

ACEROS ESPECIALES

Concepto de acero: *Acero es una aleación de hierro (Fe) y carbono (C), con un máximo de hasta 2.5% C. Las propiedades del acero pueden ser mejoradas, mediante la adición de elementos como: cromo (Cr), níquel (Ni), molibdeno (Mo), vanadio (V), tungsteno (W), cobalto (Co), manganeso (Mn), entre otros. Al adicionar estos elementos, el acero se denominará "aleado"*

ACERO AL CARBONO: \longrightarrow Fe + C
Mn - Si son elementos presentes en el acero como desoxidantes.

ACEROS ALEADOS: \longrightarrow Fe + C + elementos aleantes

Ej. Un acero inoxidable del tipo 304, posee en su composición química a parte del Fe y C, porcentajes importantes de cromo y níquel que le dan el carácter de inoxidable. Esta adición de Cr y Ni, han cambiado notablemente las características del material base y las diferencias físicas y mecánicas son evidentes.

En I BCA manejamos aceros al carbono y aceros aleados, así:

Aceros al carbono: AISI 1018 y 760 (AISI 1045).

Aceros aleados: DF2, XW5, XW41, D3, CALMAX, 718, STAVAX, 8407, 705, 709, 7210, 147-M, 304, 304-L, 316, 316-L, 310S.

Los elementos aleantes pueden darle al acero características como: resistencia al desgaste, tenacidad, resistencia mecánica, inoxidable, dureza, etc.

En nuestro medio podemos decir que la resistencia al desgaste, dureza y tenacidad va ligada a aceros grado herramienta y para ellos debemos usar un artificio de tratamiento térmico, pero qué es tratamiento térmico?:

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS son operaciones de calentamiento y enfriamiento, a temperaturas y condiciones controladas, a las que se somete al acero para poderlo utilizar.

Los principales tratamientos térmicos son:

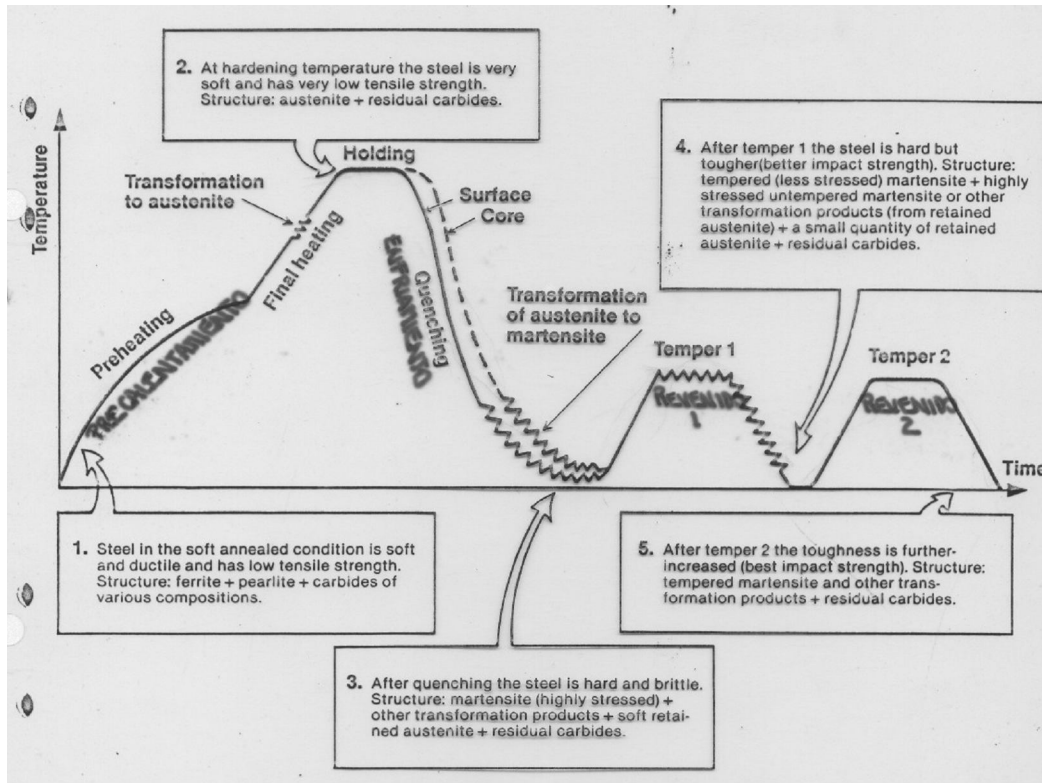
- TEMPLE
- CEMENTACIÓN
- NITRURACIÓN
- RECOCIDOS

Existen otros tipos de tratamientos, pero no se los estudiará al momento, ya que no son de mayor interés en el medio ecuatoriano.

