



DIVISION ARTICULOS VARIOS  
DIRECCION ARTICULOS ESPECIALES

**revestimientos  
para molinos  
a bolas**

# INTRODUCCION

La molienda mediante el uso de molinos de caída de bolas es conocida y practicada desde la antigüedad.

Actualmente esta técnica posee plena vigencia y los molinos de caída de bolas son usados ampliamente en la industria en general.

Uno de los principales problemas que debe afrontar la ingeniería de los molinos de caída de bolas es la protección de la cara interna de la carcasa o tubo del molino. Normalmente este efecto se logra mediante el uso de blindajes rígidos de materiales convencionales: Acero al manganeso, Ni Hard II, Granito, Porcelana, etc.

## LA GOMA COMO MATERIAL DE REVESTIMIENTO

Hace ya más de dos décadas que la goma se usa en todo el mundo como material de revestimiento en molinos de caída de bolas y en otros equipos sometidos a la abrasión.

El motivo de su gran rendimiento en este uso no se debe evidentemente a su dureza sino a sus propiedades de absorción de energía.

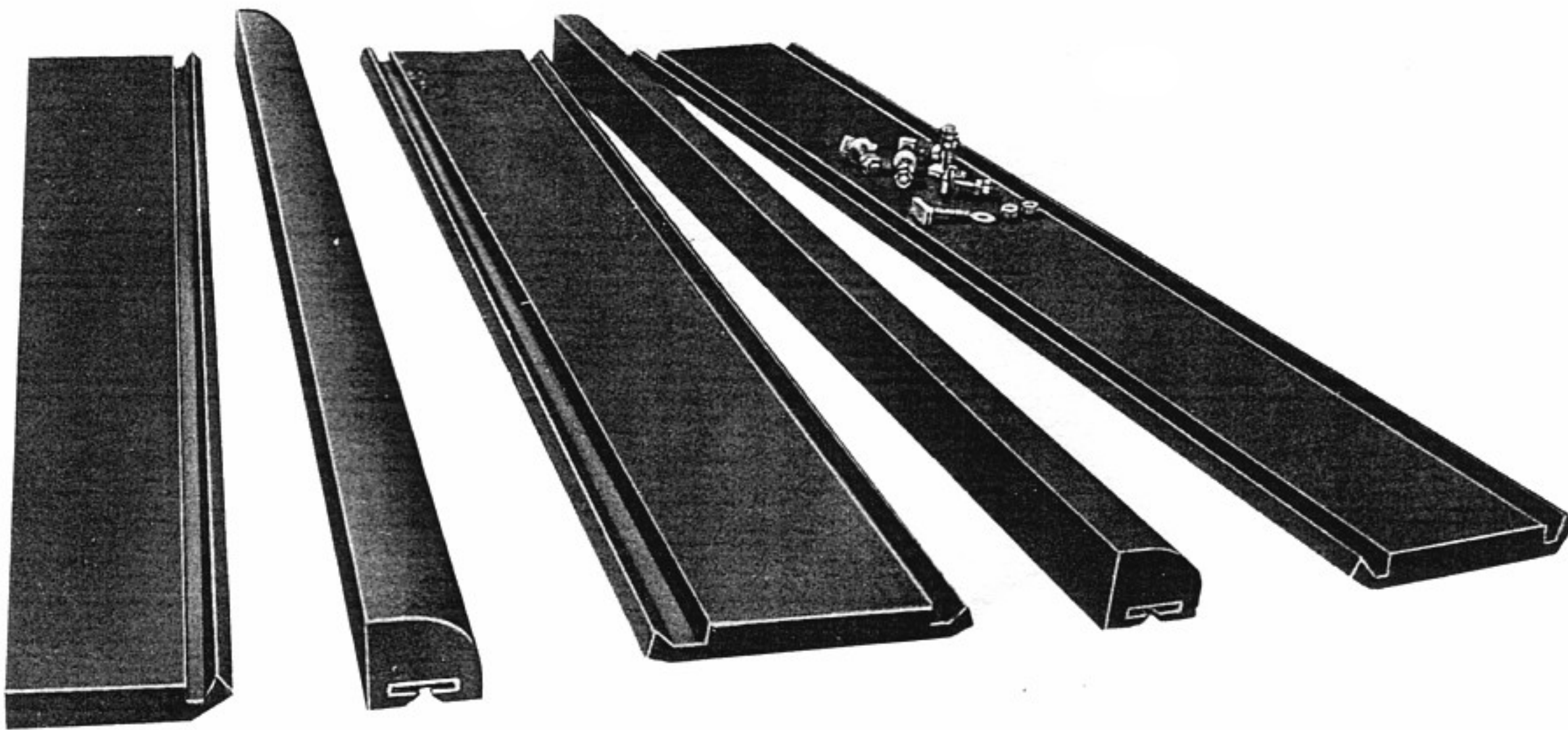
Cuando un trozo de mineral hace impacto sobre una plancha de goma, **del compuesto adecuado**, ésta se deforma absorbiendo energía cinética. Esta energía ya no queda disponible para transformarse en trabajo de desgaste y abrasión del revestimiento en el lugar del choque. Posteriormente, la goma por su respuesta elástica, recupera sus dimensiones originales pudiendo el ciclo repetirse indefinidamente.

