

## TRABAJO PRÁCTICO FINAL:

---

### TRUCK DE LONGBOARD

- ▶ ASIGNATURA |   Materiales y Procesos 1
- ▶ PROFESOR |   Juan Marcelo Romero
  
- ▶ APELLIDO Y NOMBRE |   Pérez Gonzalo Ariel
- ▶ CARRERA |   Diseño Industrial
- ▶ E-MAIL |   Gperez28@palermo.edu        LEGAJO |   97830
- ▶ TELÉFONO |   (011)15-6631-0311
  
- ▶ TRABAJO PRÁCTICO INDIVIDUAL | Nº 4      FECHA DE ENTREGA | 12/06/17

## INDICE

Obtención del aluminio (ALA + BASE).....	3
Obtención del acero (EJE + PERNO).....	12
Memoria Técnica.....	21
Análisis de Esfuerzos.....	26
Proceso de conformado del ALA.....	27
Tratamiento térmicos y acabados superficiales del ALA.....	28
Proceso de conformado del EJE.....	30
Tratamiento térmicos y acabados superficiales del EJE.....	32
Plano Técnico.....	34

## **OBTENCION DEL ALUMINIO**

El aluminio es un elemento químico metálico.  
Se encuentra en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio silicato.

### **Extracción de aluminio**

El aluminio se puede extraer de la Bauxita, por los siguientes procesos:

1. Mediante el proceso Bayer se transforma la Bauxita en Alúmina, y a continuación
2. Mediante electrólisis se transforma la Alúmina en Aluminio.

### **Mineral de Bauxita**

La bauxita es una roca sedimentaria de origen químico compuesta mayoritariamente por alúmina ( $Al_2O_3$ ) y, en menor medida, óxido de hierro y sílice.

Es de color rojizo.

Es la principal fuente de aluminio utilizada por la industria.

Es un residuo producido por la meteorización de las rocas ígneas en condiciones geomorfológicas y climáticas favorables.

La bauxita es un mineral descubierto en Baux (Francia), de origen secundario, formado por los restos de descomposición de distintos aluminosilicatos que constituyen la inmensa mayoría de rocas de la corteza terrestre, cuyos sedimentos conforman una especie particular de arcilla integrada por mezcla de diversos óxidos.

### **Extracción de la Bauxita**

Método de obtención.

Se realiza con la explotación del yacimiento a cielo abierto, sin voladuras. El mineral se obtiene directamente de los diferentes bloques del yacimiento con el fin de obtener la calidad requerida del mineral, con palas que arrancan y cargan la bauxita en camiones que la transportan hasta la estación de trituración y molienda.

Trituración y molienda por vía húmeda

En el sistema de trituración se reducirá la bauxita a un tamaño de grano inferior a los 700 micrones, que es el tamaño de partículas apropiado para extracción de alúmina.

En los trituradores la bauxita se transforma en una pasta que fluye hacia los molinos por gravedad.

Actualmente las principales minas de bauxita están ubicadas en el Caribe, Australia, Brasil y África.

### Obtención de Alúmina

Es uno de los metales que se obtiene industrialmente en mayor escala. La metalurgia extractiva del aluminio consta de dos etapas:

- 1.- Transformación de la bauxita en alúmina lo más pura posible.
- 2.- Electrolisis de esta alúmina disuelta en criolita fundida.

Para realizar la primera etapa, el procedimiento más corriente que se emplea es un método químico conocido como proceso de Bayer.

### El Proceso de Bayer

El proceso Bayer es el principal método industrial para producir alúmina a partir de bauxita.

Inventado por el austriaco Karl Bayer en 1889 y basado en la disolución de la bauxita con hidróxido sódico (SOSA CÁUSTICA).

Las primeras plantas industriales de producción de alúmina basadas en el proceso Bayer se instalaron en Francia y en Irlanda en la década de 1890.

Karl era hijo de Friedrich Bayer, fundador de la empresa química y farmacéutica Bayer.

### Detalles del proceso de Bayer

El proceso Bayer consiste en la solubilización de los óxidos de aluminio tratando la bauxita pulverizada con sosa cáustica (hidróxido sódico) a alta temperatura y bajo presión.

La disolución, debidamente liberada de sólidos por desarenado, sedimentación y filtración, al enfriar precipita hidróxido de aluminio que se separa, deshidrata y calcina para producir alúmina calcinada.

Si se eleva la temperatura por encima de 2.500 grados se produce corindón, y si se dopa con óxidos metálicos específicos se produce toda una gama de piedras semipreciosas (rubí, zafiros,...).

### Proceso de Bayer:

Aunque las condiciones del proceso son influenciadas por el tipo de bauxita usada, hay 5 etapas principales en todas las plantas. Las etapas de dicho proceso son:

### **1- Preparación de la bauxita**

El primer paso en la planta de alúmina es la reducción del tamaño de partícula de la bauxita, para incrementar la superficie de reacción y facilitar su manejo, se realiza a través de triturador de placa y molino de bola, ambos de vía húmeda.

Para obtener una suspensión de sólidos con un 80% en peso de partículas con diámetro inferior a 300 micras.

En el triturador de placas se mezclan con cal para disminuir la concentración de fosfatos en la materia prima y se adiciona licor cáustico a la entrada del molino. Se obtiene bauxita en suspensión.

### **2- Digestión o lixiviación**

Disolución de la alúmina de manera selectiva con NaOH (para no disolver el hierro). La carga se trata en autoclaves de acero durante un periodo que oscila entre 2-8 horas a una temperatura media de 140 -150 °C y a presiones absoluta de 5 bares:

Para el monohidrato (Proceso Bayer Europeo):  
 $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{impurezas}) + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{lodos rojos}$

Para el trihidrato (Proceso Bayer Americano):  
 $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{impurezas}) + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{lodos rojos}$

De forma general:

$(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \cdot \text{H}_2\text{O}) + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + (x+1) \cdot \text{H}_2\text{O}$

### **3- Dilución y separación de residuos**

Al final de la digestión, la suspensión que abandona el último digestor conteniendo la solución de aluminato, arenas y lodos rojos (partículas finas), está a una temperatura por encima de su punto de ebullición a presión atmosférica, de manera que es pasada a través de un sistema de enfriamiento por expansión en el cual ocurre una despresurización en

forma escalonada hasta la presión atmosférica y una disminución de la temperatura hasta aproximadamente 105-100 °C.

La dilución y la separación de residuos se componen de 3 etapas:

- a. **Desarenado.** Donde la pulpa se somete a la separación de los lodos y arenas que contiene. Las arenas separadas en la operación anterior son pasadas a través de clasificadores y posteriormente lavadas. En cuanto a los lodos son enviados a tanques almacenadores para la alimentación de los espesadores. Es en estos tanques, donde se adiciona el agente floculante que va a facilitar el proceso de sedimentación en los espesadores.
  
- b. **Sedimentación, lavado y deshecho de lodos rojos.**  
La sedimentación se lleva a cabo en tanques espesadores, y el lodo rojo depositado en el fondo de éstos, es removido continuamente por un sistema de rastrilleo. Este lodo rojo saliente por la parte inferior de los espesadores, es lavado con el fin de recuperar la solución caústica (alcalina) y el licor que contiene alúmina disuelta, produciéndose simultáneamente un lodo que ha de ser desechado, mientras que el agua de lavado es enviada al área disolución.
  
- c. **Filtración de seguridad.** Las partículas finas en suspensión deben ser separadas, de lo contrario contaminarían el producto, y ello es logrado mediante una filtración de seguridad. El proceso se realiza por medio de filtros a presión. Una vez que la solución pase a través de esta filtración, es enviada a una sección de enfriamiento por expansión instantánea, donde se le confiere al licor la temperatura requerida para la precipitación 50 °C ó 70 °C, según el tipo de proceso Bayer Europeo o Americano respectivamente.  
Al salir del filtro el licor debe pasar por un sistema de Enfriamiento por Expansión Instantánea.

#### 4- Precipitación

La solución de aluminato sódico es conducida a grandes tanques de precipitación, donde se añade como cebo trihidrato de aluminio que procede de operaciones anteriores y se deja enfriar lentamente.

Para la precipitación de la alúmina  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , la disolución fértil se pasa primero a alta temperatura y se concentra a valores más bajos ( $65\text{ }^\circ\text{C} - 40\text{ }^\circ\text{C}$  y  $100 - 150\text{ g/l}$  de  $\text{Na}_2\text{O}$ ).

Luego se clasifican en Ciclones por tamaño los cristales para obtener un corte grueso que se conoce como producto y dos cortes más finos que determinan las semillas fina e intermedia, las cuales se reciclan a la fase de precipitación.

## 5- Calcinación

El Hidrato Grueso Lavado y Filtrado se somete a secado y calcinación. El secado se consigue aprovechando los gases calientes del calcinador y, una vez seco el mismo, se pone en contacto a alta temperatura ( $>1000\text{ }^\circ\text{C}$ ) en un horno. De esta forma se obtiene el producto final, la alúmina no higroscópica ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

La reacción es la siguiente:



### Proceso de Bayer resumido

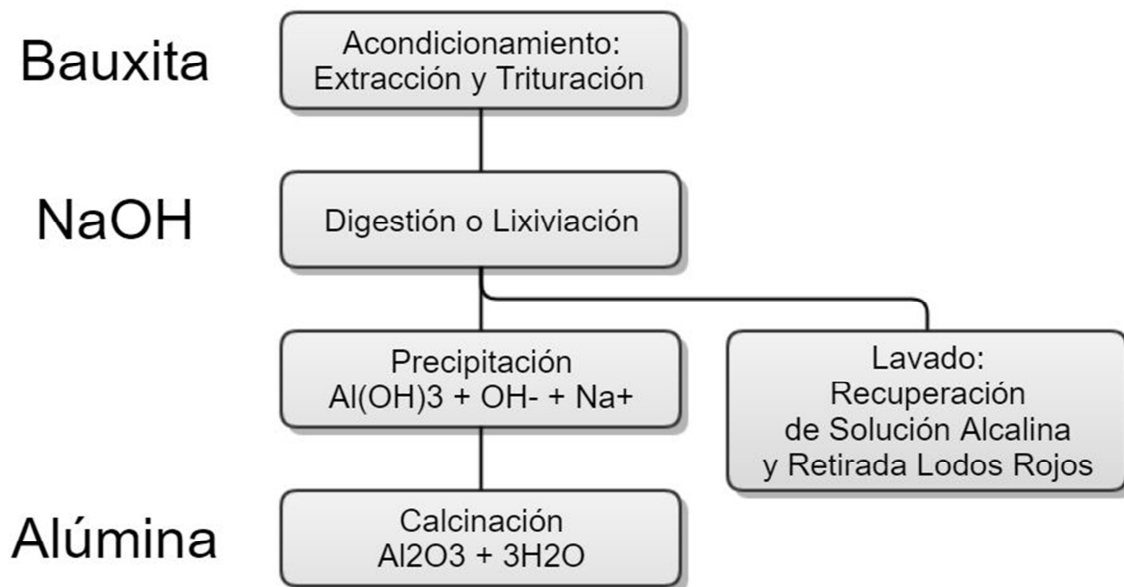
Se tritura la bauxita y luego se lava con una solución caliente de hidróxido sódico (sosa caustica),  $\text{NaOH}$ .

La sosa disuelve los minerales de aluminio pero no los otros componentes de la bauxita, que permanecen sólidos.

Para luego pasar el licor por un precipitado y lavado.

La Disolución y Separación de residuos (después de la Lixiviación y el Precipitado).

El proceso final: la Calcinación.



---

### Alúmina

La alúmina es un material cerámico muy versátil (de color blanco tiza de consistencia similar a la arena fina), sus propiedades la hacen especialmente apta para aplicaciones en donde la temperatura es un factor crítico.

Su dureza ha permitido darle forma a la industria del abrasivo.

La bauxita es el mineral más utilizado en la fabricación de alúmina.

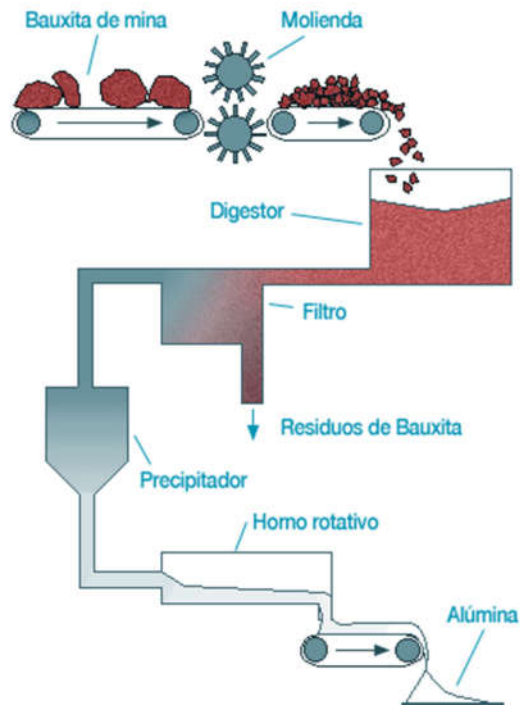
Este compuesto, de fórmula  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , se emplea para usos muy diversos: producción de corindón (Aluminio), fabricación de piedras semipreciosas (rubí, zafiro...), fabricación de materiales cerámicos resistentes a elevadas temperaturas, desecantes, abrasivos, entre otros...

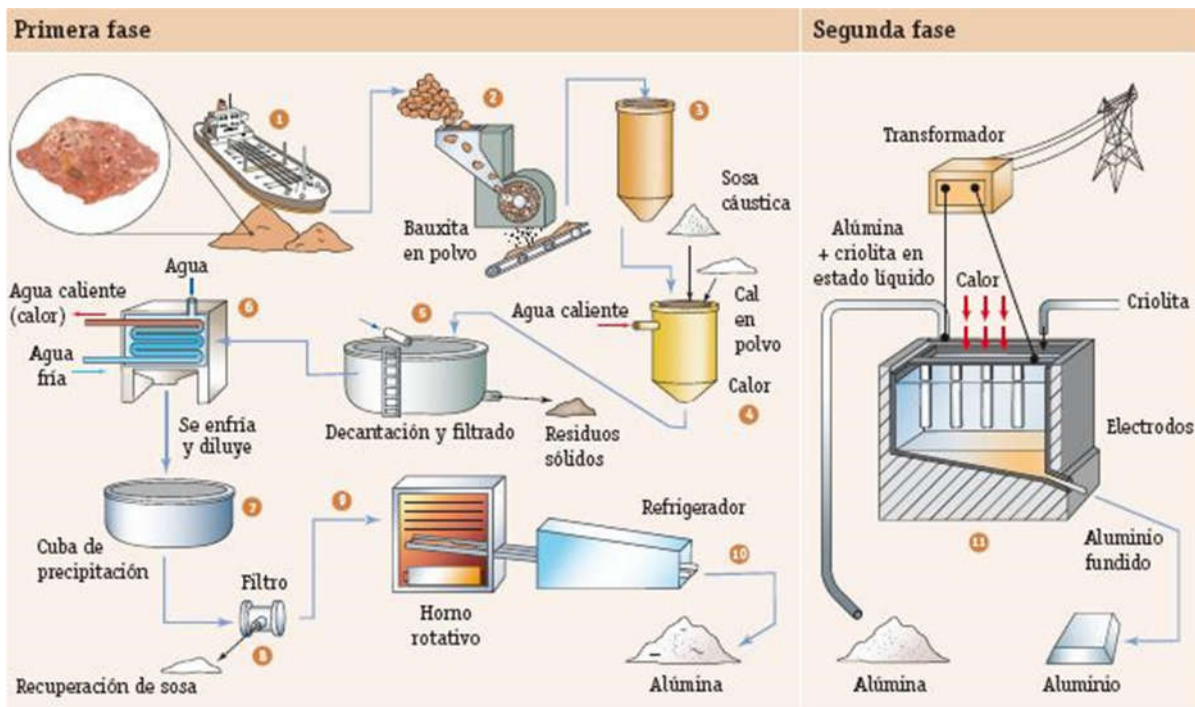
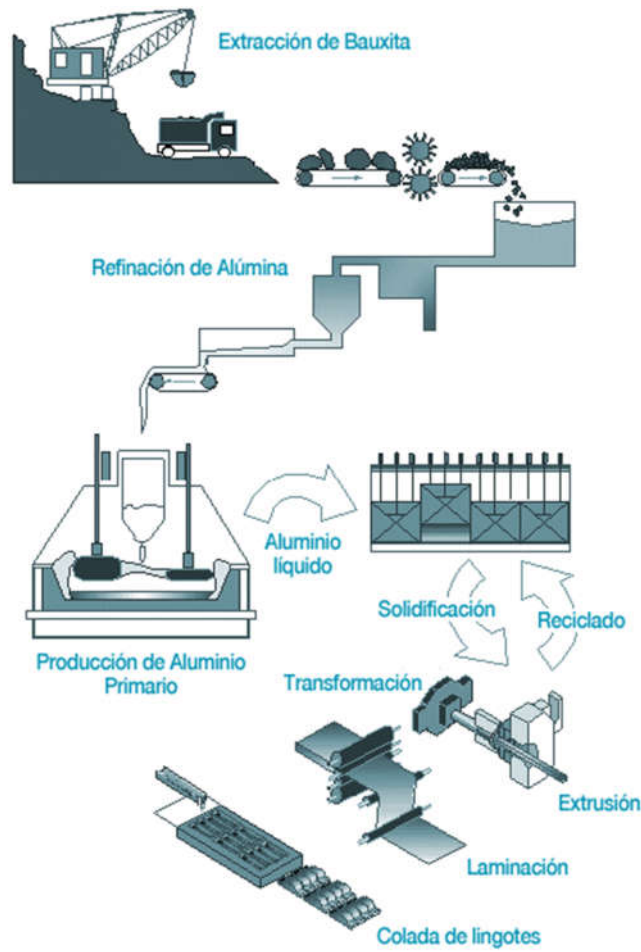
### Uso final previsto

La alúmina obtenida se utilizara principalmente para producir aluminio mediante electrolisis procesada en tinas electrolíticas llamadas celdas reductoras. Estas tinas funcionan como un baño de ciorita (fluoruro de aluminio sódico), el ánodo es un electrodo de carbón y el cátodo es la misma tina. En estas tinas se obtiene el aluminio metálico.