TEMPLE: El temple tiene como objetivo el endurecimiento del acero en toda la sección. Dureza se requiere por ej. en aplicaciones de aceros grado herramienta, en donde con ella, vamos a tener resistencia al desgaste en operaciones de trabajo en frío u operaciones con moldes de plástico o trabajo en caliente, principalmente.

El temple es una operación de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento brusco. La temperatura de temple es propia de cada acero, por ej.: DF2 (790-850 °C) y XW5 (940-980°C). Así mismo el enfriamiento se deberá hacer en el medio que el fabricante sugiere como aceite, agua, sales, al aire, etc. Se debe tomar exactamente el medio adecuado, caso contrario tenemos el riesgo de no lograr durezas adecuadas o fisurar el material. Esta información está en el catálogo de aceros de IBCA

Un gráfico explicativo del proceso podría ser así:



- 1) Curva calentamiento del acero
- 2) Tiempo de mantenimiento a la temperatura de austenización. Normalmente se dice 1-2 min/mm de espesor o diámetro del acero a tratar.
- 3) Luego de transcurrido el tiempo de mantenimiento se procede a hacer el enfriamiento brusco, en el medio que indica los catálogos del fabricante.
- 4) Luego de producido el enfriamiento brusco, normalmente el acero se ha endurecido, por los cambios que se han producido en la estructura del material y el material en ese punto es extremadamente duro, pero frágil al mismo tiempo, por lo que muy difícil será su uso y aplicación.

La dureza que se obtiene se mide en diferentes escalas, recordando que **dureza** es la característica de los materiales a no dejarse rayar o penetrarse por otros.

Dos son las escalas más usadas: **Dureza Brinell** y **Dureza Rockwell**. Normalmente se habla de dureza Brinell (HB) para materiales que no tienen altas durezas y de Rockwell C (HRC) para materiales muy duros. Puede haber equivalencias entre HRC y HB, así como la hay entre milímetros y pulgadas, para saberlo debemos recurrir a tablas de equivalencia como la que se maneja en el catálogo de aceros de IBCA.

