se forma el primer trenzado y se deja un pequeño tramo entre éste y el siguiente trenzado. Se sostiene este tramo con la llave o la prensa y se efectúa el segundo trenzado en la dirección contraria.

## SOLDADURA

Una soldadura de herrería es diferente a la soldadura hecha eléctricamente o por medio de oxígeno y acetileno. En una soldadura de herrería, las partes que deben unirse se llevan casi al punto de fusión y se unen rápidamente por medio de martillazos. El principio es sencillo, pero se requiere de cierta habilidad y práctica para que en cada ocasión el trabajo se ejecute bien y en forma correcta. Es más fácil soldar hierro que acero dulce. Si se cuenta con hierro, se debe utilizar para aprender, pero como la mayor parte de las soldaduras se tendrán que hacer con acero dulce, será necesario adquirir cierta práctica. Es

más fácil soldar material de sección cuadrada u octagonal que redonda, pues este último tiende a desviarse.

El hierro forjado tiene una temperatura de soldar más elevada, lo cual hace que se fundan sus costuras. Es posible preparar los dos extremos y martillarlos unidos sin recurrir a un tratamiento especial. Todas las otras formas de hierro y de acero requieren el uso de ligas, que limpiarán las superficies de contacto y les permitirán fluir unidas. La liga se mezcla con las escamas y las derrite, evitando una nueva escamación u oxidación.

También se pueden comprar ligas para soldar. Algunos herreros utilizan arena fina muy limpia para el acero dulce. Esto puede ser lo único que se requiera, pero hay otra variante: se trata de una mezcla de unas cuatro partes de arena y una parte de bórax o arinat. Para soldar acero de herramientas con el mismo material o con hierro o acero dulce, podría ser preferible utilizar la liga comercial adecuada.

La liga no es la respuesta a todos los problemas de soldadura. Su amplia utilización no significa el éxito, y en realidad si se usa demasiada liga no se obtendrán buenos resultados. Un exceso de liga podría atraer el oxígeno a la soldadura, y sólo se debe tener lo suficiente para que sea expulsada al primer martillazo, pues en otra forma creará una barrera que evitará la unión de las superficies a soldarse. En la liga se pueden incluir unas pocas limaduras de hierro, que ayudarán a expulsar la liga después del primer martillazo, y que quemarán y recolectarán los óxidos, alejándolos de las partes que se están uniendo.

Es importante evitar la presencia de los óxidos en las superficies de contacto. Esto proviene desde el calentamiento en el hogar. Se prenda un fuego reduciendo, con una buena capa encendida por debajo del sitio en donde se colocará el acero, y se cubre con más combustible. No debe utilizarse mucha alimentación de aire, pues ello causaría oxidación. Debe mantenerse una alimentación constante de aire que mantenga vivo el centro del fuego a un calor blanco, que es tan brillante que es difícil observarlo directamente.

Los extremos que serán unidos, deben ser preparados por medio de acopladuras. Se acortan y se martillan para engrosar los extremos adelgazados (Fig. 5-9A), y se da una forma redonda a las superficies que se unirán (Fig. 5-9B). En esta forma sus centros se encuentran y forzan la expulsión de la liga y las escamas. Si los centros de unión

fluyen en conjunto durante los primeros golpes con el martillo, la soldadura debe ser satisfactoria.

Se calientan los extremos ya preparados por medio de acopladuras. Cuando lleguen a un rojo naranja se retiran del fuego y se rocían con un poco de liga, volviendo a meter al fuego los extremos, cerciorándose de que lleguen al centro, en donde se encuentra el calor más elevado. Al aumentar el calor y comenzar a ponerse de color amarillo pálido el acero, deben voltearse los extremos a soldarse. Se sigue calentándolos en forma constante, y cuando el fuego comienza a disminuir algunas chispas, indicará que se ha alcanzado el calor necesario para soldar. En ese momento, tanto el fuego como los extremos de las barras estarán tan brillantes que será difícil mirarlos directamente. No debe detenerse demasiado tiempo la mirada en el fuego, pues se corre el riesgo de no poder ver bien cuando se vuelva la mirada al trabajo colocado sobre el yunque.