Es importante recordar que el efecto de absorción de energía es máximo cuando la trayectoria del impacto es perpendicular a la superficie del revestimiento. Este principio debe ser especialmente considerado en el proyecto de revestimientos antiabrasivos.

# DESCRIPCION

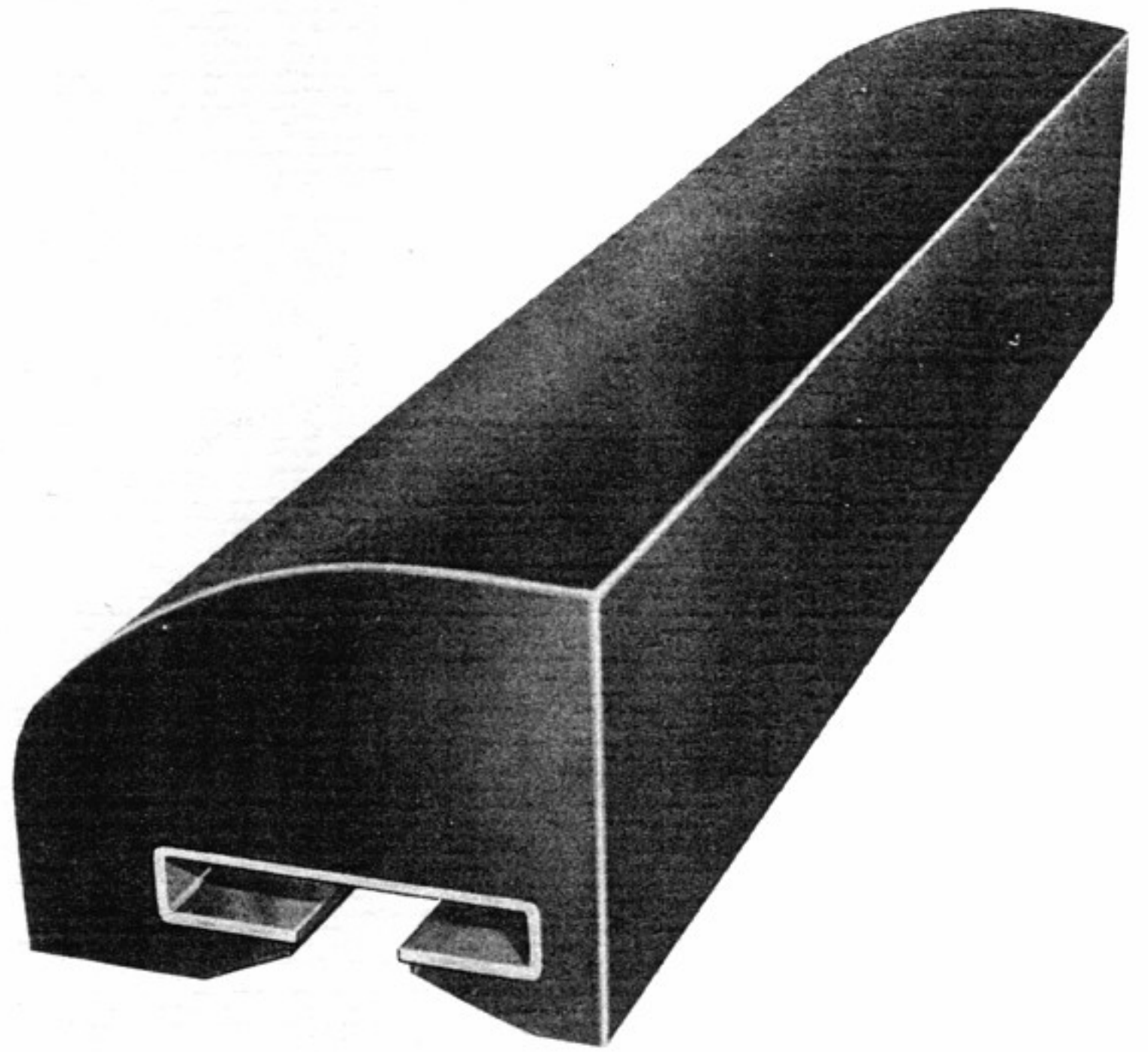
El revestimiento para un molino de caída de bolas típico se compone de los siguientes elementos:

- 1) Placas de revestimiento
- 2) Barras elevadoras
- 3) Sectores de revestimiento lateral
- 4) Adaptador Central
- 5) Barras elevadoras correspondientes a los sectores laterales
- 6) Partes metálicas de anclaje