El aluminio obtenido de las celas reductoras es moldeado y procesado en hornos de concentración para la obtención de aluminio de alta calidad. Estos mismos hornos se pueden utilizar para el reciclado de aluminio.





### Características principales

El aluminio es estable al aire y resistente a la corrosión por el agua de mar, a muchas soluciones acuosas y otros agentes químicos.

Propiedades del Aluminio	
Símbolo	Al
Número atómico	13
Valencia	3
Densidad (g/ml)	2,70
Punto de ebullición (°C)	2450
Punto de fusión (°C)	660
Apariencia	Plateado

### Reciclaje de aluminio

Para la producción de cada kilogramo de aluminio se requiere 2 kg de alúmina. Para producir 2 Kg. de alúmina se necesitan 4 kg de bauxita.

El aluminio puede ser procesado una y otra vez sin que se pierda su calidad, ahorrando energía y materiales en bruto.

Reciclando un kilogramo de aluminio se pueden ahorrar 8 kilogramos de bauxita, 4 kilogramos de productos químicos y 14 Kw/h de electricidad.

## OBTENCION DEL ACERO

El acero es una aleación de hierro y carbono, en la que el porcentaje de carbono no supera el 2%. Para obtener el acero, todo comienza con el mineral de hierro (pelets) que será utilizado en el alto horno, este se debe extraer de una mina. Los minerales que contienen hierro más utilizados en la actualidad son dos óxidos: la **HEMATITA** ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y **MAGNETITA** ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), y dos hidróxidos: la **LIMONITA** ( $\text{FeO-OH nH}_2\text{O}$ ) y la **SIDERITA** o carbonato de hierro ( $\text{FeCO}_3$ ).



*Hematita*



*Magnetita*



*Limonita*



*Siderita*

Una vez extraídas estas rocas tal cual están en la naturaleza deben ser sometidas a numerosos procesos para poder separar la **MENA** (la parte ferrosa de la roca) de la **GANGA** (la parte no útil de la roca), para lo cual comúnmente se utilizan dos métodos:

- **IMANTACION:** se tritura la roca y se hace pasar por un campo magnético aquellos productos que contengan hierro se separarán de las otras rocas.
- **SEPARACION POR DENSIDAD:** una vez triturada, la roca se sumerge en agua. Al tener la mena distinta densidad que la ganga, ésta se separa del mineral de hierro.

Una vez separación la mena de la ganga, se la somete a un proceso por el que se forma una especie de aglomerado de mineral llamado **PELETS**. Estos se transportan a la planta siderúrgica donde se procesarán en el **ALTO HORNO**.

En la actualidad, los productos ferrosos se obtienen, casi en su totalidad, de dos maneras, dependiendo de la materia prima empleada. Estos procedimientos son a través del **ALTO HORNO** (usando mineral de hierro), y a través del **HORNO ELECTRICO** (usando chatarra y/o arrabio).

El alto horno es una instalación industrial donde se transforma el mineral de hierro en **ARRABIO**. Un alto horno es un horno de cuba, formado por dos conos troncados unidos por sus bases mayores. El tronco superior recibe el nombre de **CUBA**, y el inferior se llama **ETALAJES**, la zona intermedia se llama **VIENTRE**. La parte interior del horno está recubierta por un material no metálico y resistente al calor, como asbesto o ladrillos refractarios y la exterior es de chapa de acero, entre ambas capas se dispone un circuito de refrigeración. En la parte inferior hay varias aberturas por donde se fuerza que pase el aire a más de 1800°C para encender el **COQUE**.

El horno es alimentado con una mezcla de mineral de hierro (pelets) (60%), **CARBON DE COQUE** (30%) y **FUNDENTE** (10%). Mediante una cinta transportadora esta mezcla se lleva hasta una tolva situada en la parte superior del horno, llamada **TRAGANTE**. En ella hay un mecanismo de trampillas que permite la entrada de la materia prima evitando que escapen al exterior gases, humos y sustancias contaminantes.



*Pelets de mineral de hierro*



*Carbón de coque*

- **CARBON DE COQUE:** Su misión es la siguiente:
  - Combustible, aportando el calor necesario para la fusión de la mena.
  - Soportar el peso de la materia introducida. Esto permite que no se aplaste.
  - Responsable de la permeabilidad de la materia introducida, dada su gran porosidad.
  - Reductor de los óxidos de hierro.



*Fundente (piedra caliza)*

- **FUNDENTE:** Compuesto por cal (piedra caliza) su misión es:
  - Reaccionar con la ganga que haya podido quedar en el mineral, arrastrándola a la parte superior de la masa líquida y formando la **ESCORIA**.

- Baja el punto de fusión de la mena.
- Bajar el punto de fusión de la ganga para que la escoria sea líquida.

Los altos hornos operan en continuo. Esto quiere decir que la forma de trabajo no consiste en introducir la mezcla con los reactivos dejar que el horno funcione durante un determinado tiempo y que haya que detenerlo para extraer los productos. En un alto horno se introducen las materias primas solidas por la parte superior y los productos, más densos, se extraen por la parte inferior de forma continua. Esto hace que la mezcla de entrada vaya cayendo hacia zonas más bajas del horno y que sucesivamente vaya pasando por la cuba, el vientre y el etalajes. Esto quiere decir que el alto horno no se detiene, en el unico caso en el que se detiene es para mantenimiento y/o reparacion.

Por la parte inferior del horno se inyecta por unas **TOBERAS** aire caliente. Este aire reacciona en la zona de etalajes con el coque, el coque se transforma en CO generando una temperatura de 1800°C. Con esta temperatura la carga llega en la zona inferior del horno a la temperatura de fusión del hierro y debido a la diferencia de densidades entre el hierro y la **escoria** estos quedan separados en el fondo del horno, en una zona llamada **CRISOL**. El hierro fundido queda en la capa inferior del crisol y la escoria en la superior. Posteriormente se rompe (pincha) el tapón cerámico que obtura la **PIQUERA** de arrabio y es sangrado el horno, extrayéndose el hierro de primera fusión, hierro colado o arrabio y a continuación la escoria.

El arrabio se vierte en grandes recipientes llamados **CUCHARAS**, éstas pueden ser abiertas o cerradas (**TORPERDO**), que es un vagón semicerrado recubierto en su interior por ladrillos refractarios que mantienen el arrabio fundido, mientras es transportado hasta el horno de afinado LD, donde le quitarán al arrabio las impurezas que todavía contiene y que lo hacen poco adecuado para el uso industrial.

Las escorias obtenidas son empleadas en la fabricación de abonos agrícolas, como materia prima en la producción de cemento y en la fabricación de aislantes térmicos y acústicos.

Por la parte superior de la cuba salen unos gases provenientes de la combustión que tras ser filtrados, para quitarle impurezas, son empleados como combustibles en unos cambiadores de calor llamados recuperadores Cowper y también se utilizan para calentar el oxígeno que es luego inyectado por las toberas.

# ALTOS HORNOS

El hombre aprovecha el mineral de hierro que se extrae de la tierra para conseguir ciertos materiales que luego se emplean habitualmente en nuestra sociedad. Pero la forma de fabricar estos productos ha cambiado mucho a lo largo del tiempo. Los altos hornos de carbón vegetal ya se utilizaban hace 600 años en la producción de hierro y en épocas más modernas se construyen estructuras cilíndricas de acero que alcanzan cerca de 10 metros de ancho en su base y 30 de altura. Como resultado final se consigue material para fundirse en lingotes y para la fabricación de acero, una aleación de hierro que resulta más dura, presenta una mayor resistencia a la corrosión y tiene mejor maleabilidad.

## OBTENCIÓN DEL MATERIAL

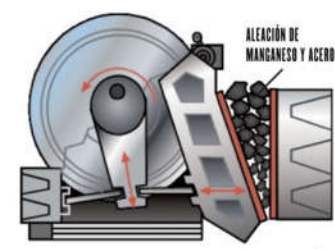
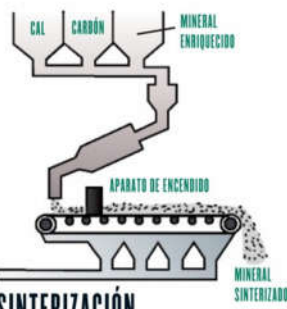
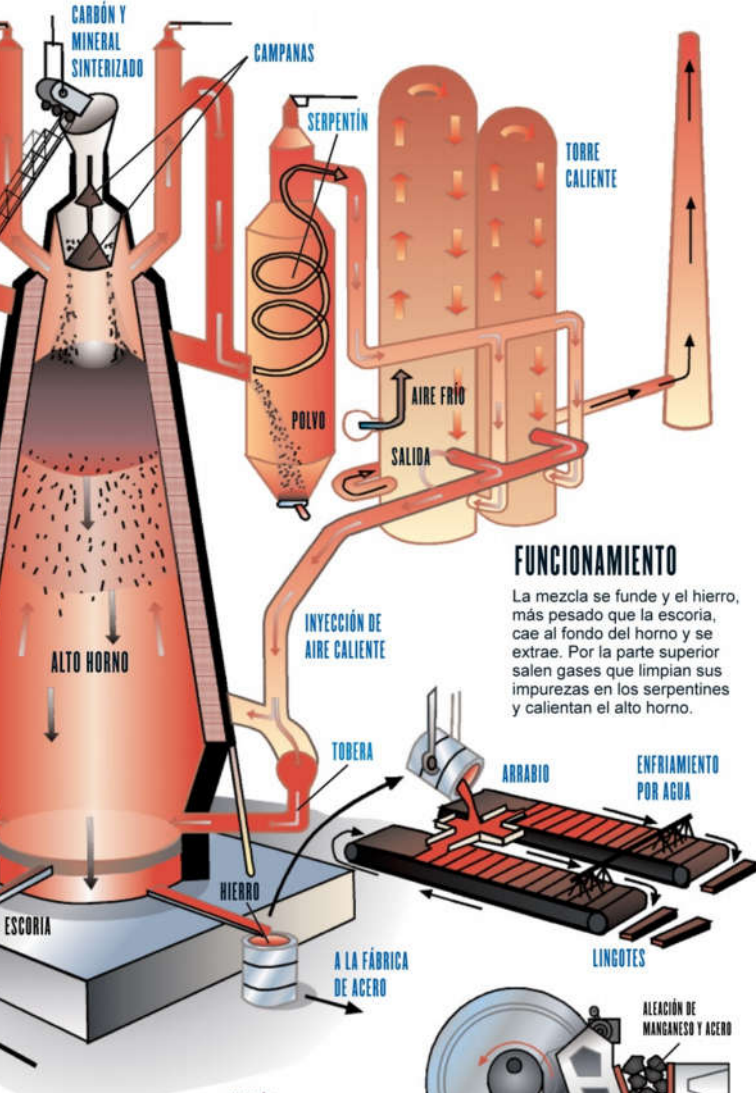
En el alto horno, cuya chimenea se recubre de ladrillo refractario, el hierro se expone a una alta temperatura, pierde el oxígeno y se obtiene el arrabio, que contiene un 96% de mineral. Con un montacargas inclinado, se echa una mezcla del material con carbón.

## LLENADO Y ENCENDIDO

La mezcla cae al alto horno a través de dos campanas que se abren. Debajo, unas toberas inyectan aire a 1.000° C que quema el carbón.

## DENSIDAD

Un canal con agua posibilita la separación de la ganga (menos densa, por lo que flota) y la mena (que cae al fondo por ser más pesada).





El hierro colado o arrabio obtenido del alto horno es un producto que todavía no está listo para ser utilizado industrialmente. Por un lado contiene impurezas como Azufre o Silicio. Por otro lado contiene un porcentaje demasiado alto de carbono y por último todavía arrastra restos de óxidos de hierro. Todas estas sustancias hacen que las propiedades del producto no sean las deseables. Es necesario pues tratar este hierro, el proceso por el que esto se lleva a cabo se llama **COLADO**.

En la actualidad existen dos métodos diferentes para realizar el colado del arrabio. Por un lado está el método **CONVERTIDOR LD** y por otro el **HORNO ELECTRICO**.

El **CONVERTIDOR LD** u **Horno de afinado de oxígeno básico** es un sistema que está formado por una olla de acero recubierta en su interior con material refractario en la que se deposita el arrabio a tratar. A través de una lanza situada en la parte superior se inyecta oxígeno al recipiente. Debido a las altas temperaturas de trabajo, la lanza se enfría continuamente a través de serpentines de agua interiores para evitar que se funda. La carga y la descarga de la olla se hacen por la parte superior por lo que la olla está montada en ejes rotatorios que permiten su volcado.

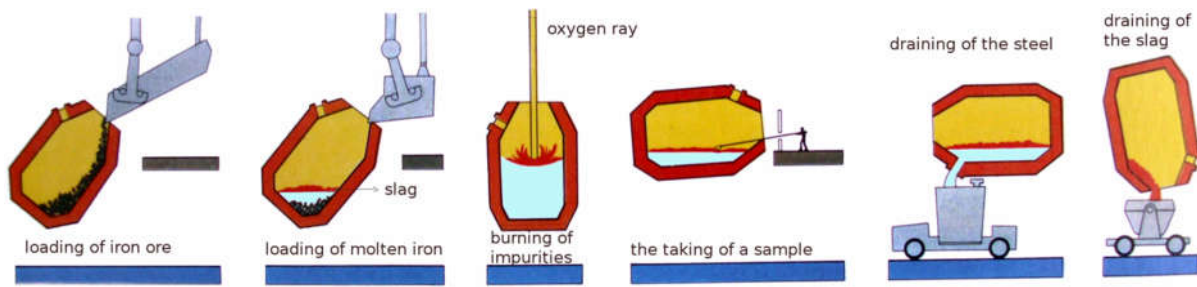
Cuando el horno se ha cargado de arrabio procedente del torpedo y con chatarra seleccionada se coloca en posición vertical, se hace descender en su interior la lanza de oxígeno hasta unos 2 m por encima de la carga. A continuación se inyectan en el horno gran cantidad de oxígeno a elevada presión. El oxígeno reacciona con el carbono y otros elementos no deseados e inicia una reacción que quema con rapidez las impurezas del arrabio produciendo una escoria. Esta, al tener menor densidad, se sitúa en la parte superficial.

Normalmente el chorro de oxígeno contiene polvo de piedra caliza que sirve para eliminar impurezas, entre las que destaca el fósforo.