La cara del yunque debe estar bien limpia y tener un martillo a la mano. El asistente debe sostener una pieza con su acopladura hacia arriba y el herrero debe colocarle encima el otro extremo y, de inmediato, comenzar a golpearlas con el martillo para unirlos. Los primeros golpes son los críticos, y uno de los problemas es aplicarlos antes de que se pierda el calor. La cara fría del yunque eliminará parte del calor, y esta pérdida puede reducirse uniéndolo las piezas a un ligero ángulo sobre el yunque (Fig. 5-9C). El primer golpe hace que las piezas se conjuntan en contra del yunque y al mismo tiempo forma la soldadura. Sirve de ayuda golpear ligeramente cada pieza contra el lado del yunque, para desprender cualquier escama floja al ponerlas en su sitio.

El martillado debe hacerse en forma sistemática. Los primeros golpes deben ser contra el centro y después hacia los extremos de las acopladuras, con el fin de cerrar las partes más delgadas (Fig. 5-9D). Se aplican nuevos golpes sobre sus bordes y el trabajo puede voltearse de costado para que la soldadura tenga el mismo grosor que las barras. Si la soldadura no está completamente cerrada, puede ser necesario volver a calentarla antes de que se enfríe demasiado. Debe utilizarse un cepillo de alambre para eliminar las escamas y la tierra del metal, antes de volverlo a poner al fuego. Se rocía más liga y se coloca la unión en el fuego, calentándolo lo necesario y martillando rápidamente las partes que requieran nuevo tratamiento.