TABLA DE CONVERSIÓN DE DUREZAS

COMPARACIÓN APROXIMADA ENTRE DUREZA Y CARGA MÁXIMA A LA TRACCIÓN

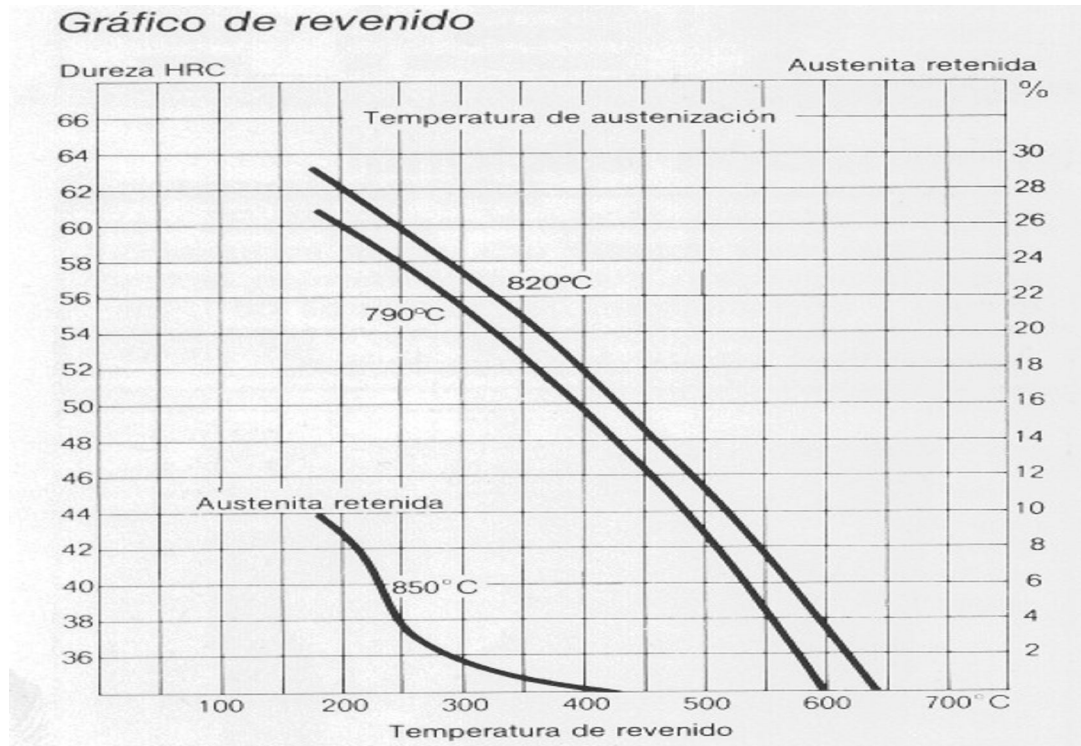
BRINELL bola 10 mm 3000 KG	ROCKWELL A diamante 60 kg	ROCKWELL B bola 1/16 100 kg	ROCKWELL C diamante 150 kg	ROCKWELL D diamante 100 kg	ROCKWELL E bola 1/8 100 kg	VICKERS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN kg/mm2
	85.6		68	76.9		940	
	84.5		66	75.4		865	
	83.4		64	73.8		800	
	82.3		62	72.2		746	
	81.2		60	70.7		697	
615	80.1		58	69.2		653	238.1
577	79.0		56	67.7		613	220.5
543	78.0		54	66.1		577	205.7
512	76.8		52	64.6		544	192.3
481	75.9		50	63.1		513	179.7
455	74.7		48	61.4		484	167.7
432	73.6		46	60.0		458	155.7
409	72.5		44	58.5		434	146.5
390	71.5		42	56.9		412	136.7
371	70.4		40	55.4		392	128.2
353	69.4		38	53.8		372	120.5
336	68.4		36	52.3		354	113.4
319	67.4		34	50.8		336	107.1
301	66.3		32	49.2		318	102.9
286	65.3		30	47.7		302	97.2
271	64.3		28	46.1		286	92.3
258	63.3		26	44.6		272	89.1
247	62.4		24	43.1		260	83.8
237	61.5	100	22	41.6		248	81.0
226	60.5	98	20	40.1		238	77.5
222	59.5	97				222	
210	58.3	95				210	
200	57.0	93				200	
190	55.8	91				190	
180	54.6	89				180	
172	53.4	87				172	
165	52.3	85				165	
159	51.1	83				159	
153	50.0	81				153	
147	48.9	79				147	
141	47.9	77				141	
137	46.8	75				137	
132	45.8	73				132	
127	44.8	71			100.0	127	
123	43.8	69			99.0	123	
119	42.8	67			97.5	119	
116	41.8	65			96.0	116	
112	40.9	63			95.0	112	
108	40.0	61			93.5	108	
106	39.0	59			92.5	106	
103	38.1	57			91.0	103	
100	37.2	55			90.0	100	
		53			89.0		
		51			87.5		
		49			86.5		
		47			85.0		
		45			84.0		
		43			82.5		
		41			81.5		

Por ej.. un acero XW5 luego del enfriamiento en aceite puede tener una dureza de 64-66HRC que lo hacen tan frágil que prácticamente no resistirían ninguna operación de impacto por su baja **tenacidad** (tenacidad: característica del material de soportar impacto o esfuerzo puntuales y elevados).

Para evitar esta fragilidad es necesario hacer **REVENIDO**.

Revenido es una operación de calentamiento a una temperatura controlada, con la finalidad de disminuir la dureza excesiva del material, darle tenacidad y conseguir la dureza que se requiere para la aplicación.

Para determinar la temperatura a la cual debemos elevar al acero, el fabricante ha hecho varios ensayos que se grafican en curvas y que permiten al templador, en forma exacta disponer de la temperatura que utilizará. Para ej. tenemos la siguiente curva del acero DF2



Luego del proceso de revenido, podemos decir que el material estaría listo para poder entrar en una etapa de rectificado, antes de la puesta en producción.

CEMENTACIÓN: Persigue un objetivo similar al temple, que es el endurecimiento, pero en este caso no se realiza en toda la sección del material, sino en una capa superficial que no supera 1 mm de espesor.

Se aplica a aceros que tienen $\leq 0.20\% C$, como nuestros aceros 7210, 147-M y 1018.