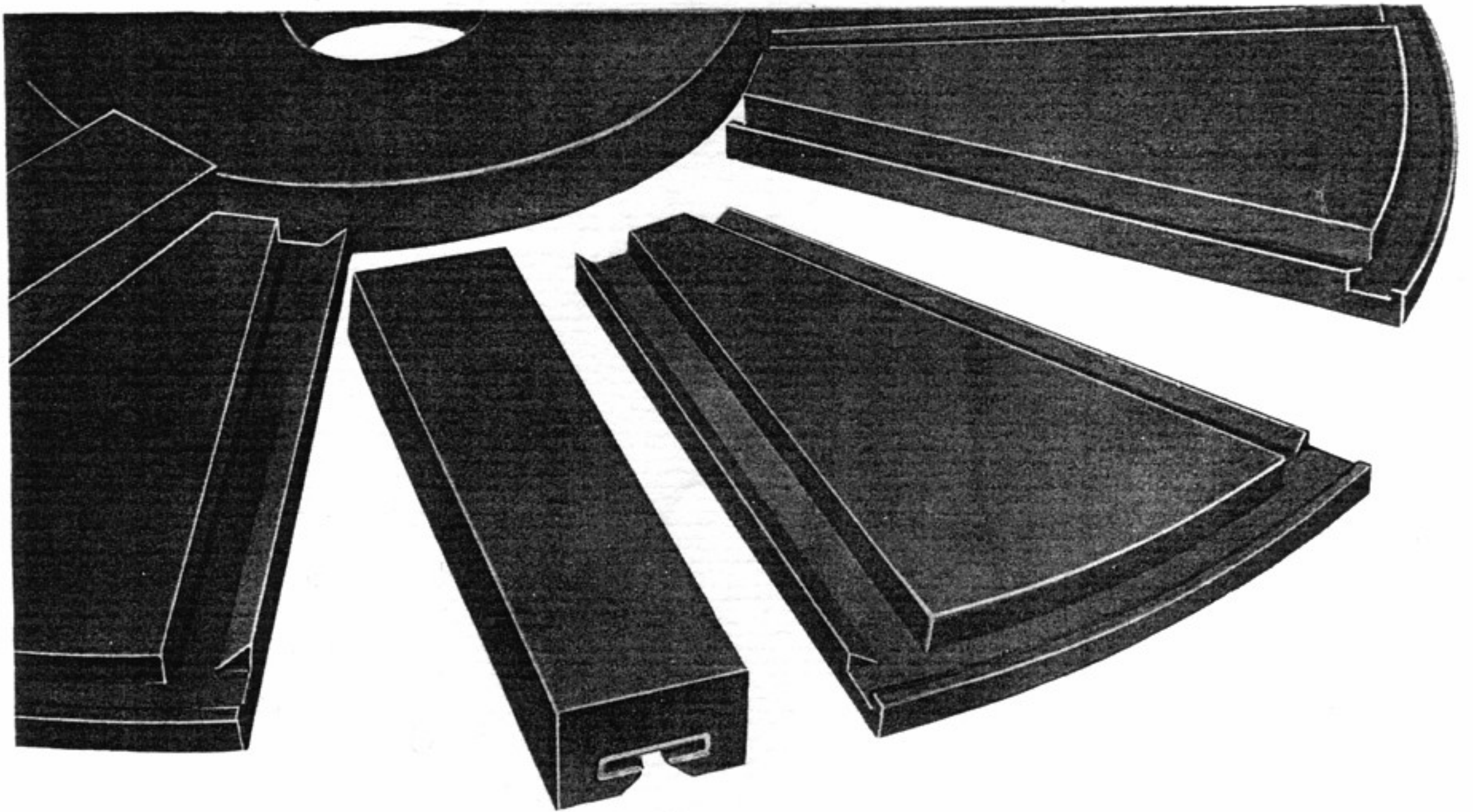
La figura anterior corresponde a placas y barras elevadoras colocadas en un molino de caída de bolas de 2.465 mm. de longitud.

Ambos elementos se fabrican del largo total del molino. Durante la colocación, si es necesario, pueden cortarse en segmentos menores.

