

# Manual para la ANODIZACIÓN

# Índice

<b>1. Bases de la anodización</b>	<b>S. 4</b>
1.1 ¿Qué es una anodización?	S. 4
1.2 Curso del proceso	S. 4
1.3 Creación de la capa anodizada	S. 5
1.4 ¿Qué se puede anodizar?	S. 6
<b>2. Seguridad</b>	<b>S. 9</b>
<b>3. Tifoo Anodización - kit inicial</b>	<b>S. 10</b>
<b>4. Pretratamiento - mecánico y químico</b>	<b>S. 11</b>
4.1 Pretratamiento mecánico	S. 11
4.2 Pulido mecánico del aluminio	S. 12
4.3 Pretratamiento químico	S. 15
<b>5. Oxidación anódica</b>	<b>S.16</b>
5.1 Contactar las piezas	S. 17
5.2 Cálculo de la intensidad de la corriente y del tiempo de la anodización	S. 18
5.3 Cálculos ejemplares	S. 18
<b>6. Teñir</b>	<b>S. 20</b>
<b>7. Sellar</b>	<b>S. 21</b>
<b>8. Aviso para la eliminación</b>	<b>S. 22</b>



# 1. Bases de la anodización

## 1.1 ¿Qué es una anodización?

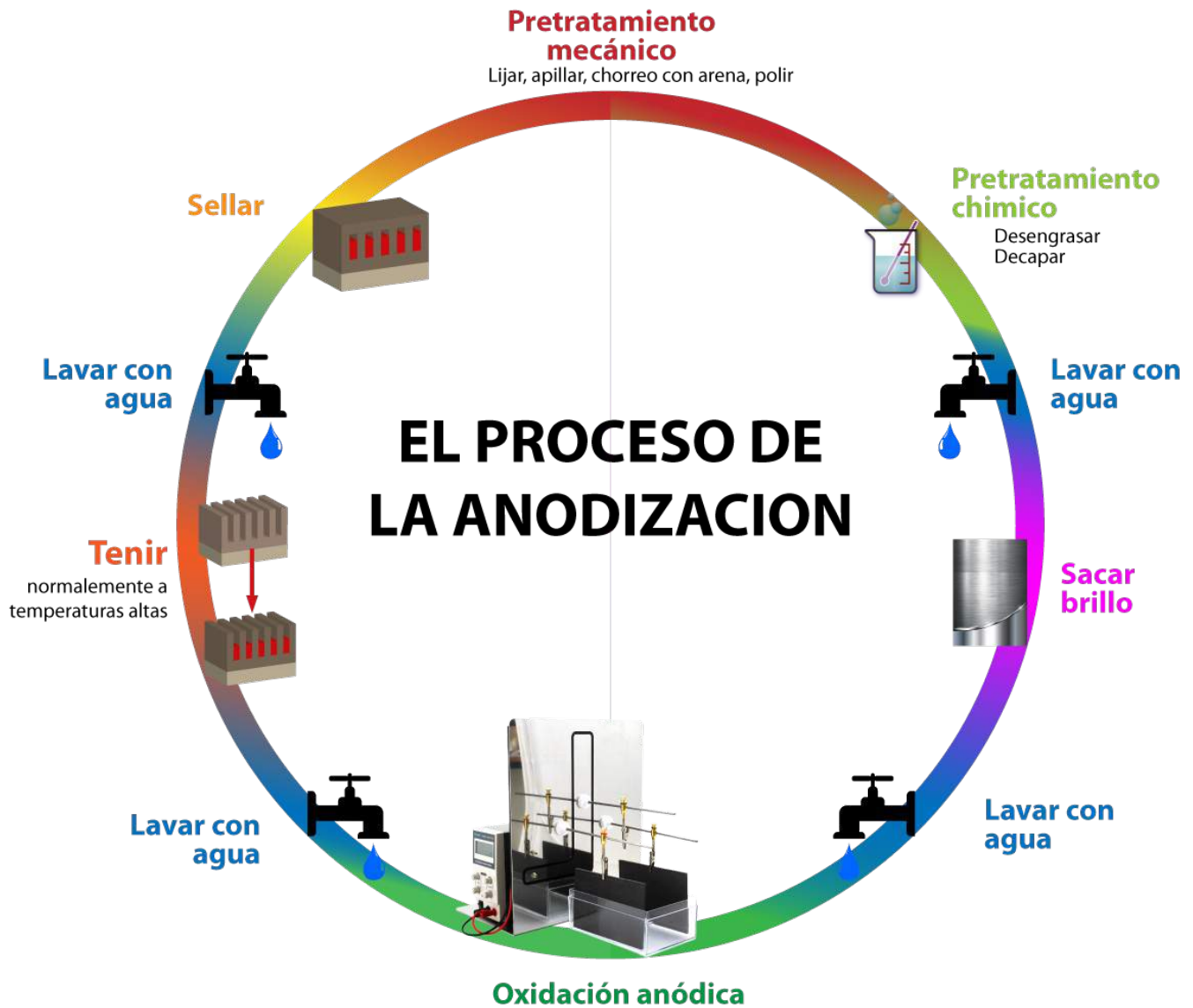
Este concepto describe la creación de una capa de óxidos en aluminio o bien aleados de aluminio a través del empleo de baños de inmersión electrolíticos.