Terminado el proceso se inclina el horno para extraer la escoria, quedando abajo el acero afinado.

Una vez obtenido el acero afinado, se le pueden añadir los elementos que formarán las distintas ferroaleaciones, o bien hacerlo más tarde cuando el acero afinado sea vertido en la cuchara. El proceso tarda unos 50 minutos, y estos sistemas están dimensionados para poder producir unas 275 toneladas de acero por hornada.

Una de las grandes ventajas que desde un principio se observó en estos convertidores fue su capacidad para aceptar hasta un 20% de "chatarra junto con la carga de arrabio líquido.



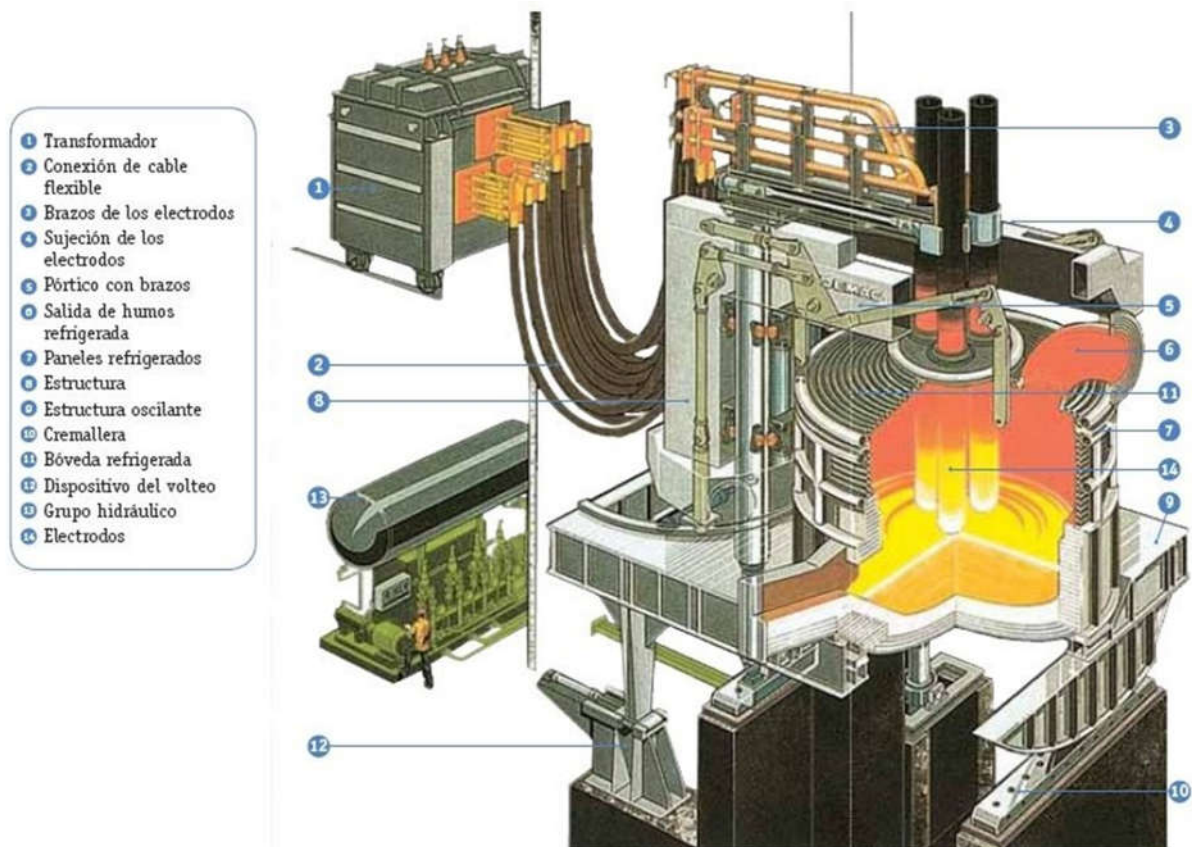
*Convertidor LD*

El **HORNO ELECTRICO** es un sistema en el cual el calor aportado procede de un arco eléctrico que se hace saltar entre unos electrodos de grafito y la superficie de la chatarra con que se carga el horno, la resistencia del metal al flujo de corriente genera calor, que junto con el producido por el arco eléctrico funde el metal con rapidez. Las condiciones de afinado pueden ser estrictamente reguladas.

Cada hornada produce en torno a 100 toneladas metricas y el proceso tarda en torno a una hora.

Los hornos eléctricos se emplean para producir acero inoxidable y aceros aleados de extraordinaria calidad que deben ser fabricados según especificaciones muy exigentes. El afinado se produce en una cámara hermética, donde los parámetros que intervienen en el proceso son controlados rigurosamente con dispositivos automáticos. En las primeras fases de este proceso de refinado se inyecta oxígeno de alta pureza a través de una lanza, lo que aumenta la temperatura del horno y disminuye el tiempo necesario para producir el acero. La cantidad de oxígeno inyectado se puede regular con precisión, lo que evita oxidaciones no deseadas.

La carga es chatarra seleccionada, porque su contenido en aleaciones afecta a la composición del acero afinado. También se añaden otros materiales, como pequeñas cantidades de mineral de hierro y fundente, para contribuir a eliminar el carbono y otras impurezas. Los elementos adicionales para la **ALEACION** se introducen con la carga o después, cuando se vierte a la cuchara el acero afinado.



*Horno Electrico*

Una vez afinado, el acero se vierte sobre una cuchara recubierta de material refractario. Llega ahora el momento de transformar el producto obtenido y que todavía está fundido en láminas o piezas de acero sólido a partir de las cuales poder fabricar los objetos que sea necesario. Este proceso recibe el nombre de **COLADA** y puede hacerse de dos formas, **CONVENCIONAL** o **CONTINUA**.

La **COLADA CONVENCIONAL** es uno de los procesos más antiguos que se conocen para trabajar los metales. El proceso consiste en dar forma a un objeto al verter el material líquido en una cavidad formada por un bloque de arena aglomerada u otro material que se llama **MOLDE** y dejar que se solidifique el líquido.



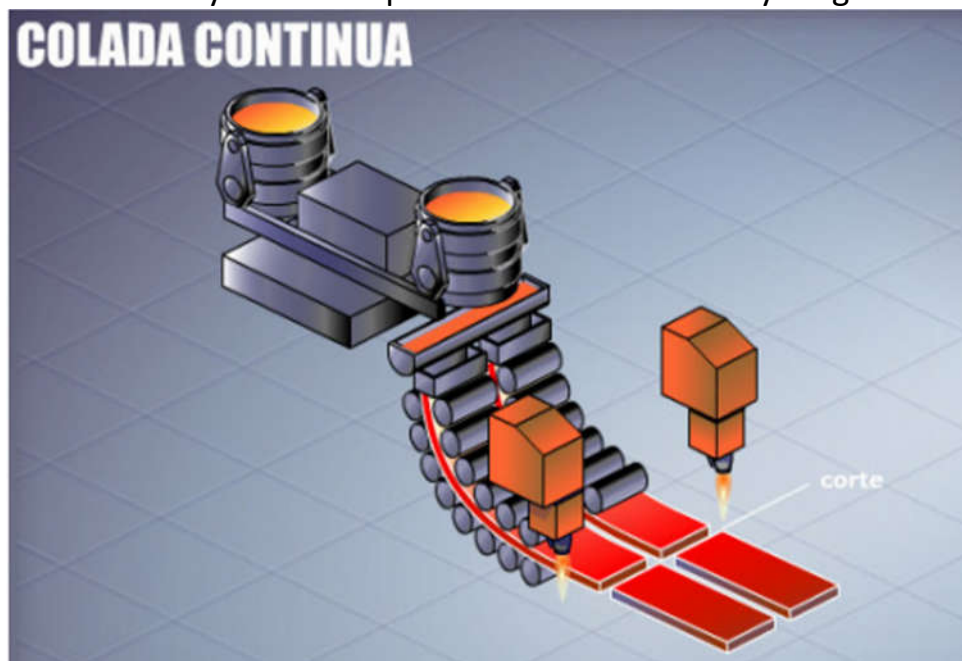
*Colada convencional*

La **COLADA CONTINUA** solo se utiliza cuando se requiere un material de sección constante y en grandes cantidades.

En este método el contenido de la cuchara se vierte en un crisol que mediante una válvula va suministrando una cantidad constante de arrabio sobre un molde con la forma requerida. Por gravedad el material fundido pasa por el molde. Mediante un sistema de refrigeración por agua, a medida que el acero se va alejando del punto de vertido se va convirtiendo en un material pastoso que adquiere la forma del molde.

Posteriormente el material es conformado al hacerlo pasar por una serie de rodillos que al mismo tiempo lo arrastran hacia la parte exterior del sistema. Una vez conformado el material con la forma necesaria y con la longitud adecuada el material se corta y almacena.

Este es un método muy útil para fabricar perfiles, varillas y barras de diferentes secciones y láminas o placas de varios calibres y longitudes.



*Colada continua*

## MEMORIA TECNICA





**Pieza: Ala y Base**

**Materia Prima:** Aluminio

**Aleación:** 6061 - T6

**Propiedades Mecánicas:**

El aluminio 6061 es una aleación de aluminio endurecido que contiene como principales elementos aluminio, magnesio y silicio. Originalmente denominado "aleación 61S" fue desarrollada en 1935.<sup>1</sup> Tiene buenas propiedades mecánicas y para su uso en soldaduras. Es una de las aleaciones más comunes de aluminio para uso general, especialmente estructuras de alta resistencia que requieran un buen comportamiento frente a la corrosión, camiones, barcos, vehículos ferroviarios, mobiliario y tuberías.<sup>2</sup>

Se emplea comúnmente en formas pre templadas como el 6061-O y las templadas como el 6061-T6 y 6061-T651.

**Propiedades básicas:**

El aluminio 6061 tiene una densidad de 2,70 g/cm<sup>3</sup>.

<b>Material Properties</b>	
Base Metal Price	16 % rel
Brinell Hardness	95
Calomel Potential	-740 mV
Density	2.7 g/cm <sup>3</sup> (170 lb/ft <sup>3</sup> )
Elastic (Young's, Tensile) Modulus	69 GPa (10 x 10 <sup>6</sup> psi)
Electrical Conductivity	43 % IACS
Electrical Resistivity Order of Magnitude	-7 10 <sup>x</sup> Ω-m
Elongation at Break	8.8 %
Fatigue Strength (Endurance Limit)	96 MPa (14 x 10 <sup>3</sup> psi)
Melting Onset (Solidus)	580 °C (1080 °F)
Modulus of Resilience (Unit Resilience)	530 kJ/m <sup>3</sup>
Poisson's Ratio	0.33
Shear Modulus	26 GPa (3.8 x 10 <sup>6</sup> psi)
Shear Strength	210 MPa (30 x 10 <sup>3</sup> psi)
Specific Heat Capacity	900 J/kg-K
Strength to Weight Ratio	110 kN-m/kg
Tensile Strength: Ultimate (UTS)	310 MPa (45 x 10 <sup>3</sup> psi)
Tensile Strength: Yield (Proof)	270 MPa (39 x 10 <sup>3</sup> psi)
Thermal Conductivity	170 W/m-K
Thermal Diffusivity	70 m <sup>2</sup> /s
Thermal Expansion	23 μm/m-K
Unit Rupture Work (Ultimate Resilience)	26 MJ/m <sup>3</sup>

The length of each bar compares the given value to the highest value in the database.

Composicion		
Elemento	Mínimo (%)	Máximo (%)
Aluminio (Al)	95,9	98,6
Magnesio (Mg)	0,8	1,2
Silicio (Si)	0,4	0,8
Hierro (Fe)	0	0,7
Cobre (Cu)	0,15	0,4
Cromo (Cr)	0,04	0,35
Zinc (Zn)	0	0,25
Manganeso (Mn)	0	0,15
Residuales	0	0,15
Titanio (Ti)	0	0,15

### 6061-T6:

La forma templada T6 presenta una resistencia máxima a la tracción de 290 MPa y un límite elástico de 241 MPa. Otros valores que pueden alcanzarse son 310 MPa y 275 MPa respectivamente. En formas de 6.35 mm o menor sección, la elongación es del 8% o más; en secciones mayores la elongación ronda el 10%. La forma templada T651 tiene propiedades mecánicas similares. La famosa placa que lleva la sonda Pionner está hecha de esta aleación.

El valor típico de conductividad térmica para la 6061-T6 a 80°C se encuentra alrededor de los 152 W/(m K). Una hoja de características del material define los límites de fatiga para cada muestra en 500.000.000 ciclos de carga de 100 MPa usando una máquina de test estándar RR Moore. Esta aleación no muestra en su gráfica S-n un punto de inflexión bien definido, por lo que existe un debate sobre a cuántos ciclos equivale la "vida infinita". También tenga en cuenta el valor real del límite de fatiga para una aplicación puede verse seriamente afectado por factores convencionales de carga, la pendiente y el acabado superficial.

Se emplea habitualmente en la construcción de los cuadros y otros componentes de bicicletas.

En la fabricación de carretes para la pesca con mosca

Junto con la aleación de aluminio 7075, se emplea frecuentemente en sistemas de supresión de sonido (silenciadores), fundamentalmente en armas cortas para reducir el peso y ganar funcionalidad.



**Pieza: Perno Principal y Eje**

**Materia Prima:** Barra de acero

**Tipo de Acero:** SAE 4340 (acero Cromo - Níquel - Molibdeno)

**Propiedades Mecánicas:**

Acero de medio carbono aleado con Cr-Ni-Mo. Posee buena resistencia a la fatiga, alta templabilidad, excelente tenacidad, regular maquinabilidad y baja soldabilidad. No presenta fragilidad de revenido. Apto para piezas y herramientas de grandes exigencias mecánicas.

Composición química (%)	
Carbono (C)	0,38 - 0,43
Manganeso (Mn)	0,60 - 0,80
Silicio (Si)	0,15 - 0,35
Fosforo (P)	0,035 Máx.
Azufre (S)	0,04 Máx.
Cromo (Cr)	0,70 - 0,90
Níquel (Ni)	1,65 - 2,00
Molibdeno (Mo)	0,20 - 0,30

**Propiedades:**

- Conserva la dureza y resistencia a alta temperatura debido al cromo, manganeso y molibdeno.

- Mejora la resistencia al desgaste de la superficie endurecida y la tenacidad del núcleo debido al cromo, níquel, molibdeno y manganeso.

- Tienen alta templabilidad hasta en medidas grandes proporcionada por el cromo, níquel, manganeso y molibdeno.

Son menos susceptibles al fragilizado, debido al revenido, lo que permite recocerlo a altas temperaturas para eliminar tensiones debido al efecto del cromo, níquel y molibdeno.

- Altamente resistente a la tracción, torsión y a cambios de flexión, debido al efecto de manganeso, molibdeno y el carbono.

- Puede utilizarse para trabajo en caliente ( $T < 400^{\circ}\text{C}$ ).

- Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a rotura de revenido, debido al cromo, níquel y manganeso.

**Aplicaciones:**

Piezas y herramientas sometidas a las más grandes exigencias y a los más altos esfuerzos estáticos y dinámicos.

- Se usa mucho en la industria de la aeronáutica para las partes estructurales del ensamble de las alas, fuselaje y tren de aterrizaje, ejes para hélices de aviones.

- Partes de maquinarias y repuestos de mayores dimensiones sometidos a altos esfuerzos dinámicos como pernos y tuercas de alta tensión, cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes de bombas, tornillos sin fin, rodillos de transportadora, vástagos, pines, brazos de dirección, discos de embrague.

De uso en Matrices de grandes masas para estampar en caliente (bielas, cigüeñales).

Tratamiento térmico Valores en °C		
Forjado	850 - 1100	
Normalizado	870 - 900	
Revenido	530 - 670	
Recocido	750 - 850	
Templado	Aceite	840 - 880

Propiedades mecánicas	
	Bonificado
Resistencia a la tracción	95 - 105 kgf/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia	60 - 74 kgf/mm <sup>2</sup>
Dureza (HB)	280 - 340
Elongación	10 - 18 %

## ANALISIS DE EFUERZOS



## **CONFORMADO: ALA y BASE**

Tanto el ala como la base se conforman de la misma manera y del mismo material.