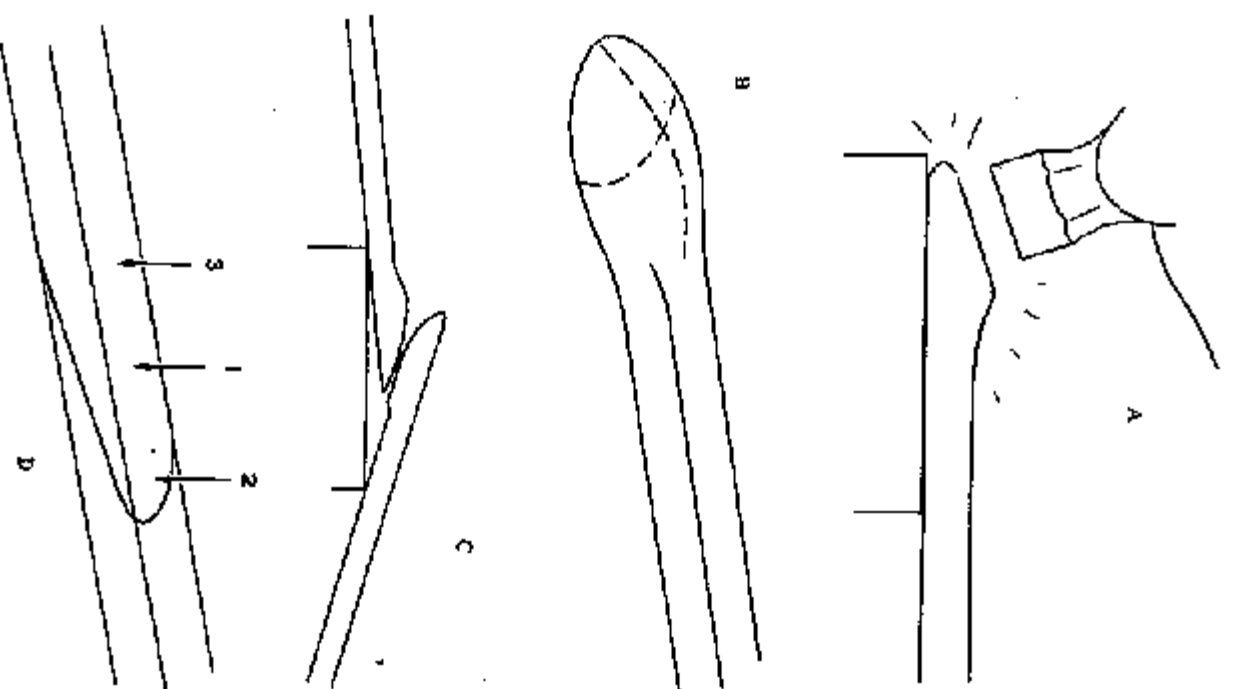


Fig. 5-9

Las partes se soldan después de haber sido moldeadas y realzadas al rojo blanco: (A) extremo grueso ahuecado; (B) formas redondeadas; (C) unidas en un ángulo pequeño; (D) los primeros impactos (1) son en el centro, y los otros impactos se hacen en los bordes (2, 3).

No hay tiempo para detenerse a examinar el trabajo para considerar lo que se debe hacer. Tan pronto como se saque del fuego una parte que se debe soldar, se debe iniciar el martillado. Cuando ya esté lograda la soldadura se debe continuar con golpes más ligeros sobre toda la unión, hasta que se enfríe y alcance un color casi negro. El proceso de soldar agranda el grano del acero, pero un martilleo ligero lo refinará a lo normal, con un incremento en su dureza.

### PROCEDIMIENTOS TERMICOS

Todo lo que hace un herrero puede considerarse como un procedimiento térmico, aunque este nombre se aplica específicamente a lo que se logra al aplicar calor a las herramientas y otras cosas hechas con acero al alto carbono. El hierro y el acero dúctil son poco adecuados por calentamiento y enfriamiento, pero el acero al alto carbono puede hacerse más duro o más suave según es calentado o enfriado. Existen aceros de aleaciones especiales para propósitos particulares, pero muchos de ellos requieren tratamientos térmicos controlados, que demandan equipos que no están al alcance del herrero individual. Por lo tanto, la fabricación de herramientas debe limitarse al acero al alto carbono, que a veces es denominado acero carbonatado o acero para herramientas.

Cuando el acero o el hierro han sido trabajados por el herrero, se crean tensiones internas que no significan mucho en el caso del hierro y del acero dulce, pero cuando se trata de acero para herramientas puede ser conveniente eliminarlas por medio de la *normalización*. La pieza es calentada al rojo y después se le deja enfriar tan lentamente como sea posible. Lo mejor es dejarla en el fuego para que se enfríe con el carbón y el coque durante toda la noche. El acero dúctil puede ser normalizado en la misma forma, pero el efecto final no es tan evidente. De todos modos vale la pena hacerlo en una pieza que ha sido muy trabajada.

El mismo tratamiento puede denominarse *recocido*. El propósito del recocido es hacer el acero al alto carbono tan suave como sea posible, cuando tenga que ser limado o trabajado en alguna otra forma con herramientas de mano, o cuando vaya a ser maquinado. El recocido puede ser aplicado a una herramienta que está muy desgastada y que va a ser forjada en una nueva forma. El recocido elimina

el efecto de endurecimiento y templado. El color del recocido es rojo fresa y es alrededor de 1000° F u 800° Celsius. Mientras más tiempo se tome el acero para enfriarse, más dúctil será.

El recocido se hace calentando el metal hasta el rojo y enfriándolo rápidamente, lo cual hace al acero sumamente duro pero al mismo tiempo quebradizo. Si se utiliza una herramienta en este estado se puede lograr que se raje o se rompa. Parte de la fragilidad —y con ella parte de la dureza—, tiene que ser eliminada por medio del *templado*. El grado del templado depende del tipo y propósito de la herramienta. En la producción industrial de herramientas los procedimientos térmicos de recocido y templado se ejecutan bajo un estricto control de la temperatura. Afortunadamente existen formas para que el herrero obtenga resultados satisfactorios mediante los métodos tradicionales.