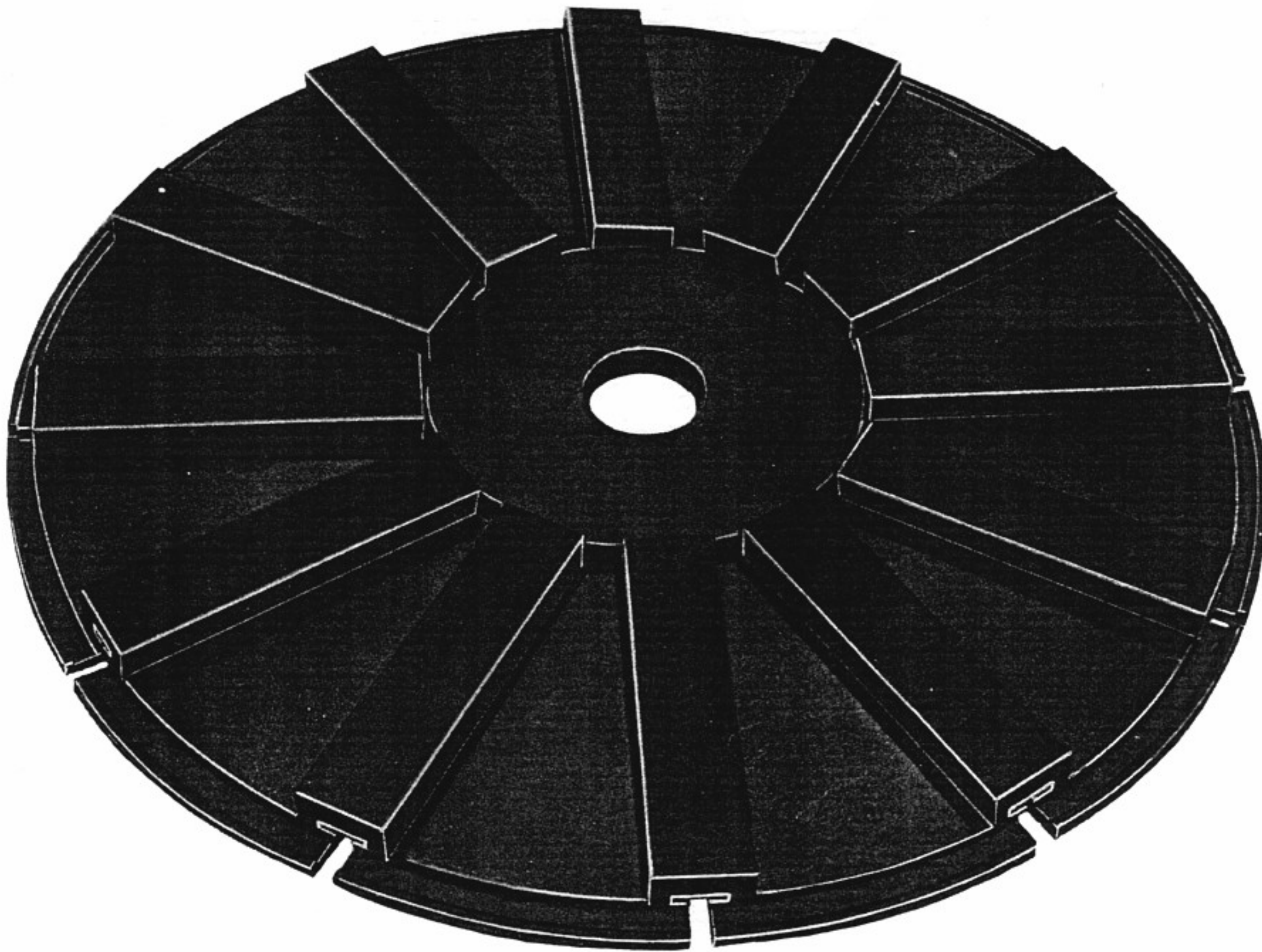


Esta figura permite visualizar una importante mejora lograda por **Dunlop Argentina S.A.** en el diseño de barras elevadoras.

Se trata de un perfil metálico interno, adherido a la goma durante el proceso de vulcanización general de la pieza.



Conjunto de sectores de revestimiento lateral con sus barras elevadoras y adaptador central perforado.



Revestimiento lateral completo.

## COMPUESTOS UTILIZADOS

Todos los elementos activos del revestimiento están elaborados en elastómeros pertenecientes a la familia de compuestos **Dunlop**.

Los mismos se destacan por sus excelentes propiedades de:

ABSORCION DE ENERGIA

RESISTENCIA A LA LACERACION

RESISTENCIA A LA ABRASION

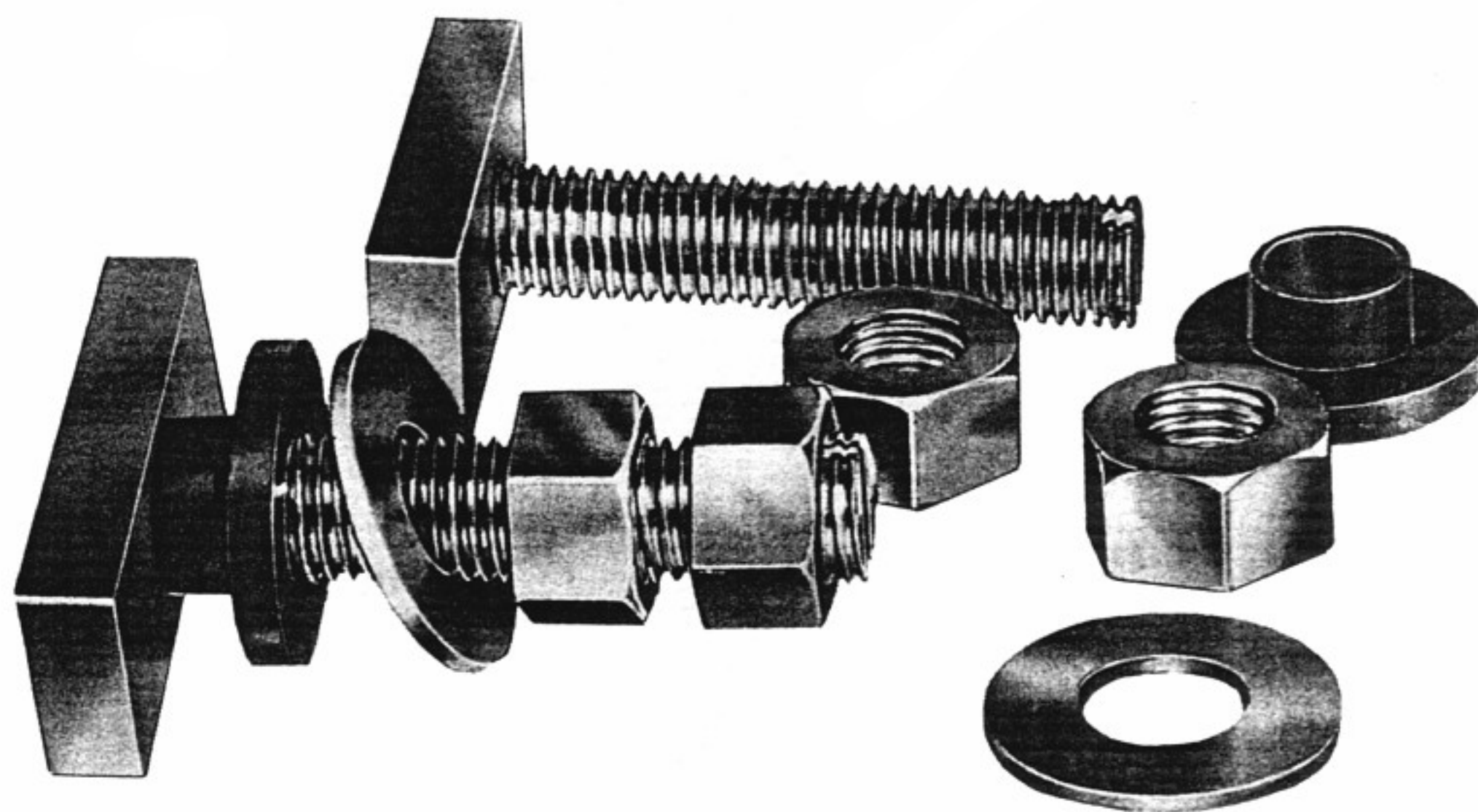
# INSTALACION

Los trabajos relacionados con la instalación consisten en la perforación total o parcial de la carcasa, el eventual tratamiento anticorrosivo de su cara interna y el armado y fijación de los diversos componentes del revestimiento. **Dunlop Argentina S.A. entregará el molino en condiciones de funcionamiento inmediato.**

El plazo de entrega normal de un revestimiento es de 25 a 30 días aproximadamente y **su instalación puede insumir de 24 a 48 hs.**