### **Moldeo y machería**

Se utiliza un molde de metal, si bien este molde no brinda un control dimensional preciso, este favorece a la hora de producir grandes cantidades. Dicho molde se encuentra fijo a una máquina automática. Solo en el caso del ala, se le coloca un noyó de acero en el centro, que termina siendo el eje. El noyó se utiliza para que la pieza obtenida luego de la colada, no requiera grandes procesos de arranque de viruta para generarle el eje central.

### **Fusión y colada**

La máquina se coloca en posición horizontal y abre el molde por la mitad, un operario le inserta los noyós (ejes), esta se cierra. Un operario coloca aluminio fundido en la máquina, esta se coloca en posición vertical, logrando que el aluminio llegue a cada parte del molde.

### **Desmolde**

Luego de la colada, se lo deja 2-3 minutos enfriar para que el metal solidifique.

El desmolde de las piezas fundidas se produce con la separación del molde, las piezas salen en lo que se llama árbol, ya que todas las piezas están unidas entre sí por canales de irrigación.

Una vez sacado el árbol, se lo deja enfriar aún más para que solidifique por completo.

### **Corte y desmazarotado**

Una vez frío el árbol este es preparado para el proceso de corte y desmazarotado, para eliminar las entradas y canales de alimentación de la pieza (bebedero), las mazarotas y los canales de comunicación internos.

Las operaciones de corte: corte con soplete, mediante cañones de golpeo, electrodos de arco-aire.

### **Tratamientos térmicos**

La pieza fundida en bruto de colada es sometida a unos tratamientos térmicos especiales, con el fin de alcanzar las características mecánicas de resistencia, dureza y tenacidad.

Se les realizan tratamientos térmicos de temple en hornos de calentamiento a gas natural para llevar el ala al grado T6.

La medición de las características mecánicas logradas en el acero como la resistencia a la tracción, carga de rotura, resiliencia y dureza son realizadas en los diferentes equipos de ensayo y análisis del laboratorio mecánico y metalográfico.

### **Rebabado**

Una vez realizado el tratamiento térmico, las piezas pasan al proceso de rebabado.

En este proceso se realizan las operaciones para eliminar las rebabas existentes en la pieza.

La rebaba se genera debido a que la unión del molde no es hermética.

### **Granallado**

Estas piezas se introducen en una granalladora, donde se eliminan los bordes filosos que pueden haber quedado, gracias a la proyección de granalla de acero a gran velocidad.

### **Mecanizados**

El proceso total de fabricación de las piezas de fundición de aluminio termina con el acabado final de las piezas, que consiste en la mecanización de las piezas fundidas hasta obtener las medidas y tolerancias solicitadas por el cliente.

Las principales operaciones de mecanizado que se realizan son: desbastes y torneados, fresados, taladrados y equilibrados, todos mediante una maquina CNC por medio de arranque de viruta.

### **Tratamiento superficial - Pintura**

El proceso de pintura de protección que se da al aluminio es conocido con el nombre de lacado y consiste en la aplicación de un revestimiento orgánico o pintura sobre la superficie del aluminio. Existen diferentes sistemas de lacado para el aluminio

El lacado, que se aplica a los perfiles de aluminio, consiste en la aplicación electrostática de una pintura en polvo a la superficie del aluminio. Las pinturas más utilizadas son las de tipo poliéster por sus características de la alta resistencia que ofrecen a la luz y a la corrosión.

Los objetivos del lacado son:

- Mejorar el aspecto estético y las propiedades físicas del aluminio.

El proceso de lacado, puede dividirse en tres partes:

- Limpieza de las piezas
- Imprimación de pintura
- Polimerizado

El proceso de lacado exige una limpieza profunda de la superficie del material, con disoluciones acuosas ácidas, para eliminar suciedades de tipo graso. Este proceso consigue una mayor adherencia a las pinturas. Mejora la resistencia a la corrosión y a los agentes atmosféricos.

La imprimación con la pintura deseada se realiza en cabinas equipadas con pistolas electrostáticas. La pintura es polvo de poliéster, siendo atraído por la superficie de la pieza que se laca. Combinando todos los parámetros de la instalación se consiguen las capas de espesor requeridas que en los casos de carpintería metálica suele oscilar entre 60/70 micras.

El polimerizado se realiza en un horno de convección de aire, de acuerdo con las especificaciones de tiempo y temperatura definidos por el fabricante de la pintura.

El sistema industrial de lacado puede estar robotizado.

### **Inspección y control**

Todos los procesos de fundición están sometidos a procedimientos específicos de control (control dimensional y visual, durezas, control por partículas magnéticas, rayos X,..), asegurándose que los defectos encontrados en cualquiera de las fases del proceso no pasan a los procesos siguientes.

## CONFORMADO: PERNO PRINCIPAL Y EJE

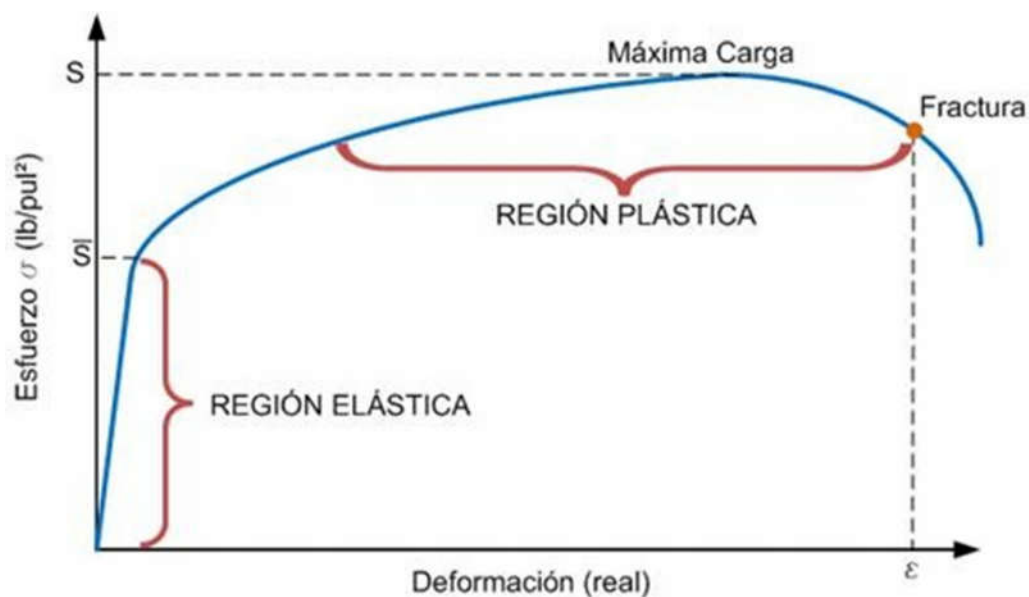
Tanto el perno principal como el eje, se parte de un segmento de una barra de acero cromo vanadio SAE 6195 y mediante la **CONFORMACION EN FRIO** se obtiene el producto.

Los procesos de conformado de metales comprenden un amplio grupo de procesos de manufactura, en los cuales se usa la deformación plástica para cambiar las formas de las piezas metálicas.

En los procesos de conformado, las herramientas, usualmente dados de conformación, ejercen esfuerzos sobre la pieza de trabajo que las obligan a tomar la forma de la geometría del dado.

Debido a que los metales deben ser conformados en la zona de comportamiento plástico, es necesario superar el límite de **fluencia** para que la deformación sea permanente.

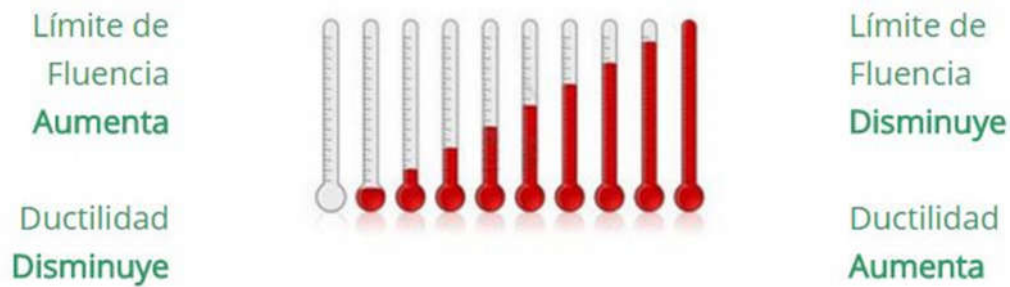
Por lo cual, el material es sometido a esfuerzos superiores a sus límites elásticos, estos límites se elevan consumiendo así la **ductilidad**.



*Curva de Esfuerzo vs Deformación*

### Propiedades metálicas en los procesos de conformado

Al abordar los procesos de conformado es necesario estudiar una serie de propiedades metálicas influenciadas por la temperatura, dado que estos procesos pueden realizarse mediante un trabajo en frío, como mediante un trabajo en caliente.



*Trabajo en frío vs trabajo en caliente*

### **Trabajo en frío**

Se refiere al trabajo a temperatura ambiente o menor. Este trabajo ocurre al aplicar un esfuerzo mayor que la resistencia de cedencia original de metal, produciendo a la vez una deformación.

#### **Características:**

- Mejor precisión
- Menores tolerancias
- Mejores acabados superficiales
- Mayor dureza de las partes
- Requiere mayor esfuerzo

### **Trabajo en caliente**

Se define como la deformación plástica del material metálico a una temperatura mayor que la de recristalización. La ventaja principal del trabajo en caliente consiste en la obtención de una deformación plástica casi ilimitada, que además es adecuada para moldear partes grandes porque el metal tiene una baja resistencia de cedencia y una alta ductilidad.

#### **Características:**

- Mayores modificaciones a la forma de la pieza de trabajo
- Menores esfuerzos
- Opción de trabajar con metales que se fracturan cuando son trabajados en frío

### **PROCESO DE FORJADO**

Este proceso se utiliza para dar una forma y unas propiedades determinadas a los metales y aleaciones a los que se aplica mediante grandes presiones. La deformación se puede realizar de dos formas diferentes: por presión, de forma continua utilizando prensas, o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos pilones.

Los principales tipos de forja que existen son:

- Forja libre
- Forja con estampa
- Recalcado
- Forjado isotérmico

Primero por medio de la forja por impacto lograremos realizarle unas estrías en el eje y en el perno para que luego el aluminio se pueda adherir al mismo.

Luego utilizaremos el peine de rosca para realizar la rosca.

Este tipo de forja consiste en colocar la pieza entre dos matrices que al cerrarse conforman una cavidad con la forma y dimensiones que se desean obtener para la pieza. A medida que avanza el proceso, ya sea empleando martillos o prensas, el material se va deformando y adaptando a las matrices hasta que adquiere la geometría deseada. Este proceso debe realizarse con un cordón de rebaba que sirve para aportar la presión necesaria al llenar las zonas finales de la pieza, especialmente si los radios de acuerdo de las piezas son de pequeño tamaño y puede estar sin rebaba, dependiendo de si las matrices llevan incorporada una zona de desahogo para alojar el material sobrante (rebaba) o no. Se utiliza para fabricar grandes series de piezas cuyas dimensiones y geometrías pueden variar ampliamente. Las dimensiones de estas piezas van desde unos pocos milímetros de longitud y gramos de peso hasta varios metros y toneladas, y sus geometrías pueden ser simples o complejas.

#### Ventajas:

- Mayor rendimiento en el material.
- Mayor precisión en el producto con calidad uniforme.
- Flujo del material más parejo.
- Mejor acabado superficial.
- Mayor resistencia del producto y mejoramiento de su estructura granular.
- Menores requerimientos de espacio para el almacenamiento del producto.
- Tiempos de ajuste drásticamente reducidos.
- Conservación de energía y otros recursos.

### **Tratamientos térmicos del PERNO PRINCIPAL Y EJE**

Se trata de variar la temperatura del material pero sin variar la composición química.

**OBJETIVO:** Mejorar las propiedades de los metales y aleaciones, por lo general, de tipo mecánico. En ocasiones se utiliza este tipo de tratamientos para, posteriormente, conformar el material.

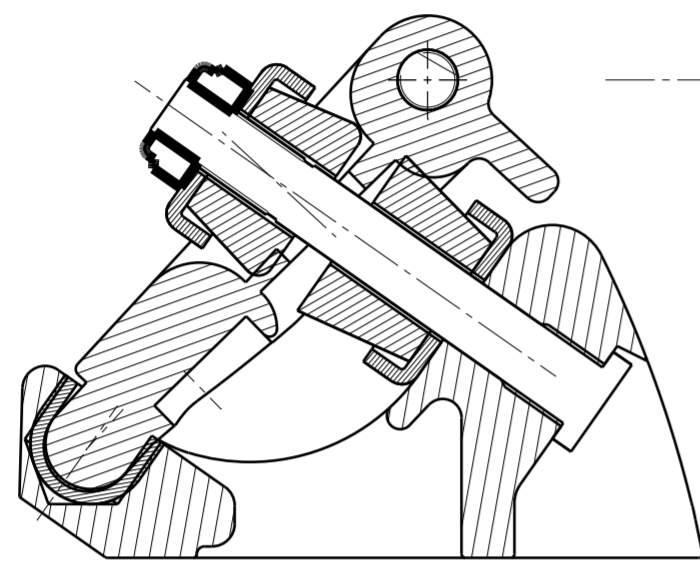
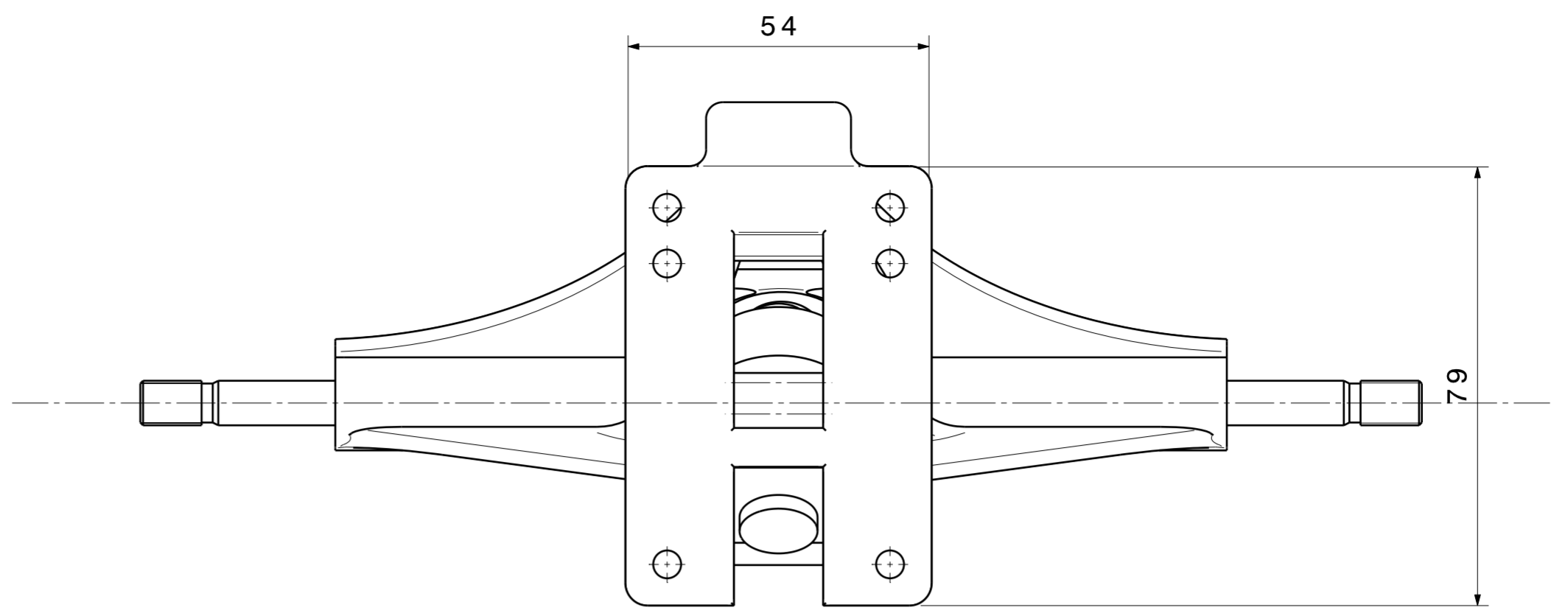
#### **Temple:**

El temple se utiliza para obtener un tipo de aceros de alta dureza llamado martensita. Se trata de elevar la temperatura del acero hasta una temperatura cercana a 1000°C y posteriormente someterlo a enfriamientos rápidos o bruscos y continuos en agua, aceite o aire.