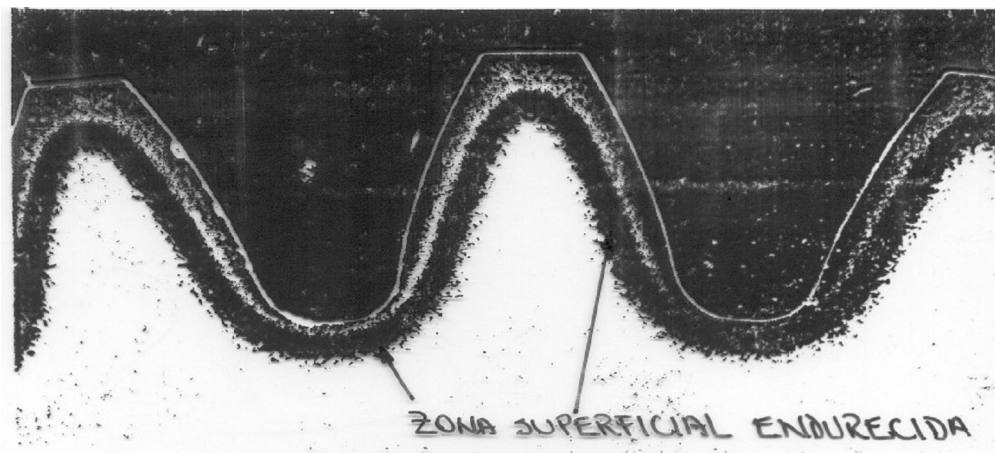
La cementación se da por difusión de carbono en la superficie del acero y esto se da en medios sólidos como el carbón vegetal, líquido como las sales de cianuro y gaseoso como el uso de gas propano (tecnología de DETESA).

El proceso se da por el calentamiento a la temperatura de cementación o carburización (donde se difunde el carbono). Posteriormente se procede a hacer el enfriamiento en el medio que indica el fabricante.

Revenido se hace inmediatamente, para eliminar la dureza excesiva y darle más tenacidad.

Aplicable en piñonería, pines, bocines o generalmente en piezas duras de maquinaria.

La cementación finalmente tiene dureza en la superficie del material y un núcleo tenaz. En aceros como nuestro 7210 o 147-M se pueden lograr durezas de 58-60 HRC.



NITRURACIÓN: Similar a la cementación, se logra un endurecimiento superficial, pero de capa mucho más delgada (0.3-0.4 mm). La condición es que el acero debe estar pretemplado (como nuestros 705 o 709).

Los aceros deben tener por lo menos Cr-Al-Mo en su composición química y los aceros que pueden nitrurarse son XW5, XW41, 8407, 705, 709 y 718.

La capa nitrurada puede ser dar diferentes durezas dependiendo del tipo de acero, por ej. aceros como 8407, XW41 o XW5 pueden lograr durezas superiores a 65 HRC. 705, 709, 718 puede lograr como máximo 54 HRC.

Los aceros inoxidable no deben nitrurarse, ya que pierden resistencia a la corrosión. Los materiales que no están en el grupo de nitrurables, no logran efecto de endurecimiento.

RECOCIDOS: Normalmente su objetivo es ablandamiento, pero cierto tipos son aplicables para alivios de tensiones:

El recocido como tal sirve para el ablandamiento de los aceros que por algún motivo están endurecidos y se requiere dejarlos en baja dureza para por ej. una operación de mecanizado. Posterior se puede volver a hacer un tratamiento de endurecimiento, pero una Planta como DETESA no podrá dar garantía ya que los materiales que son continuamente calentados tienden a sufrir fatiga térmica y puede haber problemas de fisuras o deformaciones. El recocido de alivio de tensiones se usa como su nombre indica, para aliviar las tensiones producidas por:

1. Mecanizado: cuando se desbasta más del 30% del material en bruto. Tiene como objetivo de que al realizarlo se presentarán las deformaciones, previo a la operación final de mecanizado, así:
 - Mecanizado de desbaste
 - Alivio de tensiones
 - Mecanizado de acabado + tolerancia para absorber las deformaciones producidas por el tratamiento térmico
 - Tratamiento térmico
 - Rectificado, el cual se puede realizar debido a la tolerancia que se dejó previo tratamiento térmico
 - Puesta en producción
 - Nota recordatoria: Para lo que es nitruración gaseosa, se sugiere en forma obligatoria que se haga un alivio de tensiones, previo a dejar la medida final, caso contrario a la temperatura de nitruración se presentarán deformaciones.
2. Por operación de soldadura: Cuando se suelda un acero especial, se debe homogenizar la estructura afectada por el calor, para evitar fragilidad y baja resistencia mecánica ante una carga elevada.

NUESTROS MATERIALES:

IBC A, ha dividido a sus aceros en los siguientes grupos:

- ACEROS GRADO MAQUINARIA
- ACEROS GRADO HERRAMIENTA
- ACEROS INOXIDABLES

ACEROS GRADO MAQUINARIA

Los aceros de maquinaria, tienen principal aplicación en elementos de maquinaria, cuyo objeto principal es tener resistencia mecánica.