En contacto con aire, el aluminio crea muy rápidamente una capa fina de óxidos de un grosor de unos 0,1 a 0,5  $\mu\text{m}$ . Esta capa natural protege el metal de más oxidación causada por el oxígeno, pero no puede perdurar mucho tiempo bajo condiciones más agresivas. Para reforzar así el efecto protector de la capa y así hacer el aluminio aún más resistente a la corrosión y más fuerte, uno se sirve de la anodización.

En este caso las capas de óxido se hacen hasta 30  $\mu\text{m}$  (0,03 mm) más gruesas, lo que las hace unos 8 veces más duras que las de aluminio no tratado. Gracias al proceso de la anodización dura, se pueden obtener capas aún más gruesas (>100  $\mu\text{m}$ ). Estas capas anodizadas resisten a muchos compuestos químicos. Además es posible "almacenar" colores en las capas porosas, lo que da un aspecto visual muy agradable a la pieza tratada. Después de sellar, estas capas de colores se combinan firmemente con el objeto y ya no se podrán desconcharse (lo que ocurre mucho con los barnices).

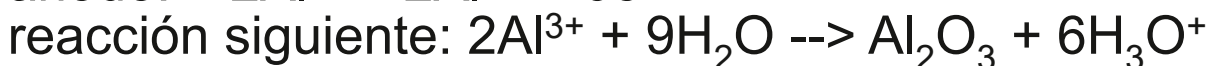
## 1.2 Curso del proceso

Para anodizar un componente de aluminio con colores, hay que realizar más pasos que tienen una influencia decisiva en el resultado final encima del paso de la anodización, es decir la inmersión en el electrolito de anodización. Usted puede ver una vista general de todo el curso del proceso de la anodización en la siguiente ilustración. Usted obtendrá informaciones e instrucciones sobre los pasos del proceso en los siguientes capítulos de este manual.

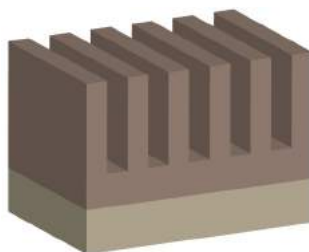


### 1.3 Creación de la capa anodizada

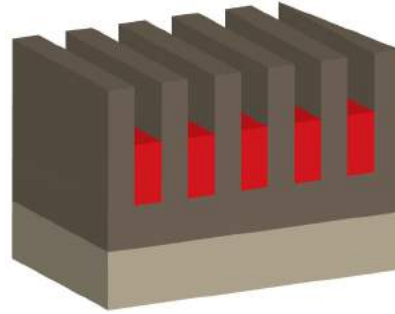
En el paso de la anodización, la pieza de aluminio se conecta de manera anódica (polo positivo) y se provoca una oxidación en ella gracias a la corriente eléctrica. El resultado son las reacciones químicas siguientes:



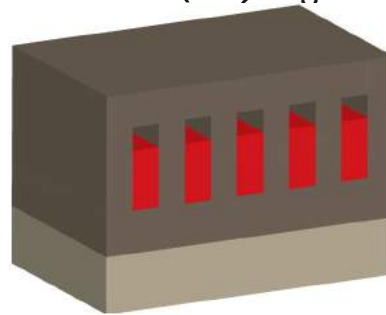
La capa progresa en el metal en forma de poros capilares desde la superficie.



