

## CAPÍTULO 4

### PROCESO DE RECICLAJE

Una vez que se tiene el aluminio limpio y separado se puede buscar un proceso de reciclado que cumpla con los requerimientos. Como lo que se desea hacer es fundir nuevamente la viruta junto con lingotes de aluminio para bajar los costos de la materia prima manteniendo la composición química del material dentro de los rangos especificados por la norma, se debe buscar una opción con la que se obtenga el mayor rendimiento, con la menor inversión inicial y costo de operación posible. Para lo cual se tienen varias opciones.



Fig. 4.1 Cascos de aluminio recién desmoldeados.

Aun cuando nunca se tiene un rendimiento del 100% en el material fundido, no se puede aceptar un rendimiento menor al 80% en el material reciclado. El rendimiento de los lingotes es aproximadamente de un 95%. El rendimiento de la viruta estará directamente ligado a la rentabilidad del proceso. Es por esto, que no se puede aceptar un rendimiento menor al 80%, de lo contrario en lugar de aportar dinero a la empresa, se estará gastando y el proyecto no será viable ni conveniente.

La primera opción con la que se cuenta, pero la menos recomendada, debido a su bajo rendimiento, es la de añadir simplemente la viruta una vez que los lingotes se

encuentran fundidos dentro del horno. Cuando que la viruta se encuentra libre de fluido de corte se reducirá de manera considerable el desprendimiento de gases cuando ésta entra en contacto con el aluminio fundido, además de que al ser tan pequeñas las virutas de aluminio, y la temperatura en el crisol del horno tan alta, una gran cantidad de material se “quema” es decir se volatiliza. Esto hace que el rendimiento de la viruta sea muy bajo.

La segunda opción que se tiene dará un poco más de rendimiento, y de hecho es utilizada por algunos pequeños fundidores, para bajar los costos de su materia prima. Consiste en llenar botes de aluminio, los cuales tienen una composición química del 99% de aluminio aproximadamente, con la viruta. Esto hace que al caer en el “caldo” de aluminio fundido, la temperatura en la viruta no suba tan drásticamente y la cantidad de material que se volatiliza sea menor. Esta es una técnica que puede llegar a funcionar, pero que difícilmente dará el rendimiento que se busca.

Una tercera opción con la cual se puede alcanzar sin problema un rendimiento alrededor del 90% es la de fundir la viruta en una piscina de aluminio fundido. El problema es que esta solución involucra la adquisición de un equipo nuevo, o el diseño y construcción de éste. Como se ha mencionado anteriormente, el tamaño de la operación en Aluminio Fundido, S.A. de C.V. no justifica una inversión tal como para poder adquirir equipo nuevo, sobre todo de ese tipo de tecnología. El diseñar y construir una piscina que pueda fundir y contener viruta de aluminio resulta muy problemático, ya que para poder fundir la viruta, se requiere de un estricto control de la temperatura y de la cantidad que se va añadiendo. Además esto implicaría una gran inversión debido a las normas ambientales

con respecto a unidades térmicas. Por estas razones esta tercera opción no es la más recomendada.

Como cuarta opción está la de aglomerar la viruta en conjuntos de cierto tamaño para que pueda ser manipulada y se comporte parecido al aluminio en lingotes. Este método ofrece muchas ventajas, ya que al poder manipular la viruta como si fuera un tocho de



Fig. 4.2 Viruta de aluminio compactada.

aluminio, se puede almacenar en el mismo lugar que los lingotes, se puede contabilizar más fácilmente para efectos de un inventario, y sobre todo se puede fundir sin tantos problemas y con un rendimiento muy aceptable superior al 80%. Para poder aglomerar la viruta en un comprimido que pueda ser tratado como material sólido existen varias opciones.

Un posible método a seguir sería utilizar una resina aglomerante con el aluminio, ya que ésta no involucra ningún tipo de inversión inicial en maquinaria y lo único que se necesita es que un operador mezcle la viruta con la resina sobre una superficie de concreto con una pala y después vierta esta mezcla en un especie de molde que puede ser desde pequeñas bolsas de plástico hasta botes de latón.