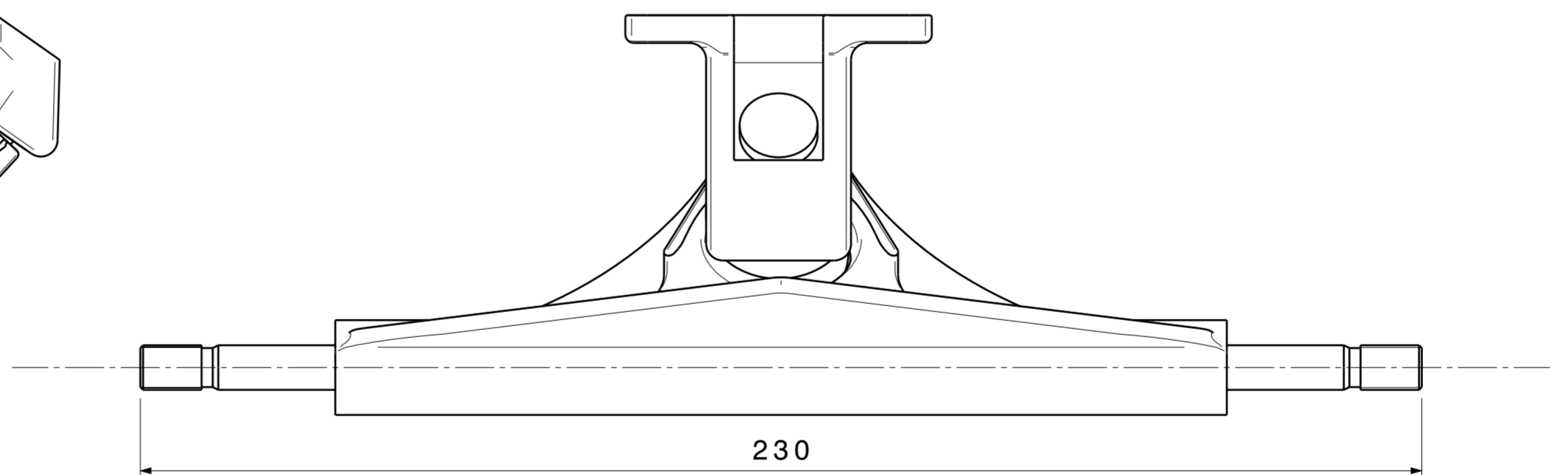
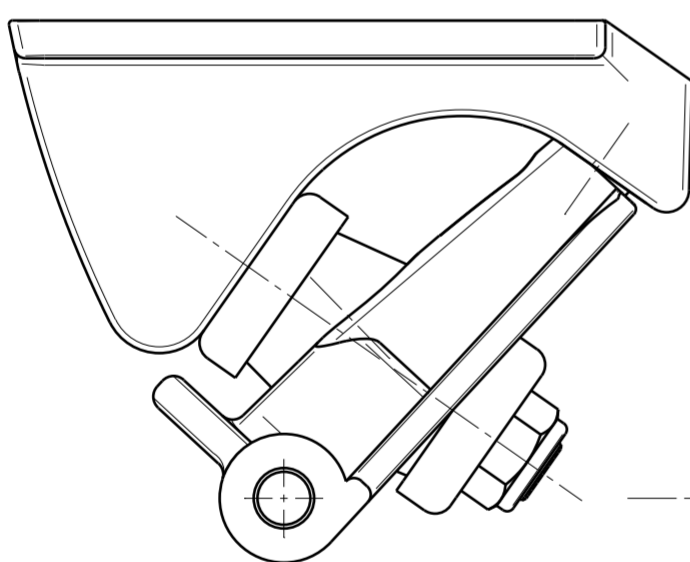
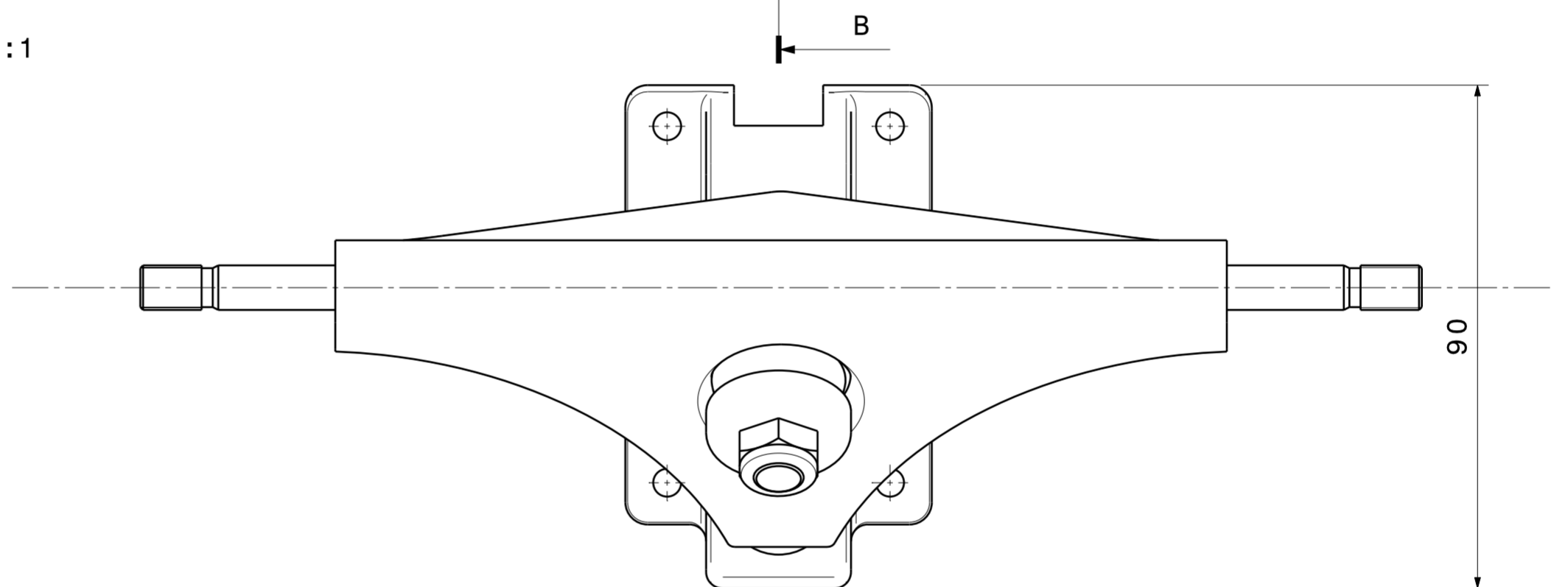
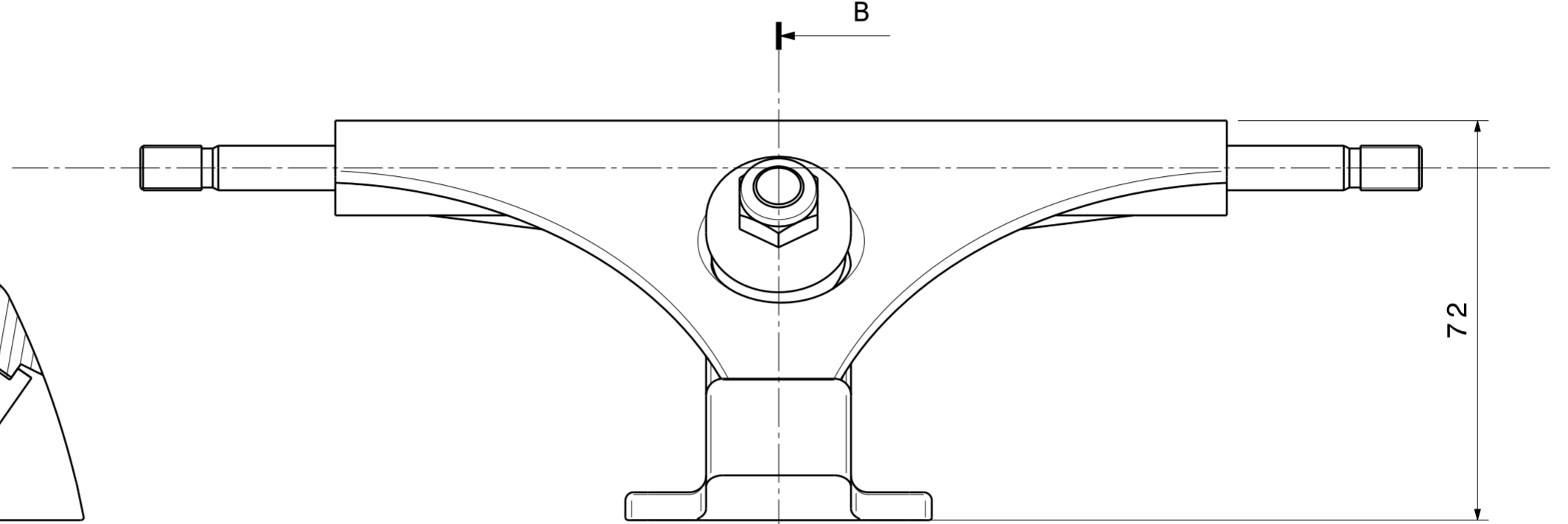


La capacidad de un acero para transformarse en martensita durante el temple depende de la composición química del acero y se denomina templabilidad.

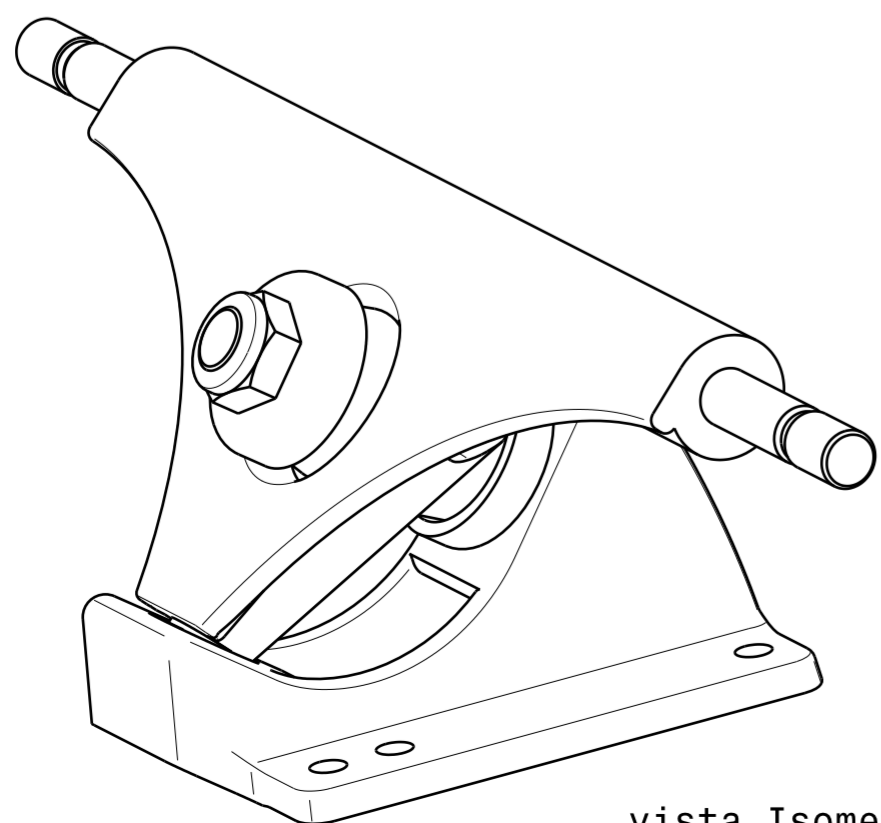
Al obtener aceros martensíticos, en realidad, se pretende aumentar la dureza. El problema es que el acero resultante será muy frágil y poco dúctil, porque existen altas tensiones internas.



Corte B-B  
Escala: 1:1

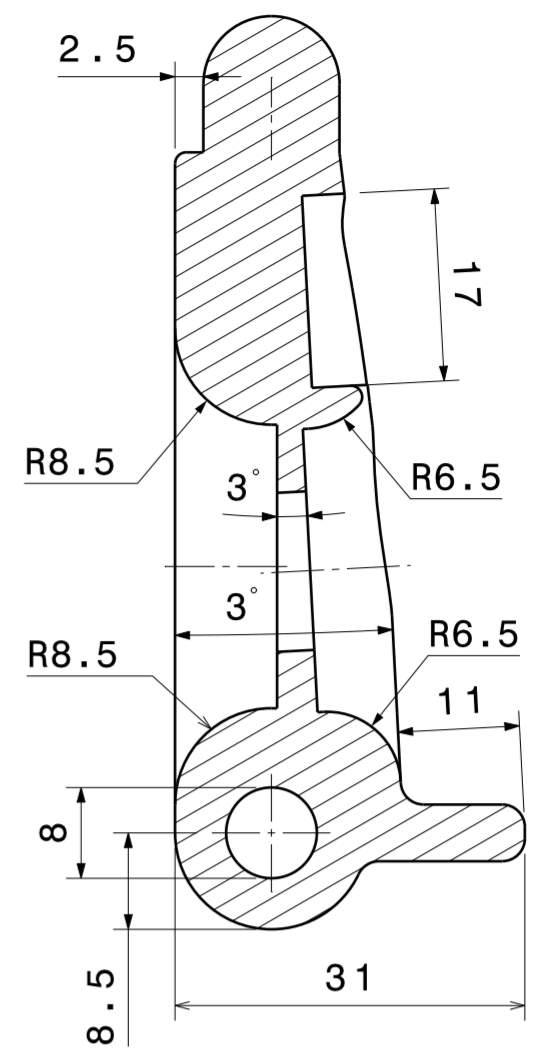
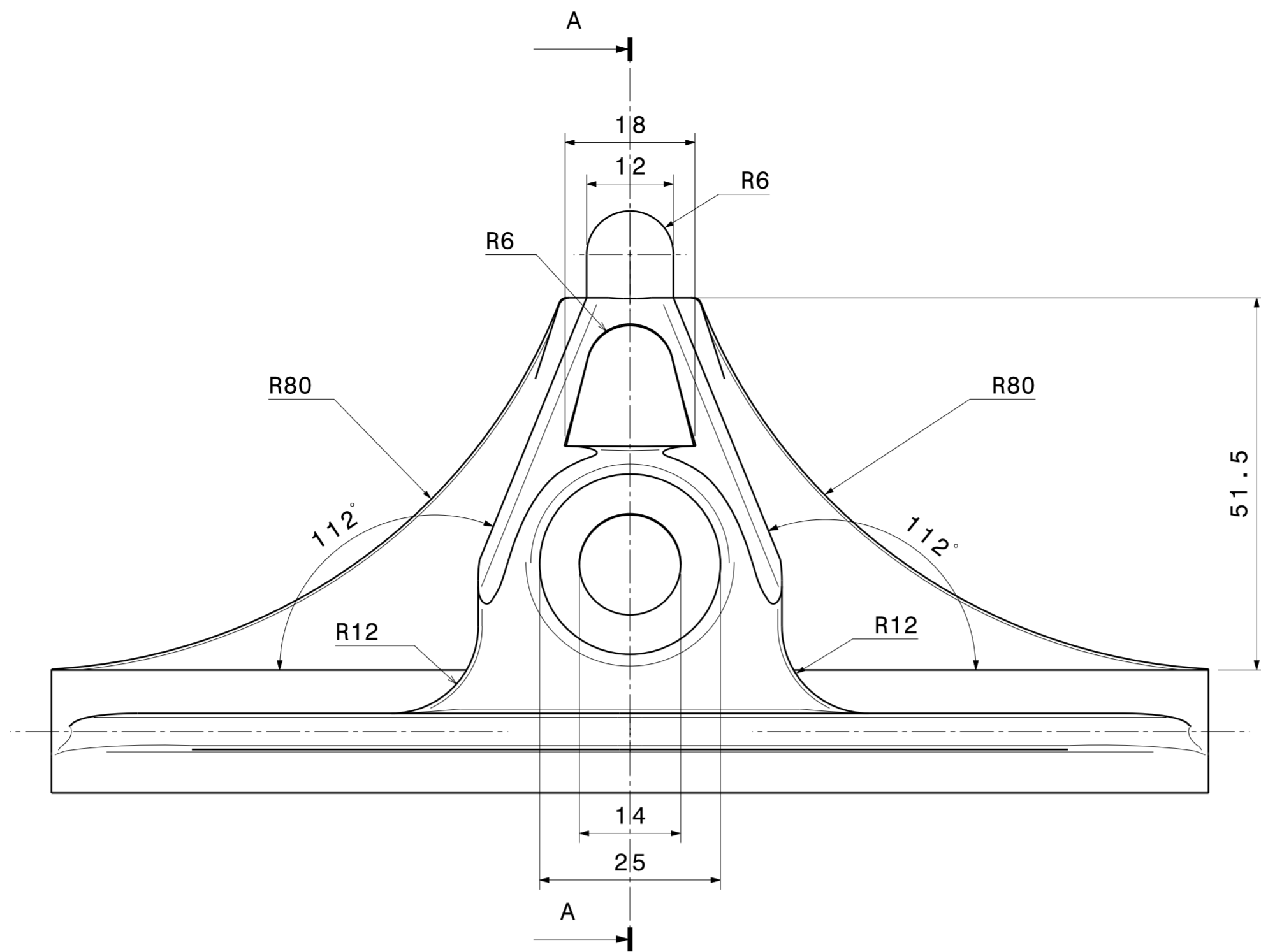