Para una herramienta sencilla puntiaguda, su extremo debe ser acabado brillante por medio del limado y la utilización de papel abrasivo, o por medio del esmerilado y el pulido. Posteriormente se calienta en su extremo al rojo vivo. No debe tardarse en alcanzar este calor, y probablemente es mejor mantenerla en forma vertical dentro del fuego, por medio de unas tenazas, y examinarla con frecuencia. Cuando el extremo esté lo suficientemente caliente, se introduce verticalmente la herramienta en una vasija con agua (Fig. 5-10A), moviéndola después de sumergirla para que se enfríe lo más pronto posible.

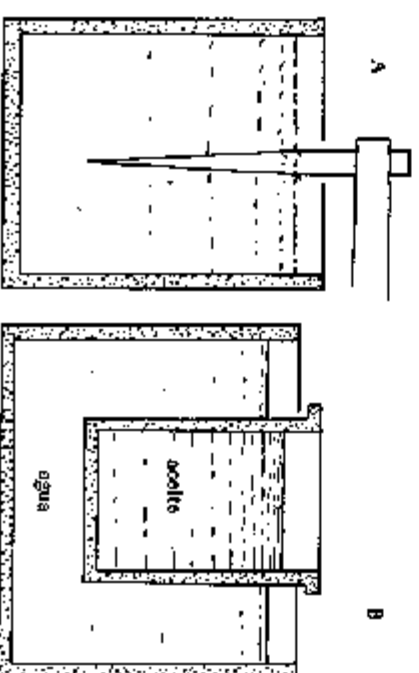


Fig. 5-10 El acero puede ser enfriado por inmersión en agua (A) o en aceite (B).

El extremo abrillanado se deteriorará, pero el pulido preliminar servirá de ayuda en las etapas posteriores, para lograr un buen acabado en la herramienta ya terminada.

Las herramientas más anchas que las punteadas, es importante enfriarlas por completo rápidamente, para no correr el riesgo de distorsionarse o rajarse. Las cosas delgadas, como las hojas para cuchillos, tienden más a presentar estos problemas. Para alguna cosa que tenga que recibir un grado general de endurecimiento se le debe dar vueltas en el fuego para calentarla en forma pareja y tratar de obtener el mismo grado de calor en todas sus partes. La herramienta debe ser enfriada en agua tan pronto alcance la temperatura correcta. El acero puede dañarse si se le calienta demasiado tiempo.

La inmersión del acero caliente en el enfriador o tanque con agua, que se utiliza para los demás procesos de enfriamiento, es por lo general satisfactoria. De todos modos hay otros baños de inmersión o enfriamiento que tienen sus ventajas. El agua fría puede proporcionar una dureza máxima, pero puede inducir rajaduras en la superficie. El agua tibia (60° F.) puede resultar mejor, el grado de dureza se reduce algo, pero también se aminora el riesgo de rajaduras.

La salmuera proporciona un buen baño enfriador que elimina rápidamente el calor. Debe ser una solución saturada de sal común; la cantidad más grande de sal que pueda disolver el agua. Se puede utilizar sal de amoníaco, pero la sal común está más disponible.

También se utiliza el aceite para enfriar por inmersión. Es obvio que no debe ser un aceite que se prenda en llamas al introducir en él un acero al rojo vivo, ya que muchos aceites corren ese riesgo. Los aceites para templear se pueden comprar en el mercado, pero para herramientas pequeñas es suficiente el aceite de oliva. Se puede utilizar aceite del carrer de un vehículo, aunque obviamente es menos limpio. El agua y la salmuera (Fig. 5-11B), pueden colocarse en casi cualquier tipo de recipiente, pero con el aceite es recomendable suspender el contenedor de aceite dentro de otro con agua. En esta forma el aceite que se derrama es atrapado por el agua, lo cual también hará que se apague cualquier flama.