IBC A maneja los siguientes aceros:

NOMBRE COMERCIAL	NORMA AISI - SAE	DUREZA DE SUMINISTRO	CARACTERÍSTICA	RESISTENCIA A LA TENSIÓN
705	4340	270-330 HB	Acero bonificado o pretemplado. Aplicable a ejes o elementos que son sometidos a esfuerzos de torque.	90-110 kg/mm ²
709	4140	275-320 HB	Acero bonificado o pretemplado. Aplicable a ejes o elementos que son sometidos a esfuerzos de torque.	90-105 kg/mm ²
760	1045	200 HB	Acero al carbono. Aplicable para hacer elementos de maquinaria de mediana carga o resistencia. Ejes, chavetas, pernos, etc	65 kg/mm ²
1018	1018	165 HB	Acero de bajo carbono. Aplicable para hacer elementos de maquinaria de baja carga o resistencia.	51-71 kg/mm ²
7210	3115/8620	220 HB	Acero de cementación. Ideal para fabricación de piezas duras de maquinaria como ej. piñones, pines, columnas	DUREZA A LOGRAR
				58-60 HRC
147-M	≈ 1520	215 HB	Barra perforada de acero de bajo carbono aleado con bajo porcentaje de vanadio. Ideal para bocines o elementos perforados que requieran trabajar en el estado de suministro o con cementación	DUREZA A LOGRAR
				58-60 HRC

ACEROS GRADO HERRAMIENTA:

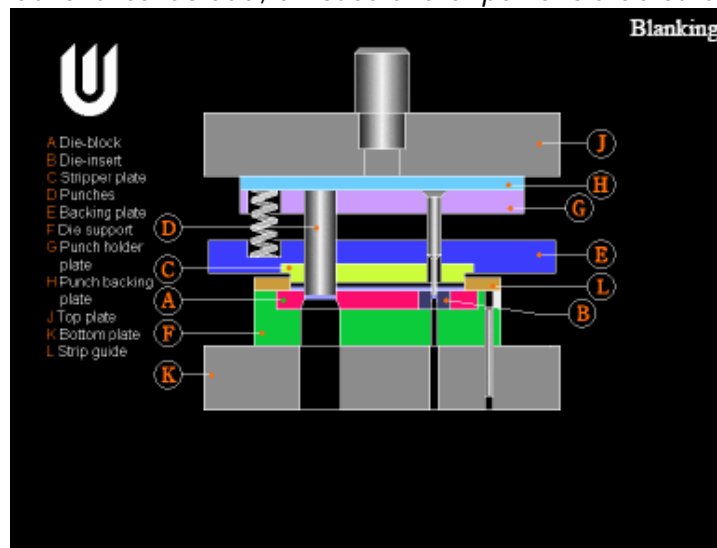
Los aceros grado herramienta, son aquellos que sirven para hacer herramientas. Llámese herramientas a aquellas que nos sirven para corte y conformado principalmente. Por ej. moldes de plástico, cuchillas para cizalla, dados de conformado para fabricación de tubos o techos metálicos, dados para extrusión de aluminio, moldes para inyección de metal a alta temperatura, matrices de embutición para fabricar latas de atún, etc.