N°	NOMBRE	CANT	DIMENSION	MATERIAL	PROCESO	TERMINACION	VINCULO
1	ALA	1	160x80x30	Aluminio	Fundicion	Epoxi	Fija: 2 Movil: 4,5,6,7,8
2	EJE	1	Ø8x230	Acero	Mecanizado		Fija: 1
3	BAJE	1	90x55x43	Aluminio	Fundicion	Pintado	Fija: 4, 8 Movil: 7
4	PERNO PRINCIPAL	1	Ø9x70	Acero	Mecanizado	STD	Fijo: 3 Movil: 1,5,6,7,9
5	BUJE COPA CHICO	1	CONICO Ø24x14xØ19	Poliuretano	Inyeccion	STD	Movil: 1,4,7
6	BUJE COPA GRANDE	1	CONICO Ø25x16xØ19	Poliuretano	Inyeccion	STD	Movil: 1,4,7
7	ARANDELA COPA	2	Ø26 ESP2	Acero Inoxidable	Punzonado y Estampado	Zincada	Movil: 3,4,5,6,9
8	BUJE PIVOTE	1	Ø16x13.5	Polioximetileno	Inyeccion	STD	Fijo: 3 Movil: 1
9	TUERCA DE SEGURIDAD	1	HEX14x7	Acero	Mecanizado	STD	Movil: 4,7

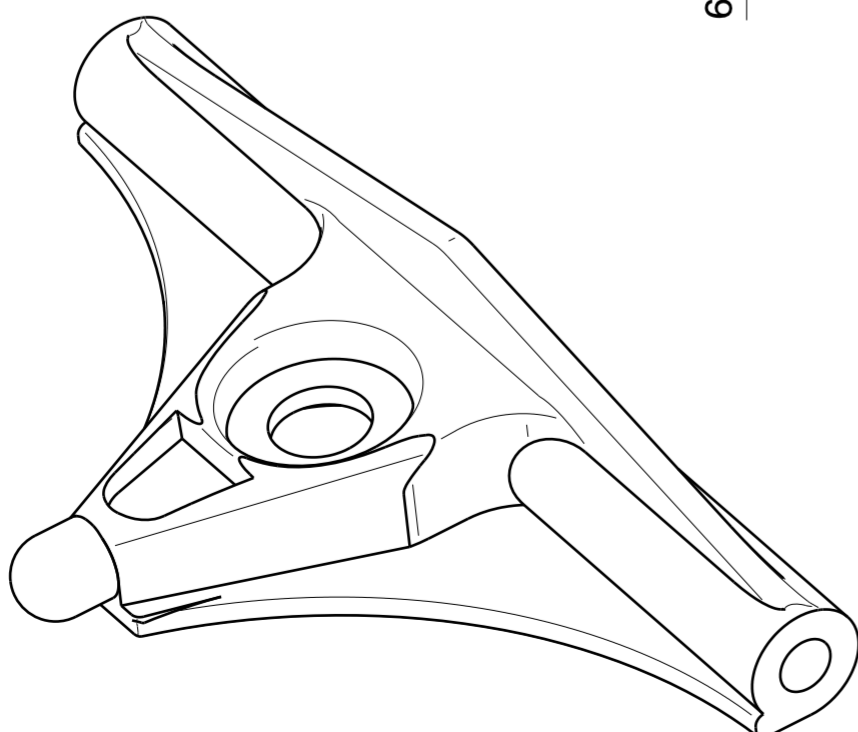
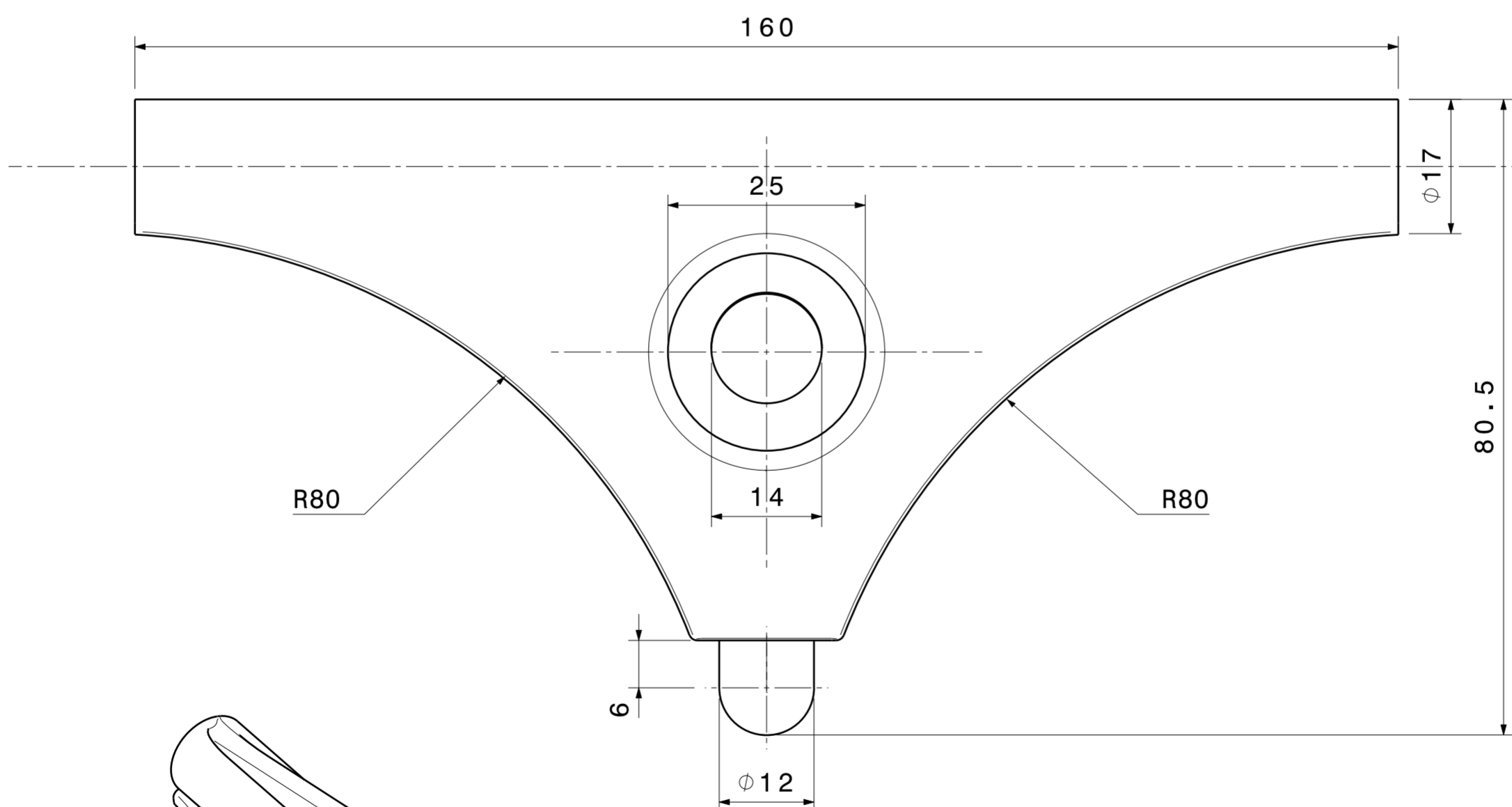
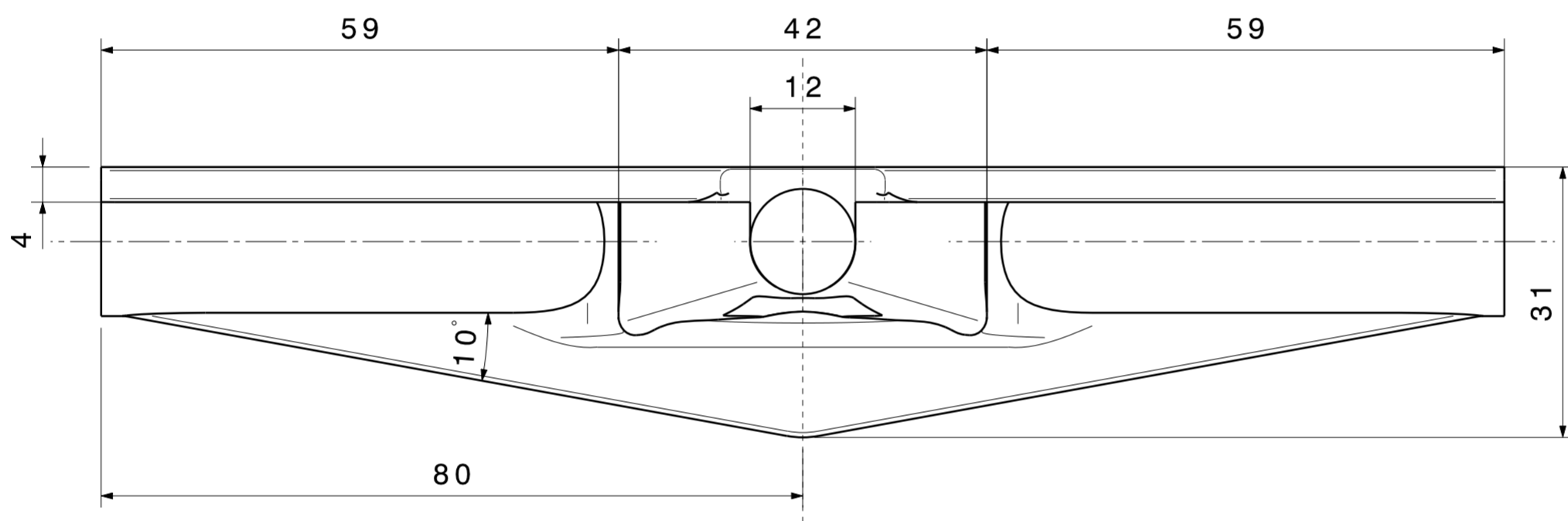


vista Isometrica  
Escala: 1:1

	Fecha	Nombre	Materiales y Procesos 1	Gonzalo Ariel Perez
	Dib.			
	Rev.		Prof.: Juan Marcelo Romero	
	Apr.			
Esc. 1:1			TRACK	Plano 1 de 10
1C-2017				

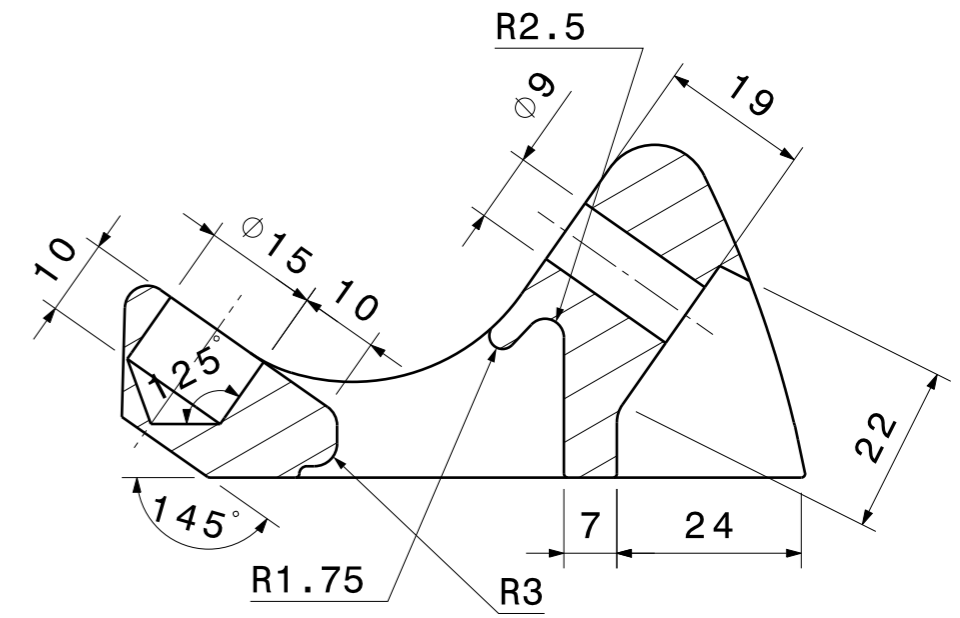
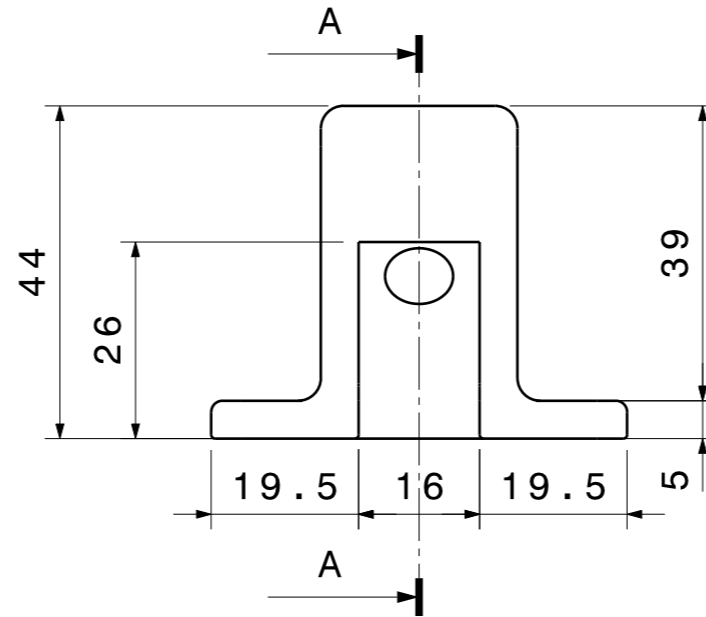
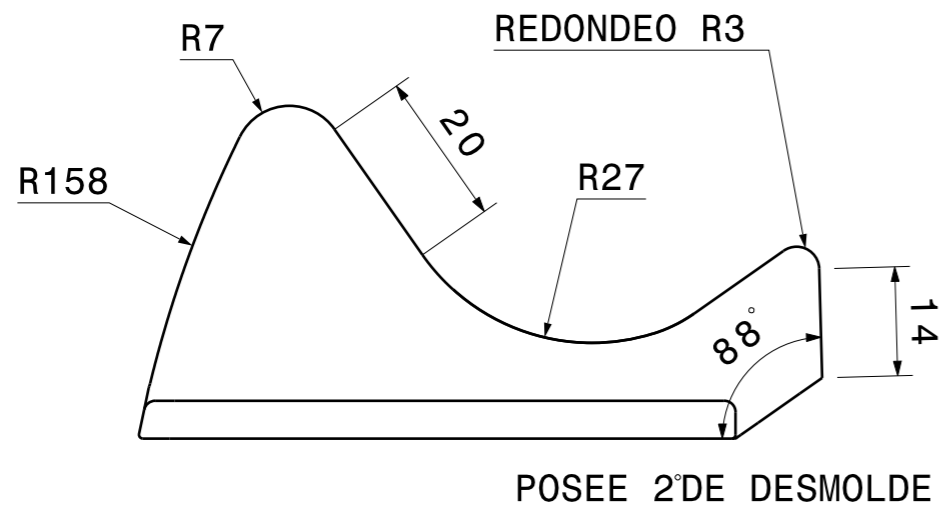