Otra forma de utilizar el aceite como agente o baño de templeado, vaciándolo en un recipiente con agua. Se puede utilizar aceite mineral, y hasta grasa. Al ir curando la herramienta caliente por la capa

de aceite, capta una capa de esta película superficial y se la lleva consigo dentro del agua. Se afirma que en esta forma se obtiene un acero más fuerte y libre de rajaduras. Cuando se utilice el baño de templeado, debe tener la profundidad suficiente para que la herramienta pueda sumergirse por completo y sea agitada en suficiente líquido para eliminar el calor. Para las pequeñas herramientas de mano, por lo menos se debe contar con unos ocho litros de líquido.

El templeado consiste en volver a calentar la pieza a una temperatura más baja, y volver a enfriarla en el baño líquido. A pesar de ser la temperatura lo importante, una guía muy útil son los óxidos coloreados que se forman sobre el acero pulido. Dichos colores no desempeñan ninguna función en el tratamiento del acero; son simples indicadores. Por supuesto los óxidos pueden limpiarse, pero la simple eliminación del color incorrecto no corrige el error. Si se comete un error en el templeado, es necesario endurecer la pieza y volverla a templear.

El calentamiento requerido para el templeado se hace probablemente mejor con un soplete de gas propano que con un fuego. Si se desea utilizar la fragua, se coloca al fuego un recipiente de hierro lleno con arena, sobre la cual descansa la herramienta que va a templearse. Este método es mejor que el del soplete, ya que con éste el templeado tiene que ser parejo a todo lo largo de los bordes filosos anchos, como los de un cuchillo. En cambio, para herramientas punteadas o de extremos cortantes, como los cincelos, el soplete proporciona un mejor control.

Si una pieza de acero para herramientas ha sido asentada antes de endurecerla, puede abrillanarse de nuevo fácilmente con un papel abrasivo. Algunos herreros utilizan un método bastante popular, que consiste en emplear un pedazo plano de piedra arenisca. Lo esencial es que el acero esté limpio y lo suficientemente brillante para mostrar los óxidos en el tramo cercano al extremo o borde cortante.

Si se observan los colores de los óxidos al irse aplicando el calor lentamente, veremos que el primer color es pajizo, volviéndose después naranja y después café, continuando a un café rojizo antes de convertirse en morado y azul y, al recibir mayor calor, se torna rojo vivo. Las temperaturas que estos óxidos representan van de unos 220° C (430° F) para el pajizo, a 260° C (500° F) para el café oscu-

TABLA 5-1 Tratamiento térmico

Color del óxido	Temperatura		Herramienta
	F	C	
Amarillo	400	205	Cuchillos, raspadores, navajas, buriladores
	410	210	
	420	216	
Pajizo pálido	430	220	Brocas, para punta, es- caridors
	440	227	
	450	232	
Pajizo o naranja	460	238	Sierras para metal
Pajizo oscuro	470	241	
	480	250	
Café	490	255	Cuchillos, cuchillos, punzones
	500	260	
	510	263	
Bronceado	520	270	Martillos Cuchillos, abrazadores, barrajes
Morado claro	530	275	
	540	281	
Morado	550	285	Cuchillos, punzones de centro
Azul	560	293	
	570	300	
Azul oscuro	580	306	Corta-fíos, herramien- tas para trabajar piedra
	590	310	
	600	317	
	610	322	Destornilladores
	620	327	
	630	332	
Azul verdoso			Sierras para madera, ascotras
			Sierras grandes
			Mueles y resacas

ro y 300° C (580° F) para el azul. Los colores para el templeado de las herramientas de corte están a la mitad de esta gama.

Mientras mayor sea la temperatura para el templeado, más dúctil se volverá el acero (Tabla 5-1). Cuando se alcanza la temperatura deseada, se sumerge la herramienta en cualquiera de los baños sugeridos para el endurecimiento. El color del óxido seguirá siendo visible después del enfriamiento.