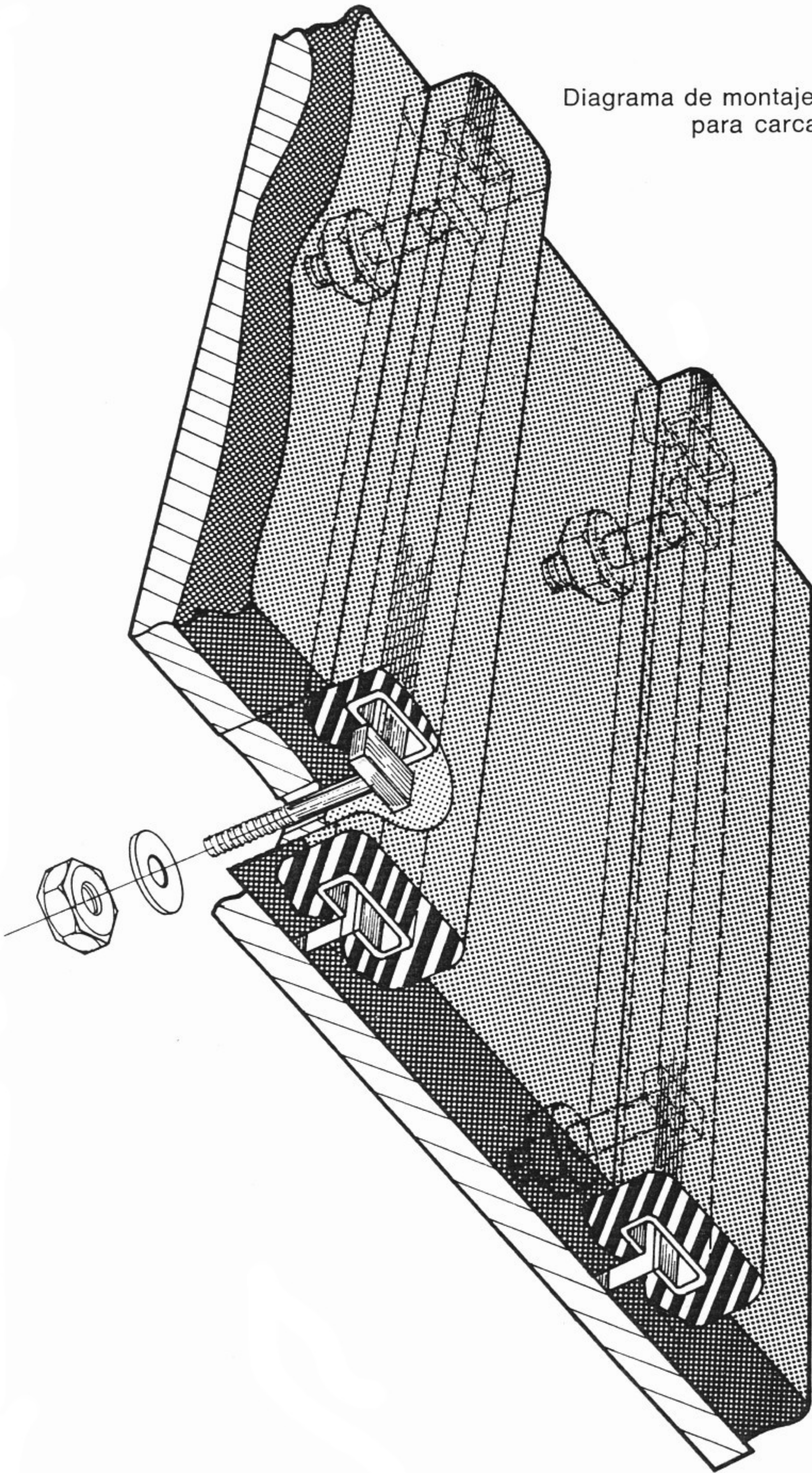
## IMPORTANTE

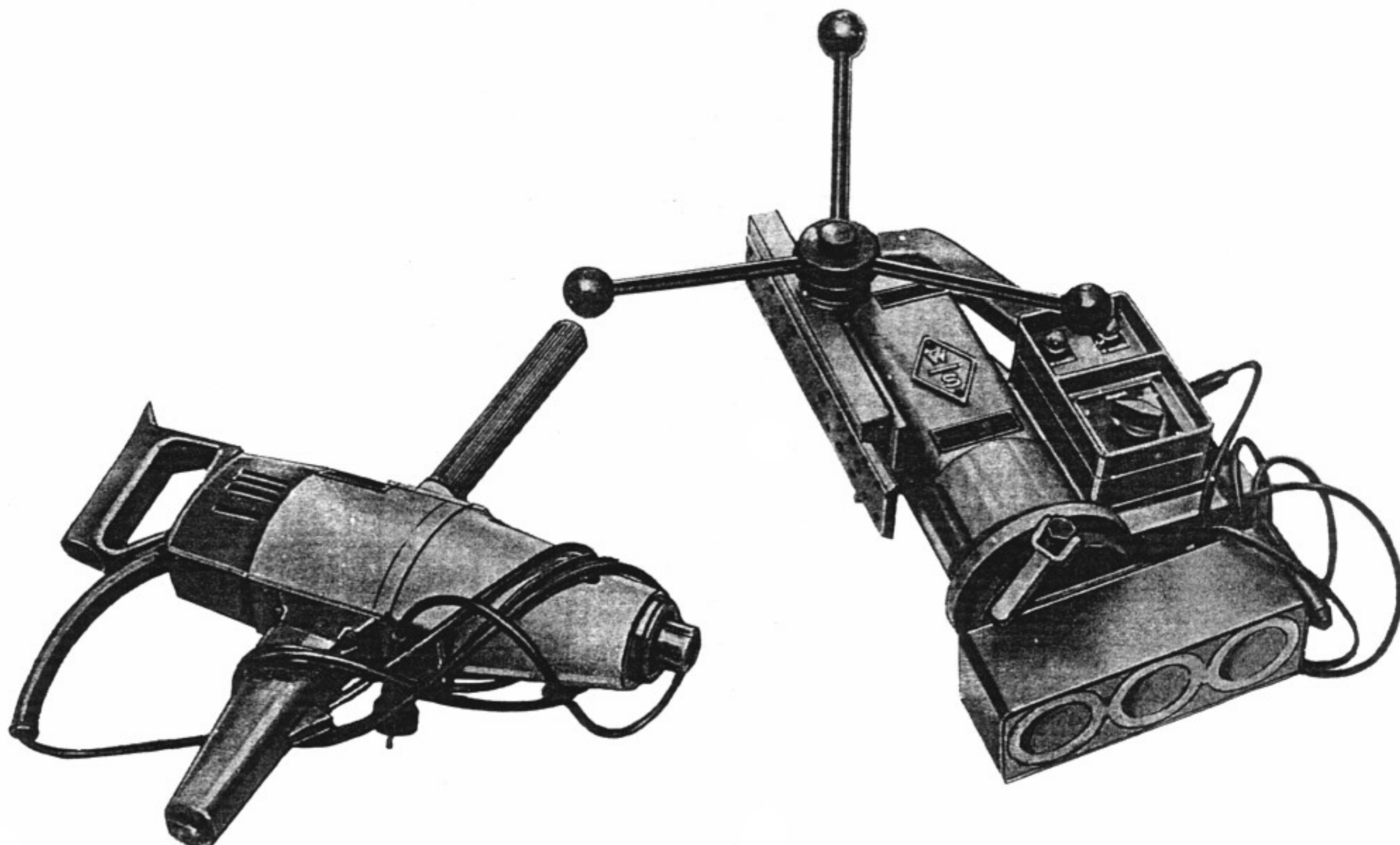
Una vez instalado el primer revestimiento las piezas de recambio tienen una entrega prácticamente inmediata. (ver ventajas de los revestimientos de goma)



Elementos de anclaje

Diagrama de montaje característico para carcasa y laterales.





Perforadora convencional y base magnética utilizadas en la perforación de carcasa

## SERVICIO DE REVESTIMIENTO DE MOLINOS

Los revestimientos de goma **Dunlop** son proyectados para cada molino en particular. Una inspección preliminar del molino, y los datos solicitados a través de nuestra ficha técnica adjunta, permiten determinar las características principales del futuro revestimiento: número de placas y de barras elevadoras, espesores, tipo de perfil, etc.