El problema es que la resina, aunque en su mayoría se quema al estar dentro del horno, puede llegar a afectar la composición química del material así como despedir gases que puedan afectar la salud de los trabajadores de la fundición. Puede buscarse un punto de

equilibrio entre la resina y el aluminio pero como este tipo de resina se utiliza para aglomerar arenas, es muy probable que no tenga la fuerza necesaria para mantener unido al aluminio si se usa en pequeñas cantidades.

La segunda opción que se tiene para aglomerar la viruta será la de compactarla con una presión mayor a la del punto de deformación plástica (89.6 MPa), para que se entrelazara con las demás virutas y de esta forma se quedara así. Para poder lograr una presión de esa magnitud la mejor opción sería una maquina hidráulica. Una presión superior a 89.6 MPa es una magnitud considerable para un equipo mecánico, pero no para un equipo hidráulico industrial; de hecho es una presión considerada como pequeña para este tipo de equipos.



Fig. 4.2 Máquina compactadora de desechos Industriales, modelo MP250 de *Custom Briquetting Systems*.

Hoy en día existen gran cantidad de compañías que fabrican y venden máquinas compactadoras de desechos industriales (Figura 4.3). Muchas de las máquinas resolverían el problema de la viruta y del fluido de corte de una manera eficaz. El problema es que estas máquinas tienen un consto que va desde los \$70,000 a los \$300,000 USD aprox. Por lo cual un pequeño productor no está en posición de hacer una inversión de ese tamaño, sobre

todo para resolver un problema ambiental. El volumen de viruta que se produce es también

una limitante, ya que para que la máquina sea eficiente y rentable, debe procesar un volumen constante y de tamaño considerable de viruta de aluminio.

Después de plantear estas opciones, se puede decir que la más ecológica, sencilla y con un buen rendimiento en el material reciclado, es la de compactar la viruta con ayuda de una máquina hidráulica. Ya que el precio de una máquina nueva es muy alto, se puede buscar una usada, pero se deben tener varias consideraciones antes de adquirirla: el estado de ésta, los gastos de operación y el hecho de que aún cuando sea usada, es muy probable que sus capacidades de producción sean muy parecidas a las de una máquina nueva, las cuales para los fines que se buscan son mucho mayores. Esto hará que no se utilice en un 100% y sea a la larga más costoso mantenerla funcionando, que el dinero que aporta.

Otra alternativa sería construir una máquina compactadora de viruta de aluminio. Al ser esta máquina construida por la fábrica se puede ajustar a sus capacidades y necesidades. No será necesario hacer una inversión tan fuerte ya que puede llegar a ser muy sencilla. La única función de esta máquina sería la de compactar la viruta para poder hacer pastillas densas que se puedan tratar como pedazos de aluminio en forma sólida, a la hora de la fusión. Ya que ésta es la mejor opción, en el siguiente capítulo se presenta el diseño de una máquina compactadora hidráulica de viruta de aluminio.

En la figura 4.4 se pudo observar el flujo de la viruta dentro de Aluminio Fundido S.A. de C.V., hasta que se encuentre lista para ser fundida nueva mente. Los distintos colores de las flechas indican que el producto ha sufrido un cambio dentro de las distintas áreas.