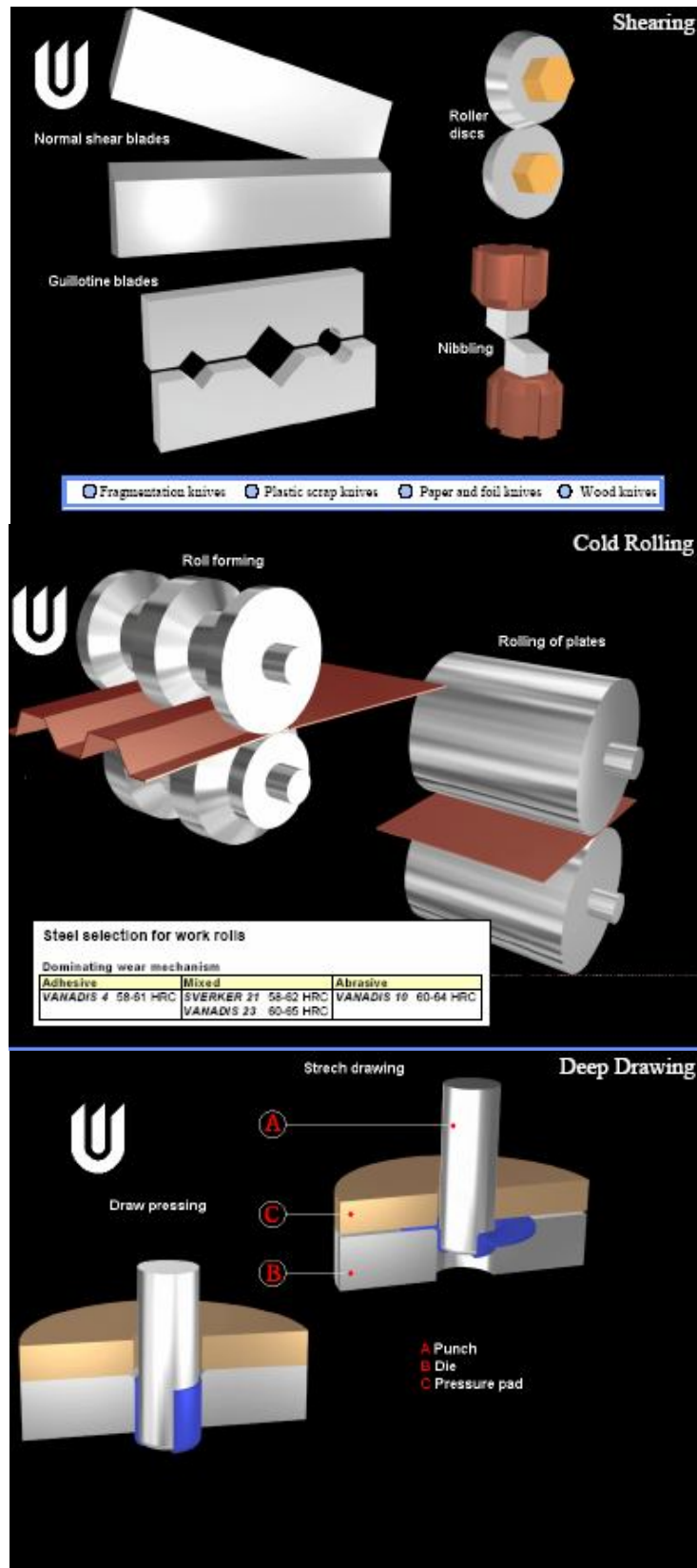
Los aceros grado herramienta a su vez se clasifican en 3 grupos que son:

- **ACEROS GRADO HERRAMIENTA DE TRABAJO EN FRÍO**
- **ACEROS PARA MOLDES DE PLÁSTICO**
- **ACEROS PARA TRABAJO EN CALIENTE.**

ACEROS GRADO HERRAMIENTA PARA TRABAJO EN FRÍO: Son aquellos que nos sirven para operaciones de corte y conformado en frío, como cizallas, cuchillas, matrices de corte, punzones de corte, cuchillas de dobladoras, rodillos de conformado, rodillos guías, etc. Estos aceros principalmente trabajan sobre metal, madera y plástico, por ej: latas para atún, cuchillas de conformado de madera o molinos de plástico (trituración).

La principal función de estos aceros es trabajar generalmente con durezas altas, que generan una gran resistencia al desgaste, combinada con la tenacidad que se requiere para el trabajo a efectuar, sin embargo, la dureza será obtenida de experiencia del usuario, quien determinará la mejor combinación dureza-tenacidad, en base a la experiencia de su trabajo.





I BCA, posee los siguientes aceros de Trabajo en Frío:

<i>IBC A</i>	<i>UDDEHOLM</i>	<i>AI SI</i>
DF2	ARNE	O1
XW5	SVERKER 3	D6
XW41	SVERKER 21	D2
CALMAX	CALMAX	--

Estos aceros para poderlos escoger, se lo debe hacer principalmente en base de 2 parámetros que son: Resistencia al desgaste y tenacidad, así:



Con estas condiciones, la selección se facilita, ya que por ej. si se requiere cortar material fino, la cantidad de impacto será mínima, por lo que se requerirá entonces tener un material de alta resistencia al desgaste y caso contrario, si el material es grueso, tendremos que generar un gran esfuerzo que puede estar combinado con impacto, en este caso se requerirá un acero de alta tenacidad.

Otra forma de dar tenacidad a un acero, es bajando su dureza, por ej. un acero XW5 con 60 HRC será más resistente al desgaste que el mismo acero pero con 50 HRC, pero a 50 HRC el acero será más tenaz que a 60 HRC.