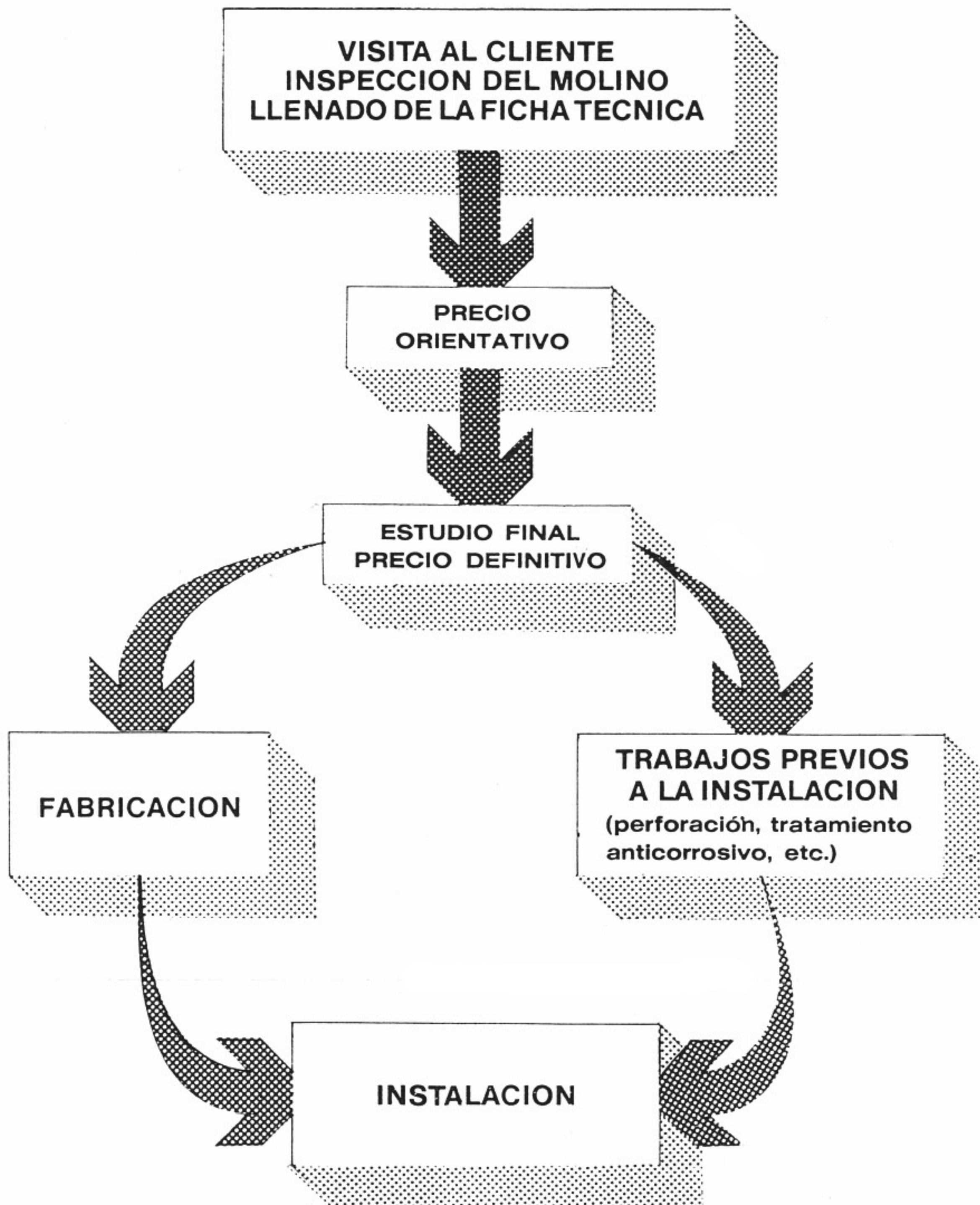
Fijados estos parámetros ya es posible efectuar una estimación del precio del futuro revestimiento.

Concluida esta etapa se realiza en breve tiempo un estudio final y la elaboración de la cotización definitiva.

Finalmente, colocada la Orden de Compra, se inicia la fabricación del revestimiento en nuestra planta de Bella Vista, Pcia. de Buenos Aires. En forma paralela se llevan a cabo los trabajos previos a la instalación (perforación total o parcial de la carcasa, tratamiento anticorrosivo, etc.), de tal manera que, concluida la fabricación, pueda efectuarse la instalación en forma inmediata.



# SECUENCIA TIPO EN UN TRABAJO DE REVESTIMIENTO



# VENTAJAS DE LOS REVESTIMIENTOS DE GOMA

- A) Disminución del peso
- B) Facilidad de recambio
- C) Disminución del ruido
- D) Mayor duración

## DISMINUCION DEL PESO

Todos los componentes de un revestimiento **Dunlop** están elaborados en compuesto H 11 resistente a la abrasión, su densidad de 1,14 gr/cm<sup>3</sup> es obviamente menor que la de cualquier material de blindaje rígido. Por este motivo es posible lograr una importante disminución del peso total del molino con dos consecuencias inmediatas.

- a) Menor consumo de energía eléctrica
- b) Disminución de los mantenimientos mecánicos (rodamientos, transmisión, etc.)

Para visualizar mejor este efecto es útil considerar el proyecto de revestimiento realizado por **Dunlop Argentina S.A.** para un molino de 3.150 mm. de diámetro y 3.850 mm. de largo, utilizado en la elaboración de mezcla cerámica.