Corte A-A  
Escala: 1.5:1

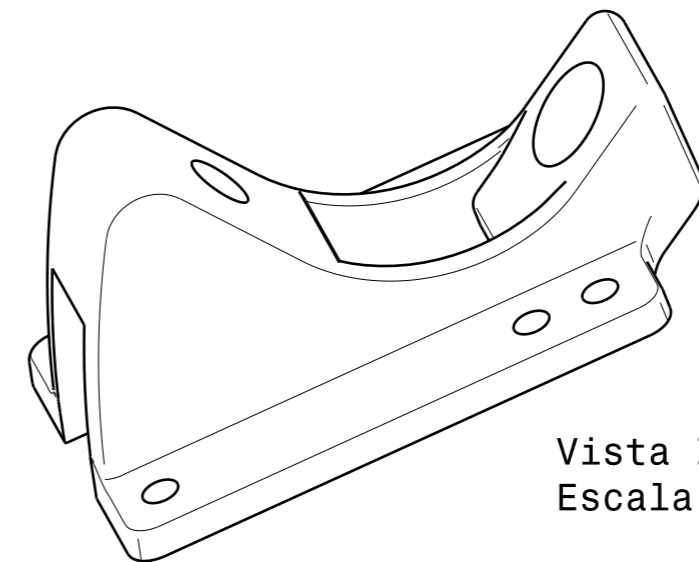
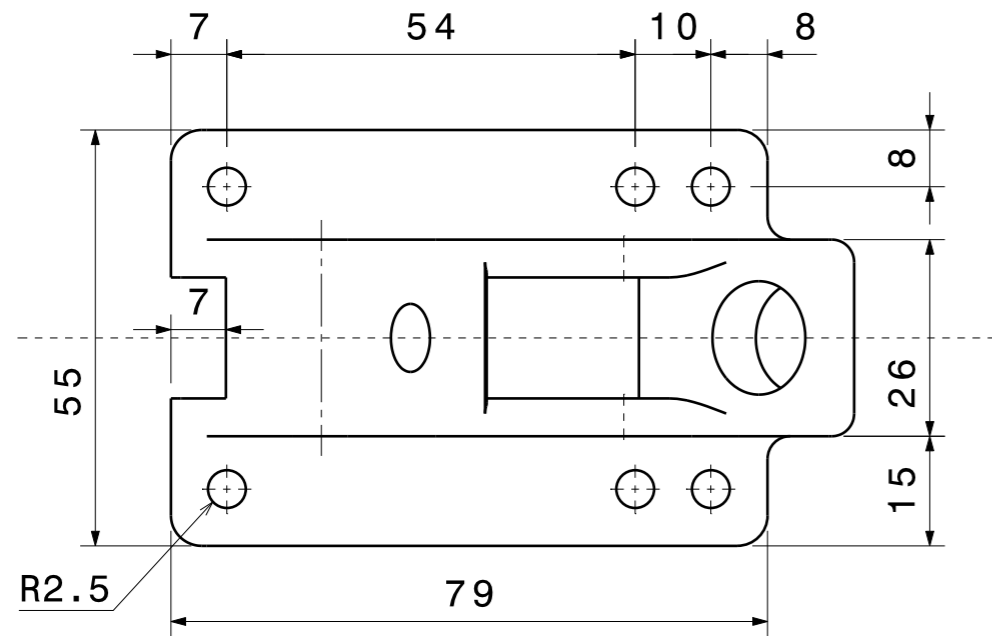


Vista Isometrica  
Escala: 1:1

	Dib.	Fecha	Nombre	Materiales y Procesos 1	Gonzalo Ariel Perez
	Rev.				
	Apr.			ALA	Prof.: Juan Marcelo Romero
	Esc.	1.5:1			
			1C-2017	Plano 2 de 10	Legajo 97830

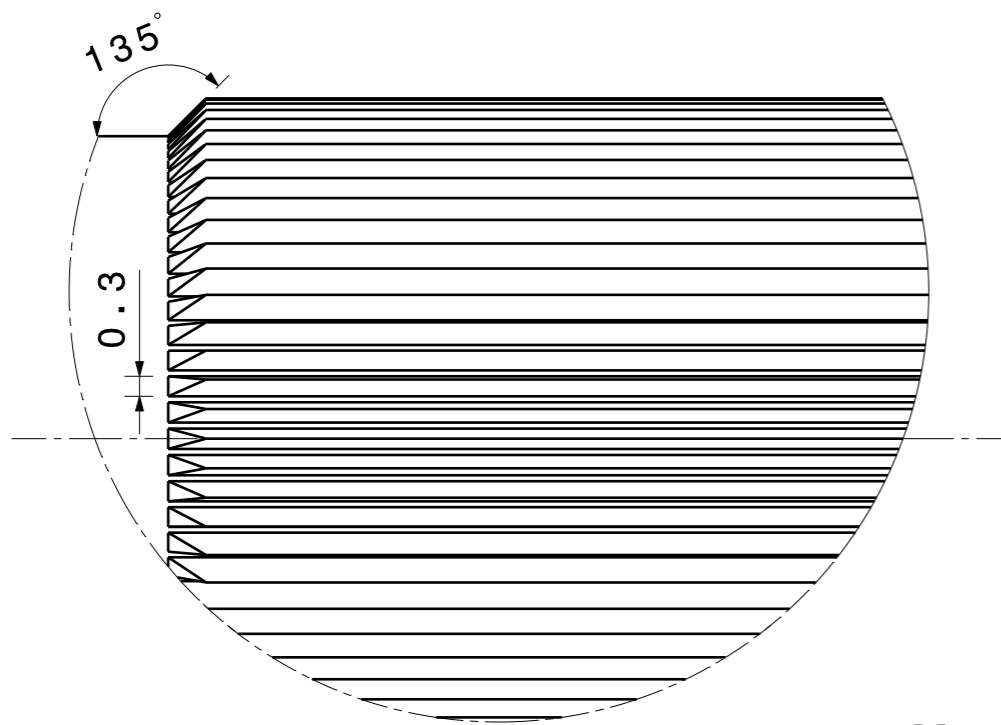
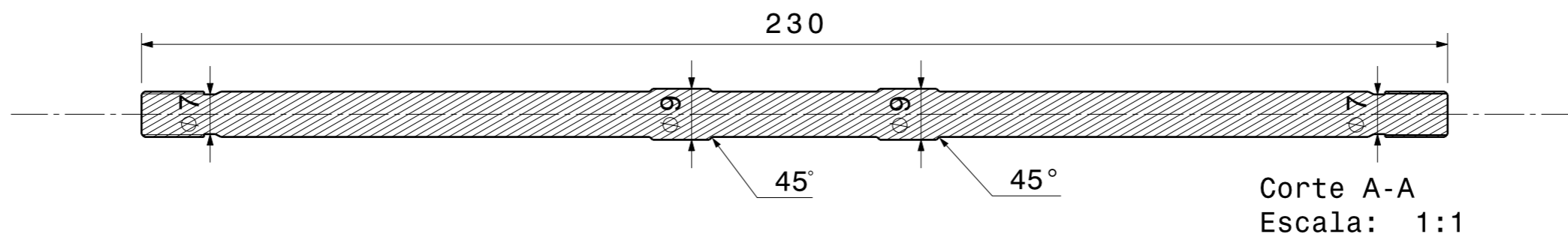
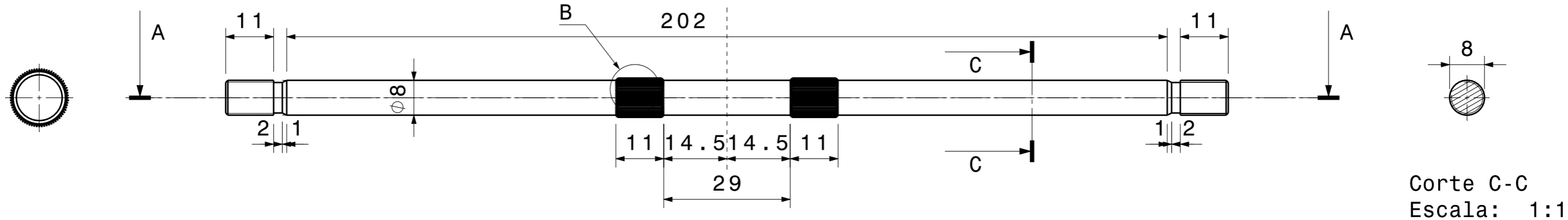


Corte A-A  
Escala 1:1

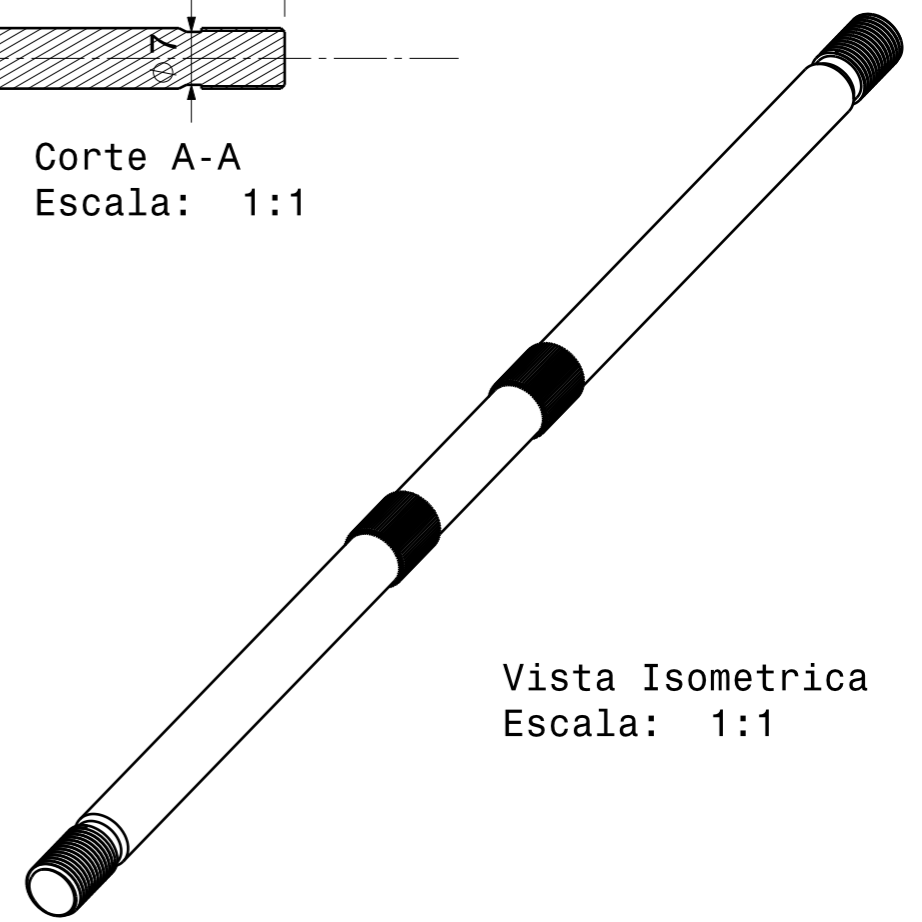


Vista Isometrica  
Escala: 1:1

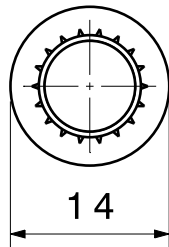
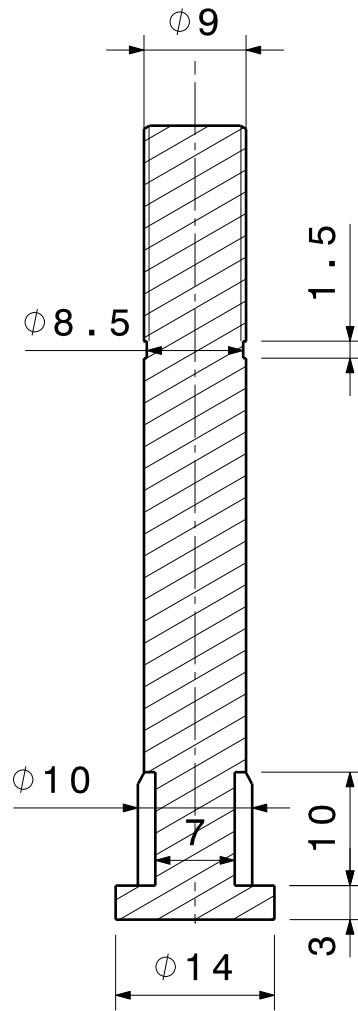
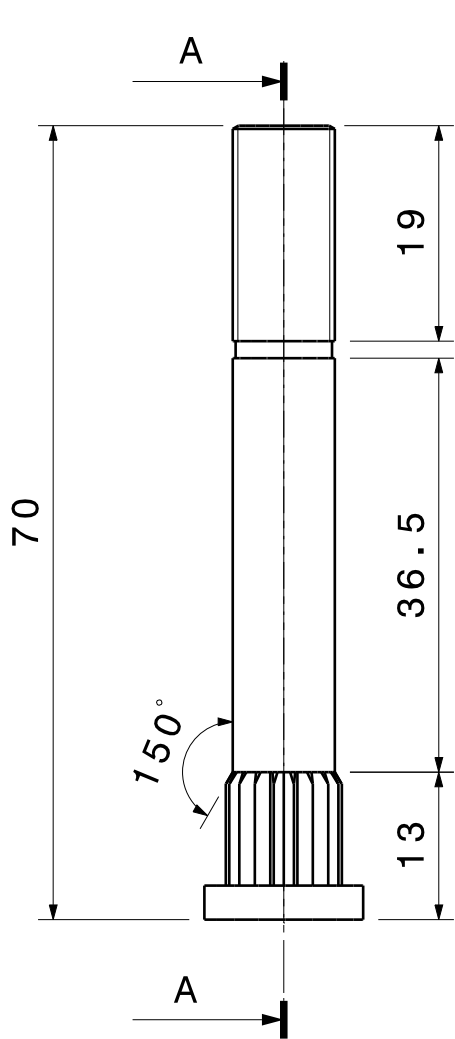
	Dib.	Fecha	Nombre	Materiales y Procesos 1	Gonzalo Ariel Perez
	Rev.				
	Apr.				
	Esc.	1:1		BASE TRACK	Prof.: Juan Marcelo Romero
					Plano 3 de 10
1C-2017			Legajo 97830		



Detalle B  
Escala: 10:1



	Dib.	Fecha	Nombre	Materiales y Procesos 1	Gonzalo Ariel Perez
	Rev.				
	Apr.			EJE	Prof.: Juan Marcelo Romero
	Esc.	1:1			Plano 4 de 10
		1C-2017			Legajo 97830



Corte A-A  
Escale: 1.5:1

Vista Isometrica  
Escala: 1.5:1



	Fecha	Nombre
Dib.		
Rev.		
Apr.		
Esc.	1.5:1	
	1C-2017	

Materiales y  
Procesos 1

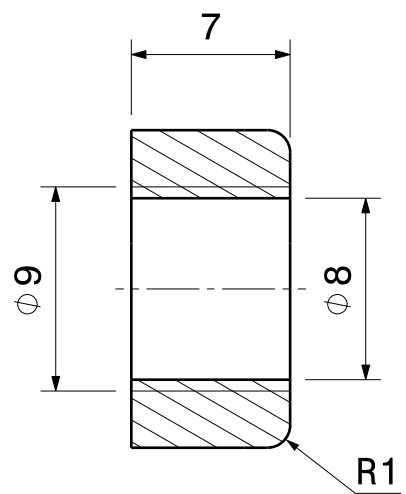
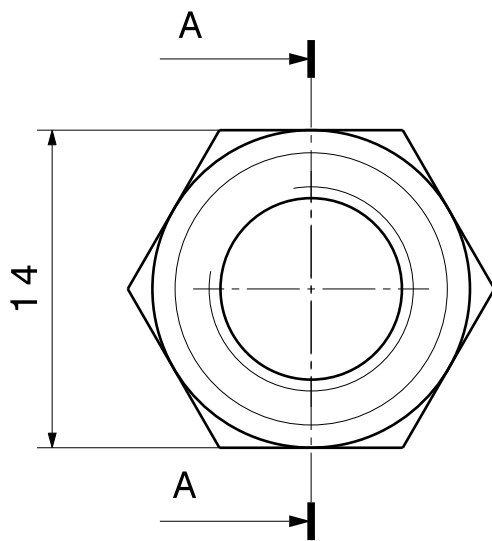
Gonzalo Ariel  
Perez