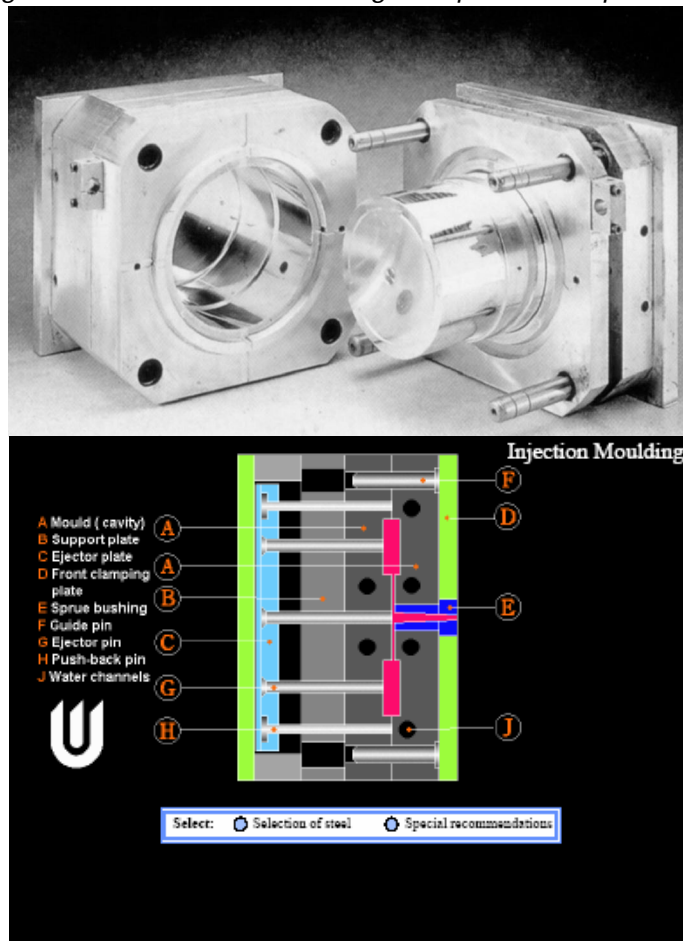
Normalmente en nuestro medio para aplicaciones de corte de material fino se ha logrado buenos resultados con 58 HRC.

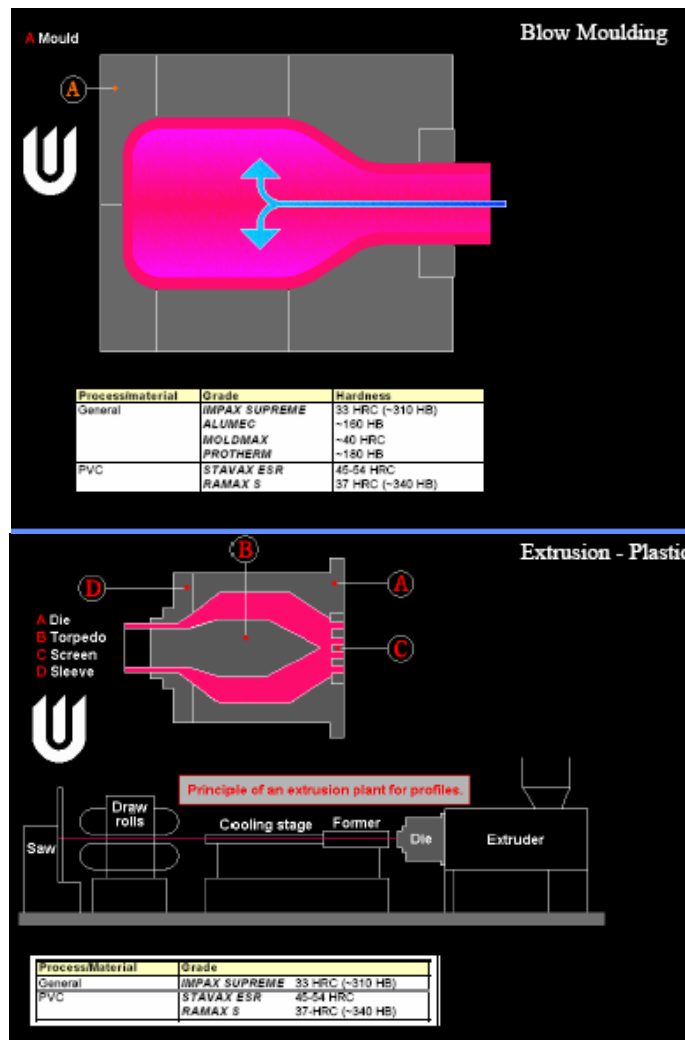
Si las aplicaciones que se requieren no tienen poder de impacto, siempre se sugerirá tener la mayor dureza posible para generar la mejor resistencia al desgaste.