Los pasos en el endurecimiento y templeado se observan mejor cuando se trata de una sencilla herramienta puntiaguda, como un gra-berramienta o cualquier cosa a base de acero al alto carbono, no hay que dejarse llevar por la tentación de enfriarla en agua cuando se está forjando, pues se endurecerá y se volverá frágil. Después de haber forjado su punta a satisfacción, se aplica el recocido dejándola en-

friarse varias horas en un fuego que se esté consumiendo, o entre el carbón a la orilla del fuego, si todavía sigue en uso.

El cuerpo de la herramienta puede dejarse negro, y a unos cuantos centímetros de la punta debe alzarse limándola todo alrededor, para después abrillantarla con la aplicación de un papel abrasivo (Fig. 5-1A). La punta se endurece en el fuego o con un soplete de gas propano. Debe calentarse al rojo vivo y después enfriarse por inmersión. Se utiliza papel abrasivo, o un trozo de piedra arenisca, para abrillantar de nuevo la punta. Hay que tener cuidado de tratarla con cuidado, pues el frágil acero podría romperse.

Se utiliza el soplete para calentar la pieza a unos 5 centímetros de la punta. En un tiempo muy corto comenzarán a ser visibles los colores del óxido y a extenderse mientras se está calentando la pieza. Continuarán extendiéndose, revelando como el calor viaja en dirección a la punta, aunque se haya alejado el soplete. Se observa su recortido, y si se detiene se vuelve a aplicar el soplete. Mientras más se extiendan los colores, mejor será el resultado para la herramienta. El color pajizo llegará al extremo, se volverá naranja y comenzará a convertirse en café al hacerse más oscuro. En esa etapa es cuando debe enfriarse la herramienta por inmersión. Los colores permanecerán y para un granil será correcta toda la parte naranja oscura, que proba-

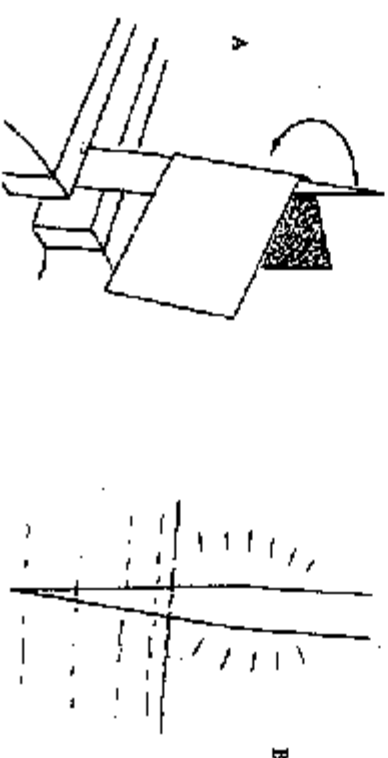


Fig. 5-11

Se pule una punta (A) para templeado y enfriada parcialmente por inmersión (B), para endurecerla y templearla con un solo calentamiento.

bilmente se extenderá unos 2 centímetros, quedando disponible para cuando se tenga que afilar, antes de que la herramienta requiera volver a ser endurecida y templeada. Si se hubiese aplicado más calor,

los colores habrían estado más cerca y se habrían movido con mayor rapidez. Sólo una pequeña parte cerca de la punta hubiese alcanzado el templado correcto para el granil.

Hay otra forma para endurecer y temprar, que sólo requiere un calentamiento cuando se trata de herramientas de corte. La herramienta comienza con una superficie brillante y su punta es calentada al rojo vivo para su endurecimiento. Cuando se va a enfriar, sólo se sumerge la punta en el líquido, dejando una parte todavía caliente por encima de la superficie (Fig. 5-11B). La punta que ha sido sumergida es secada y se frota rápidamente con un trozo de piedra arenisca. En el cuerpo de la herramienta se conserva todavía mucho calor, que se extiende hacia la punta. Tal como se hace en el proceso anterior, se observan los colores del óxido, y la herramienta es sumergida completamente cuando el color correcto llega a la punta.