# PERNO PRINCIPAL

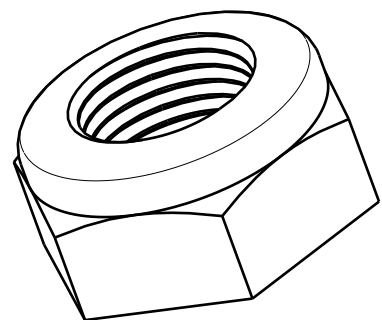
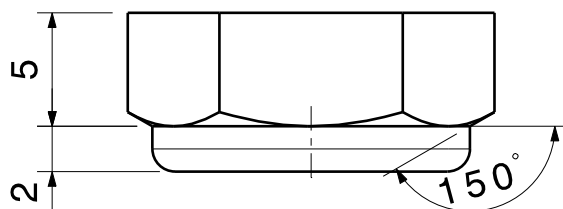
Prof.: Juan Marcelo  
Romero

Plano 5 de 10


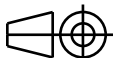
Legajo 97830

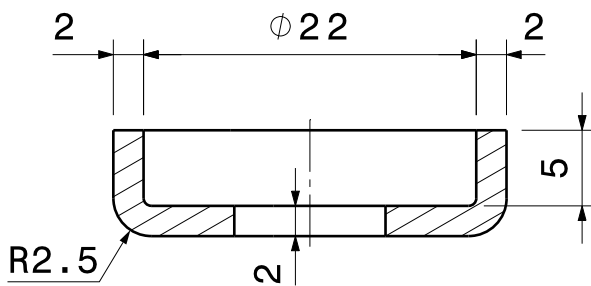
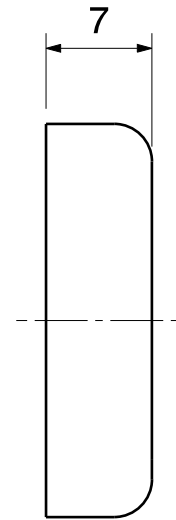
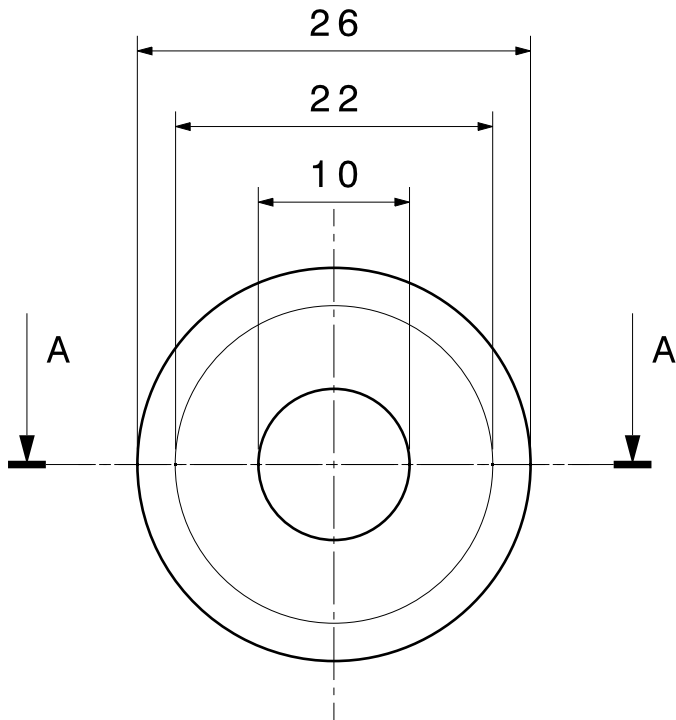


Corte A-A  
Escala: 3:1

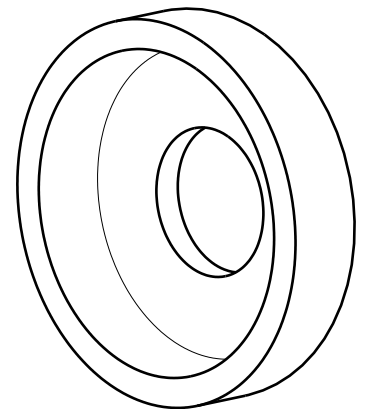


Vista Isometrica  
Escala: 3:1

	Dib.	Fecha	Nombre	Materiales y Procesos 1	Gonzalo Ariel Perez
	Rev.				
	Apr.				
	Esc. 3:1	<h1>TUERCA DE SEGURIDAD</h1>			Prof.: Juan Marcelo Romero
	Plano 6 de 10				
1C-2017	Legajo 97830				



Corte A-A  
Escala: 2:1



Vista Isometrica  
Escala: 2:1

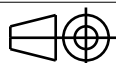


Dib.	Fecha	Nombre
Rev.		
Apr.		

Materiales y  
Procesos 1

Gonzalo Ariel  
Perez

Esc. 2:1



1C-2017

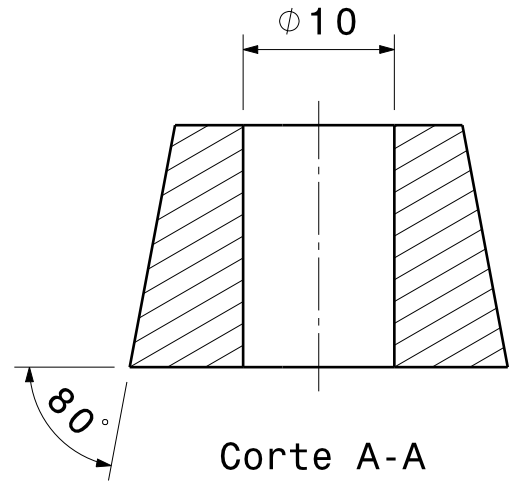
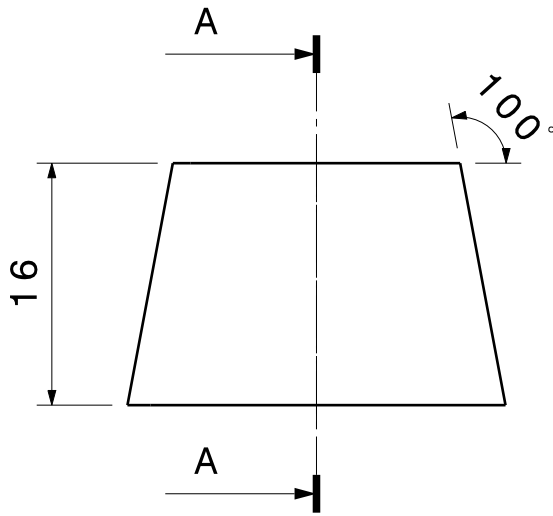
# ARANDELA COPA

Prof.: Juan Marcelo  
Romero

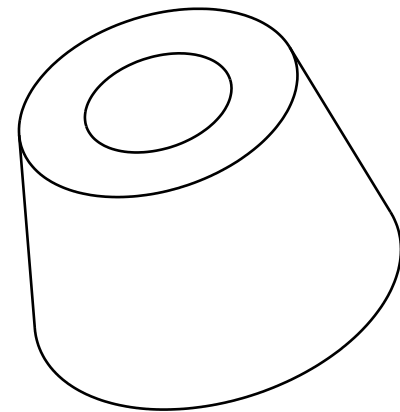
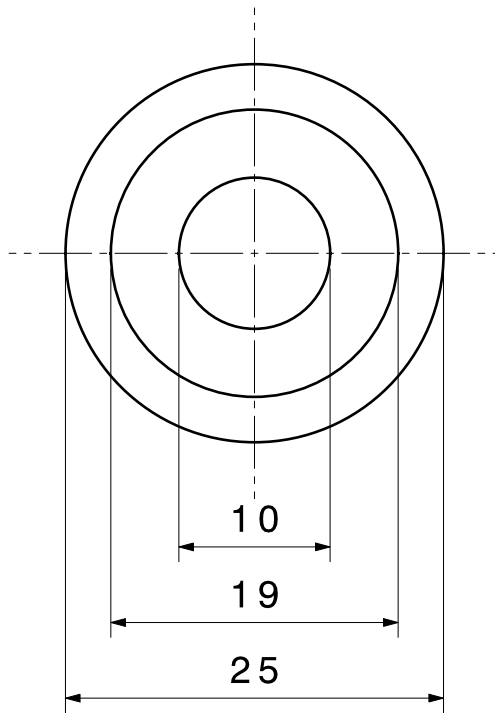
Plano 7 de 10

Legajo 97830





Corte A-A  
Escala: 2:1



Vista Isometrica  
Escala: 2:1



	Fecha	Nombre
Dib.		
Rev.		
Apr.		

Materiales y  
Procesos 1

Gonzalo Ariel  
Perez

Esc.	2:1

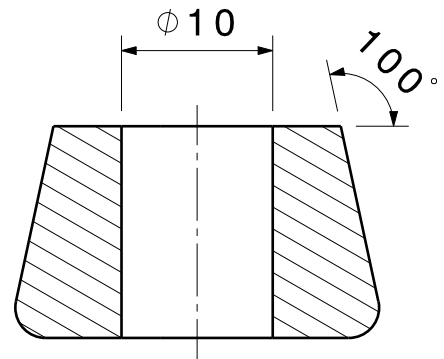
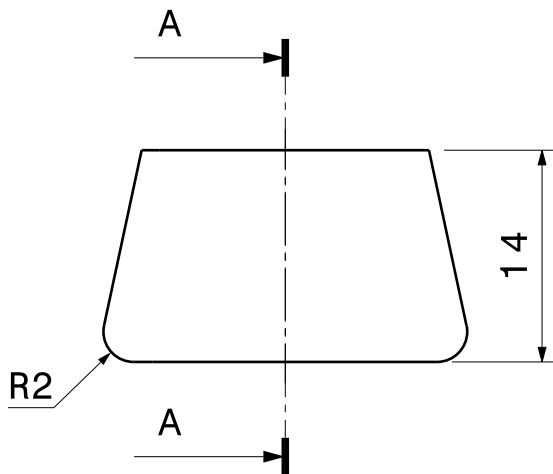
# BUJE COPA GRANDE

Prof.: Juan Marcelo  
Romero

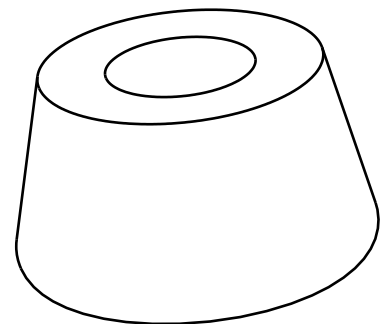
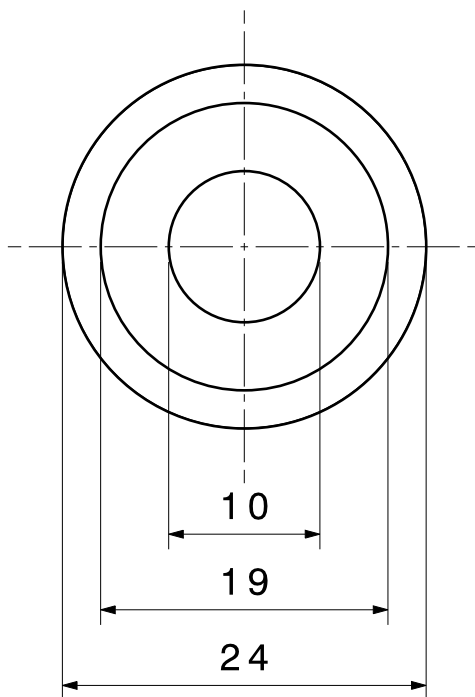
Plano 8 de 10

Legajo 97830

1C-2017



Corte A-A  
Escala: 2:1



Vista Isometrica  
Escala: 2:1

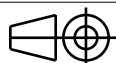


	Fecha	Nombre
Dib.		
Rev.		
Apr.		

Materiales y  
Procesos 1

Gonzalo Ariel  
Perez

Esc. 2:1



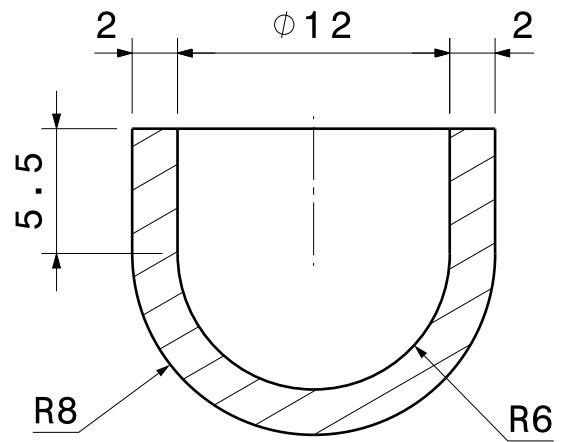
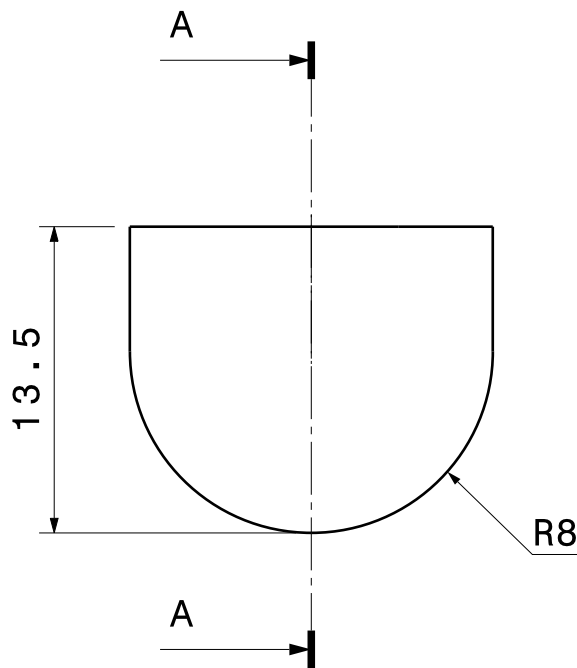
1C-2017

# BUJE COPA CHICO

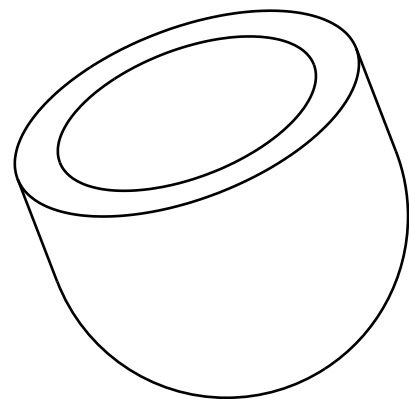
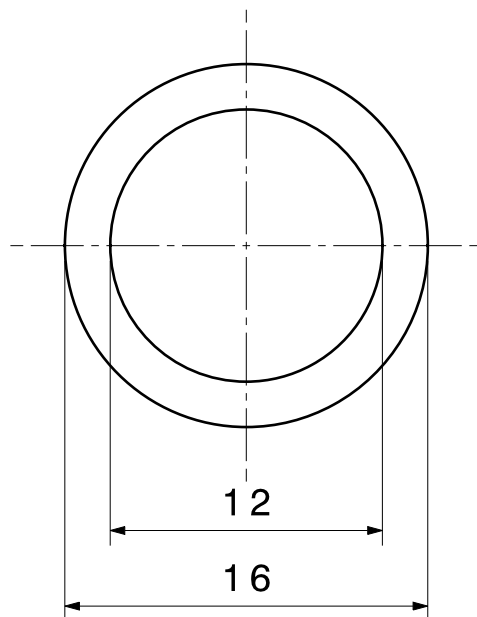
Prof.: Juan Marcelo  
Romero

Plano 9 de 10

Legajo 97830



Corte A-A  
Escala: 3:1



Vista Isometrica  
Escala: 3:1

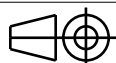
**UP**  
Universidad  
de Palermo

	Fecha	Nombre
Dib.		
Rev.		
Apr.		

Materiales y  
Procesos 1

Gonzalo Ariel  
Perez

Esc.  
3:1



1C-2017

**BUJE**

Prof.: Juan Marcelo  
Romero

Plano 10 de 10

Legajo 97830