Ej. de aplicaciones:

1. *Corte de lata para atún: Normalmente se está utilizando XW5 o XW41 con valores de dureza de 58 HRC.*
2. *Corte de chapa para construir cocinas, normalmente se utiliza XW5 o XW41 con 58 HRC.*
3. *Rodillos de conformado para fabricación de tubos de acero de bajo carbono, o techos metálicos, normalmente se está utilizando XW41 con valores de dureza de 58-60 HRC.*
4. *Cuchillas para corte de plancha negra gruesa ha dado buenos resultados Calmax con durezas entre 54-58 HRC. Recordemos que mientras menos dureza tendremos mayor tenacidad.*

ACEROS PARA MOLDES DE PLÁSTICO: Como su nombre lo indica, estos aceros son usados para fabricar moldes para los distintos elementos plásticos que a diario vemos. Normalmente su principal característica es la pulibilidad seguida de resistencia al desgaste producida por el plástico.





I BCA tiene en su programa de productos para plástico los siguientes:

<i>IBC A</i>	<i>UDDEHOLM</i>	<i>AI SI</i>
<i>718</i>	<i>I MPAX SUPREME</i>	<i>P20</i>
<i>STAVAX</i>	<i>STAVAX</i>	<i>420</i>
<i>8407</i>	<i>ORVAR SUPREME</i>	<i>H13</i>
<i>PRODAX</i> <i>(Duraluminio)</i>	<i>ALUMEC</i>	<i>--</i>

718: Es un acero bonificado (templado y revenido) que algunos lo conocen como acero P20, debido a la norma americana AISI. Tiene una excelente pulibilidad y se lo puede trabajar en el estado de suministro (tornear, fresar, etc). Su dureza bordea los 310 HB, por lo que tiene una dureza similar a la de los aceros 705 y 709.

Si se requiere una dureza mayor, puede ser factible la nitruración, por lo que la dureza máxima que podría alcanzar sería de 53-54 HRC. Puede trabajar con plásticos que no sean corrosivos (el cliente normalmente podrá respondernos esa pregunta, ya que por ej. corrosivos son el PVC, acetatos, etc). Otra forma de endurecerlos sería con temple por llama, pero ello requiere entonces una gran experiencia para no dañar al acero.

STAVAX: Es un acero inoxidable (AISI 420), que tiene una alta pureza y por tanto se lo utiliza para moldes de plástico. Tiene las siguientes características:

- Posee la mejor capacidad de pulibilidad de todos los aceros para moldes de plástico que manejamos.
- Es un acero que deja el mejor acabado en el producto final.
- Para obtener su característica real de inoxidable en todo su potencial, es recomendable hacer tratamiento térmico de temple. En nuestro medio los clientes lo usan, tal y como lo vendemos (en estado de suministro), no logrando con ello 100% de las propiedades de inoxidable.
- Es obligatorio el uso para cuando se trabaje con plásticos corrosivos como PVC. En este caso, normalmente los clientes sabe de lo corrosivo o no de los plásticos a manejar.
- La dureza máxima que se puede lograr con Stavax es 52-54 HRC, lo cual es suficiente para el trabajo con plásticos.

PRODAX: Nuestro **duraluminio** para moldes de plástico. Es un aluminio con adiciones de níquel, cromo, hierro, etc. Estos metales le dan la dureza característica de este material, así como el alto nivel de pulibilidad que posee.

Su principal aplicación está en moldes para soplado, principalmente para botellas, como las de agua o bebidas gaseosas. Otra aplicación son los vasos

o tarrinas obtenidas por termoformado, como las que se utiliza para llevar alimentos.

Otros tipos de materiales de moldes de plástico que se pueden usar son Calmax y 8407. La aplicación básica sería para moldes para temple, en donde prevalece la resistencia al desgaste y disminuye la necesidad de excelencia en el acabado.

En nuestro medio, los clientes utilizan aceros como DF2 y XW5 para hacer moldes para plástico. En el caso del DF2, no tiene buena pulibilidad comparada con los materiales anteriormente nombrados y por ende el producto final no tendrá excelencia en acabado. En el caso del XW5, por tener una gran cantidad de carburos, su pulibilidad es lenta y difícil, sin embargo hemos visto resultados aceptables, pero, a qué costo de pulido?.

ACEROS PARA TRABAJO EN CALIENTE: Son aceros que normalmente van a trabajar a alta temperatura. Ideal para trabajo con metales calientes en inyección, forja, extrusión, etc.

IBCA tiene en stock el acero **8407** (Orvar Supreme) (AISI H13), que normalmente puede trabajar con buen rendimiento con metales como zamak, zinc y aluminio. Para metales como bronce o cobre, es necesario ir a un acero como QRO 90 Supreme, que lo podemos conseguir vía importación.