Para una herramienta de acero que requiere un templado general igual, se llena una charola de hierro con arena y se coloca sobre el fuego que se va a utilizar. Puede ser necesario levantar la herramienta con unas tenazas, con cierta frecuencia, para poder observar que los colores no se mueven de una parte a otra. Hay que actuar con rapidez, pues la secuencia de colores se presenta en toda la superficie y se tiene que captar el color requerido y enfriar la pieza por inmersión en ese preciso instante. Para que las quijadas frías de las tenazas no afecten la temperatura en el sitio de agarre, se les deja calentarse al mismo tiempo y se les coloca en la misma forma que la herramienta que se está trabajando.

Una alternativa en lugar de la charola con arena, es una placa bastante gruesa de hierro, mayor que la herramienta que debe ser templada. Esta placa se calienta casi al rojo vivo en el fuego, después se saca y se pone a un lado, y encima se coloca la herramienta por templarse. El calor se transferirá de la placa a la herramienta y se podrán observar los colores en la misma forma que con la arena. De todos modos, este método es más adecuado para piezas delgadas de metal, como la hoja de un cuchillo, pero las piezas de mayor volumen se calientan mejor si son enterradas parcialmente en la arena caliente.

Los óxidos de color no son cosa exclusiva del acero para herramientas, y se presentarían en el hierro pulido o el acero dulce cuando son calentados, pero no indican cambio alguno en sus características,

como sucede con el acero para herramientas. No hay que dejarse engañar creyendo que se tiene un trozo de acero para herramientas debido a que se presentan los colores de óxido. No se debe intentar aplicar este método de templado con acero inoxidable o con otros aceros de aleaciones especiales. Sus características son diferentes y no todos pueden ser endurecidos y templados, aun con los métodos especiales, de los cuales sólo dispone la industria.

Debido a que gran parte de la herrería se lleva cabo con acero de *resuperación*, no siempre es fácil saber si se tiene acero dulce o acero al alto carbono. El calor no endurecerá el acero dulce, y una prueba adecuada es efectuar los pasos para el endurecimiento, calentándolo al rojo y después enfriarlo por inmersión. Después se intentará limar el metal. Si la lima resbala sobre la superficie sin hacer corte alguno, se trata de acero para herramientas. Si se marca con el paso de la lima, se trata de acero dulce. Debido a que el acero endurecido para herramientas abollará la lima, una alternativa es esmerilar un extremo de la lima para convertirlo en una herramienta de corte y rascar con ella el acero. Si no marca el acero sujeto a tratamiento térmico, se tratará un acero para herramientas (acero al alto carbono). El hierro o el acero dulce que han sido endurecidos y enfriados por inmersión, se marcarán con facilidad.

## TEMPLADO SUPERFICIAL

La diferencia entre el acero dulce y el acero para herramientas o acero al alto carbono, es la cantidad de carbono aleado con el hierro. Esta diferencia afecta las características del acero. El acero al alto carbono no tratado es más duro que el acero dulce y puede ser endurecido y templado para ajustar su dureza relativa a grados más elevados. Si se le agrega más carbono al acero dulce, sería posible convertirlo en acero al alto carbono, pero desafortunadamente no hay forma de que esta transformación la pueda llevar a cabo un herrero. De todos modos, hay una forma para darle al acero dulce una delgada capa de acero al alto carbono.

Este procedimiento es llamado templado superficial o carburización. El grosor de la capa exterior transformada es generalmente de menos de un milímetro, y en su caso óptimo puede llegar a unos 3 mm. El efecto del templado superficial es proporcionar una superficie resis-

tente al desgaste, que pueda ser endurecida y templada. Todo esto se beneficia por la resistencia del núcleo de acero dulce, y la dureza de su película exterior. Esta propiedad es muy valiosa si la superficie está sujeta a un desgaste considerable. Por ejemplo, un tornillo de mucho uso en una maquinaria podría sufrir daños por el uso frecuente de una llave en su cabeza, pero si esta cabeza ha sido templada superficialmente, el riesgo de daño se reduce.