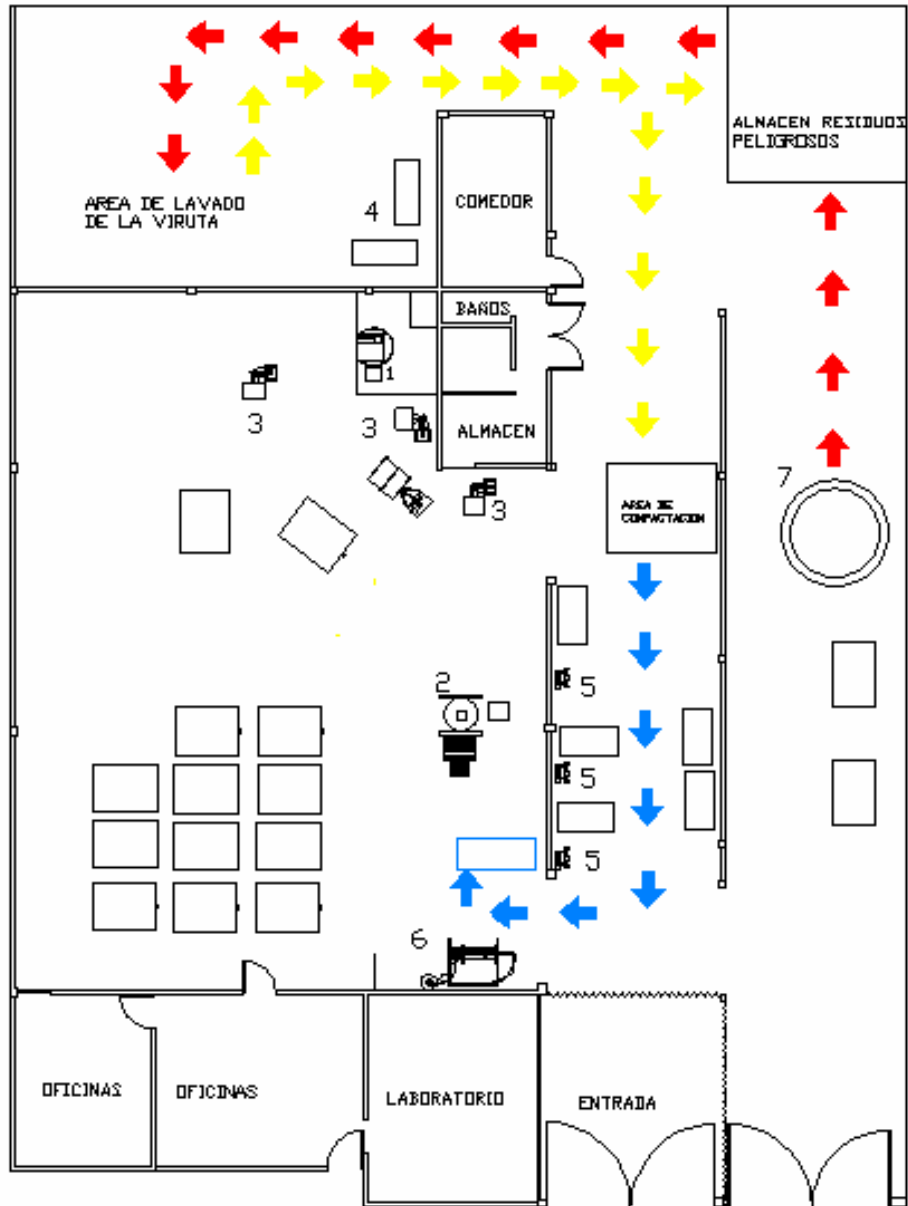


Fig. 4.4. Flujo de la viruta dentro de Aluminio Fundido S.A. de C.V.

Las flechas de color rojo marcan el camino de la viruta mezclada con el fluido de corte del área de maquinado, al almacén de residuos peligrosos, en donde cada día deberá ser almacenada. Una vez por semana, la viruta que se acumuló en el almacén de residuos peligrosos será transportada al área de lavado.

La viruta una vez ya lavada será transportada al área de compactación y la mezcla de agua y fluido de corte deberá ser colocada en el almacén de residuos peligrosos hasta que la compañía que proporcione el servicio de recolección de desechos tome en su poder la mezcla. En el área de compactación la viruta será sometida a una gran presión para obtener tochos de viruta aglomerada, los cuales se transportaran al almacén de aluminio de la fundición.

Una vez que se ha escogido el método para aglomerar la viruta, considerando que sea la mejor opción para obtener un alto rendimiento de la misma, se procede a armar el proceso de reciclado. Se denomina proceso de reciclado a todo el proceso al que será sometida la viruta desde el contenedor de la maquina para el desbaste de las piezas, hasta que sea fundida nuevamente.