El peso del revestimiento original de granito es de 21 toneladas en tanto que el peso del revestimiento de goma, incluyendo todos los elementos de anclaje, no excede las 4,5 Toneladas.

## FACILIDAD DE RECAMBIO

El cambio de un revestimiento de goma constituye una tarea sencilla, que no incluye las operaciones especializadas de corte, yuxtaposición y anclaje de materiales duros y pesados tales como el granito, aceros, porcelana, etc.

Los revestimientos están concebidos en forma de módulos de peso reducido y anclaje normalizado. Estas características facilitan su manipuleo general, la introducción dentro del molino y la fijación final de todos sus componentes.

Es importante señalar que queda excluida toda posibilidad de caída parcial del revestimiento por deficiencias ocurridas durante la instalación en obra.

Luego de fabricado un revestimiento original, **Dunlop Argentina S.A.** conservará en depósito, sin cargo y por tiempo indefinido, la matricería utilizada en su producción. Este hecho permitirá acortar notablemente el plazo de entrega de cual-

quier material de recambio. No obstante, dada la lentitud y el carácter regularmente progresivo del desgaste, es posible fijar con absoluta seguridad el momento de efectuar trabajos de cambio de componentes. El tiempo de parada del molino por este concepto puede insumir de 2 a 4 horas aproximadamente.

## **DISMINUCION DEL RUIDO**

La eliminación o reducción de los factores causantes de accidentes o incapacidades constituye actualmente una preocupación primordial, tanto a nivel de legislación como en el ámbito de las empresas.

El ruido más allá de determinados niveles se convierte en un poderoso contaminante de las áreas de trabajo.

En este marco, la ley Nº 19.587 (Decreto Nº 4160/73) de seguridad e higiene en el trabajo fija un máximo admisible de presión sonora de 90 dBA; no obstante, esta ley se encuentra actualmente en revisión y se prevé una disminución de este valor máximo.

Los molinos de caídas de bolas, cuando están equipados con revestimientos convencionales, son grandes productores de ruido. La goma, en cambio, genera menos ruido y además lo amortigua con eficiencia, mejorando la salubridad en las zonas de molienda.

# EFICACIA DE LA MOLIENDA CON REVESTIMIENTOS DE GOMA

Además de proteger la carcasa, el revestimiento de un molino, cumple la función de transferir energía mecánica a la carga de material y cuerpos moledores que hay en su interior.

En este sentido los revestimientos con barras elevadoras son más eficaces que los lisos. La discontinuidad originada por las barras longitudinales mejora el efecto cascada, facilitando la "trepada" de la carga en el sentido de la rotación del molino.

Tanto la teoría como la experiencia recogida por Dunlop Argentina S.A., indican que la introducción de un revestimiento de goma no altera la calidad de la molienda y mejora la producción horaria del molino.

## INCORPORACION DE GOMA AL MATERIAL MOLIDO

Dada la lentitud del desgaste de los revestimientos de goma, sólo se incorporan vestigios de este material por unidad de producto molido.

A continuación citaremos algunas elaboraciones típicas y los valores observados de contaminación:

Industria	Material que muele	Tipo de molienda	Contaminación observada en mg/kg.
Refractarios	Bauxita	Seca	< 260
Revestimientos cerámicos	Mezclas cerámicas	Húmeda	< 40

Por otra parte la goma está constituida principalmente por sustancias orgánicas (>96%) las cuales se queman en su totalidad a la temperatura de cocción de los materiales cerámicos. Por tal motivo la incorporación final de sustancias extrañas debidas a la goma se reduce a valores desestimables.

## FICHA TECNICA PARA REVESTIMIENTO DE MOLINOS

Cliente: .....

Personas entrevistadas: .....

Lugar donde está instalado: .....

Diámetro: ..... Largo: ..... Espesor de la pared: .....

Dimensiones de la entrada de hombre: .....

Velocidad de rotación: ..... Se puede variar: SI NO

Material que muele: ..... Dureza Mohs: ..... Densidad: .....

Carga total de mineral: (Kg) ..... Carga total de las bolas: (Kg) .....

Naturaleza de los cuerpos molidores: .....

Composición de la carga de bolas. (mm. - pulgadas*)	
Diámetro	%

Granulometría de entrada  
(mm, micrones, malla Tyler)

Malla							
%							

Granulometría de salida  
(mm, micrones, malla Tyler)•

Malla							
%							

(\* tachar lo que no corresponda)

Productividad horaria: .....

Tipo de molienda: Seca - Húmeda .....

Líquido utilizado : ..... Porcentaje de sólidos (p/p) .....

Temperatura de trabajo: ..... Nivel de ruido (dBA): .....

Tipo de revestimiento existente: ..... Espesor: .....

Duración aproximada: .....

Se adjunta plano: Si - No .....

Notas: .....

Fecha:	Nombre:	Firma:
--------	---------	--------



CHUBUT 1136 - TEL 54 11 4666-1105 - FAX 54 11 4668-1532  
(1661) BELLA VISTA  
BUENOS AIRES - ARGENTINA  
E-mail: [commercial@dunlop.com.ar](mailto:commercial@dunlop.com.ar)  
[www.dunlop.com.ar](http://www.dunlop.com.ar)