El templado superficial se logra calentando el acero dulce en contacto con alguna pieza de alto contenido de carbono. El grado de penetración se ve afectado por la cantidad de calor y tiempo en que se aplica. Algunos agentes para el carbonizado son huesos quemados, madera, carbón vegetal, cuero quemado y monedas de cascos y cuernos de animales. También existen algunas preparaciones comerciales para el templado superficial. A la mezcla pueden agregarse pequeñas cantidades de carbonatos de bario, de calcio y de sodio, que ayudarán a lograr que el carbono penetre.

Debido a que tanto los artículos que deben ser templados superficialmente, como los materiales para la carburación, deben ser calentados juntos por un tiempo bastante largo, tienen que ser colocados en un recipiente que pueda ser calentado sin sufrir daños ni desintegrarse. Se podría utilizar una caja de acero con una tapa, o un trozo de tubería de hierro con los extremos cerrados con arcilla refractaria. Deben dejarse espacios entre las piezas que estarán sujetas a este tratamiento, y ver que haya suficiente material carburizante a su alrededor.

Los agentes carburizantes deben conservarse en forma granulada, pareja, y no como una mezcla de sólidos y polvo. El carbón vegetal de maderas duras puede ser el agente principal. Una mezcla de un 50 por ciento de éste, y el resto formado por cantidades aproximadamente iguales de tres carbonatos debe ser satisfactoria, siendo el hueso calcinado el más efectivo. No deben utilizarse huesos sin calcinar, ya que pueden provocar prestaciones al irse consumiendo. Se puede utilizar una mayor proporción de hueso calcinado que de carbón vegetal.

El sellado se logra mejor con cemento de arcilla refractaria como la que se utiliza para los ladrillos refractarios. Es posible colocar el acero y el material carburizante en un trazo y cubrirlo con una gruesa capa de arcilla refractaria, aunque un recipiente de acero representa

ta menos riesgos de fracasos durante un procedimiento prolongado de calentamiento.

El calor debe llevarse por lo menos a la etapa en la cual el recipiente de acero comienza a tomar un color rojo vivo o cereza. El mantenimiento de esta temperatura durante seis horas puede lograr tan sólo una penetración de menos de un milímetro. Elevar la temperatura acorta el tiempo, pero hasta con un calor color naranja brillante se requiere de unas tres horas para alcanzar el mismo resultado. Como es obvio y en caso de tener algún fuego para calefacción central o cualquier otro propósito, encendido constantemente, su utilización sería más conveniente que mantener encendido el fuego de la forja por mucho tiempo.

Otra forma para templar superficialmente es utilizar un polvo comercial que se encuentra en el mercado. Un polvo de este tipo debe ser rociado sobre el acero al rojo vivo o el acero al rojo. El recalentamiento causa entonces la penetración del carbono. Este proceso tiene que ser repetido varias veces, y el resultado es una película muy delgada de acero al alto carbono, que puede ser suficiente protección contra el desgaste.

En otro método de templado superficial se utilizan cianuros. Son ponzoñosos y sus vapores son peligrosos. Se trata de materiales que no deben utilizarse en un taller de herrería.

Cuando el acero dulce ya ha sido templado superficialmente por medio de cualquier método, debe ser tratado en la misma forma que el acero al alto carbono. Después del templado superficial, debe ser recocido dejándolo que se enfríe muy lentamente. Si tiene que ser endurecido, puede ser enfriado por inmersión en agua o en aceite. La superficie endurecida podría agrietarse o astillarse durante un uso pesado, por lo cual generalmente se sigue la práctica de reducir algo la dureza y la fragilidad del templado. Como es natural, cualquier tratamiento térmico sólo afecta la superficie, y el núcleo no resulta afectado, en forma diferente que cuando toda la pieza era de acero dulce.