La limpieza de la viruta deberá ser realizada tal y como se propone en el capítulo anterior y la mezcla de agua y aceite que se obtiene al lavarla deberá ser puesta a disposición de una compañía certificada para manejar desechos industriales peligrosos. La aglomeración de la viruta se realizara con la ayuda de una maquina compactadora hidráulica, que como ya se discutió anteriormente será construida por la compañía, su diseño se presenta en el capítulo siguiente.

Para la fusión de la viruta aglomerada, el mejor momento para añadirla al horno será cuando ya se encuentra fundido el resto del aluminio (lingotes y mazarotas) para que al caer en el caldo de aluminio, la fusión de las briquetas sea mas rápida, y el exceso de aceite que aun puede contener, se quemé.

Tabla 4.1 Lista de pasos del proceso de reciclaje de la viruta de aluminio.

No.	Acción.	Descripción.
1	Acopio de la viruta.	Del contenedor del <i>bullard</i> a tambos de 100 litros bien cerrados si no se almacenan bajo techo.
2	Separación de la viruta y el fluido de corte.	Proceso de limpieza de la viruta en la tina o tambo con agua en proporción 3 kg. de viruta por 1 litro de agua.
3	Separación de la viruta por tamaños	La viruta limpia debe ser tamizada para separarla los trozos más grandes antes de compactarse.
4	Separación del resto de los desechos contenidos en la viruta.	Los residuos que quedan en el tamiz se separan para recoger el aluminio restante de la basura.
5	Almacenamiento de la viruta limpia.	La viruta ya lavada puede ser almacenada en tambos de 100 litros bien lavados.
6	Almacenamiento del fluido de corte con agua.	Almacenarse en contenedores de plástico o lamina, bien cerrados en un área designada.
7	Disposición del fluido de corte mediante una compañía certificada	La mezcla de fluido de corte y agua se entrega a la compañía proporciona este servicio. En la mayoría de los casos lo hacen si costo alguno.
8	Acopio de la viruta que va a ser compactada.	Ya que ha sido tamizada la viruta se coloca nuevamente en el contenedor de 100 litros.
9	Compactación de la viruta	La viruta debe ser compactada en la máquina siguiendo el instructivo de la misma.
10	Almacenamiento de la briqueta	Las briquetas se colocan nuevamente en un contenedor para ser llevadas al área de fusión.
11	Fusión de las briquetas	Las briquetas deben añadirse al resto del material cuando este se encuentre ya fundido en el horno.

En la tabla 4.1 se puede observar la lista de pasos a seguir para un correcto proceso de reciclaje de la viruta de aluminio. El uso de equipo de seguridad por parte del personal a la realización de este y cualquier otro proceso es obligatorio.



Para la realización del proceso de reciclaje será necesario contratar a un ayudante en general, para que este pueda realizar las labores que involucren la preparación de la viruta para su reciclaje. Esta persona estará encargada de recolectar la viruta que sale del área de maquinado al final del día y colocarla en el almacén de residuos peligrosos. Lavarla compactarla y transportarla de una área a otra.

Las labores en el día y el tiempo aproximado que le tomara al operador realizarlas correctamente será:

- Llevar 50 kg. de viruta del almacén de residuos peligrosos al área de lavado (30 minutos)
- Transportar la viruta limpia al área de compactación. ( 5 minutos)
- Transportar la mezcla de agua y aceite al almacén de residuos peligrosos (5 minutos)
- Compactar 50 kg. de viruta (5:30 horas)
- Transportar la viruta compactada al almacén de aluminio (5 minutos)
- Recolectar la viruta producida durante el día en el área de maquinado para colocarla en el almacén de residuos peligrosos. (30 minutos).

Como se puede observar este es un proceso que toma mucho tiempo como para realizarlo sin contratar a una nueva persona, sobre todo el tiempo de compactación, ya que la máquina, por su velocidad, podrá compactar una pastilla de 150 g. Cada 40 ó 50 segundos.