Esto significa que la capa anodizada está anclada directamente en el aluminio original y ya no se puede desprender. Los poros pueden absorber los líquidos después del proceso de la anodización, como por ejemplo los colorantes.



Después de que un colorante se ha "almacenado" en los poros, la capa de óxidos puede cerrarse a través de sellarla. En este caso la alúmina reacciona con el agua y cristaliza a hidrato de alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ) que taponan los poros.



A través de esto, el colorante está combinado con el aluminio de manera indisoluble y no se puede quitar rasgando o desconchando como los barnices. Naturalmente también es posible no introducir el colorante y sellar la capa de óxidos directamente después de la anodización, lo que tendrá como consecuencia que la pieza mantenga su color gris-plateado, pero también está protegida de corrosión.

#### 1.4 ¿Qué se puede anodizar?

De principio se puede anodizar cada pieza de aluminio, pero el resultado depende mucho del aleado utilizado. En general se puede decir que cuánto más puro el aluminio es, tanto mejor será la calidad de la anodización. Sin embargo, el aluminio puro se utiliza raramente como material por su blandura. Hay muchos aleados fáciles de anodizar. Se pueden ver en las tablas siguientes. Estos últimos se clasifican según 2 grandes grupos de aleados de aluminio: las aleaciones forjadas y las aleaciones de

Las aleaciones forjadas se emplean sobre todo para laminar y para la extrusión. En general se puede constatar que las aleaciones forjadas son mejores para la anodización decorativa que las aleaciones de fundición. Estos últimos se emplean p.e. para la fundición en arena y los componentes de motor -entre otros - se fabrican de esta manera. En estas aleaciones, los aditivos de metales de aleados como p.e. silicio y cinc son muy elevados y son, por consiguiente, comparablemente poco apropiados para la anodización (pero hay excepciones que funcionan bien).

## Aluminio - aleaciones forjadas

Denominación	Euronorma	Anodización	Coloración	Pulido electrolítico
Al 99,5	EN-AW-1050	muy bien	muy bien	muy bien
Al 99	EN-AW-1200	bien	bien	
Al 99,5 (A)	EN-AW-1350	muy bien	bien	
AlMg3	EN-AW-5754	muy bien	muy bien	suficiente
AlMgSi1	EN-AW-6082	muy bien	suficiente	insuficiente
AlMg4,5Mn	EN-AW-5083	bien	suficiente	insuficiente
AlCu6BiPb	EN-AW-2011	insuficiente	insuficiente	
AlCuMg1	EN-AW-2017	bien		bien
AlMg1SiCu	EN-AW-6061	bien		satisfactorio
AlZn4,5Mg1,5Mn	EN AW 7005			
AlZn5,5MgCu	EN AW 7075	satisfactorio	insuficiente	
AlMg1	EN AW 5005	muy bien	bien	bien
AlMnCu	EN AW 3003	muy bien	suficiente	bien
AlCuSiMn	EN AW 2014	satisfactorio	insuficiente	
AlZn4,5Mg1	EN AW 7020	bien	satisfactorio	
AlCuMgPbMgMn	EN AW 2007	insuficiente	insuficiente	
AlMgSi0,5	EN AW 6060	muy bien	muy bien	muy bien
AlMg5	EN AW 5019	bien	satisfactorio	

## Aluminio - aleaciones forjadas

Denominación	Euronorma	Anodización	Coloración	Pulido electrolítico
AlMg <sub>2,5</sub>	EN AW 5052	muy bien	bien	
AlMg <sub>0,7</sub> Si	EN AW 6063	muy bien	muy bien	muy bien
AlMg <sub>1</sub> Mn <sub>1</sub>	EN AW 3104			
AlCu <sub>4</sub> Mg <sub>1</sub>	EN AW 2024	bien	suficiente	
AlMgSiCu	EN AW 6111			
AlMg <sub>4,5</sub> Mn <sub>0,4</sub>	EN AW 5182			
AlMg <sub>3</sub> Mn	EN AW 5454	bien	suficiente	
AlMg <sub>2</sub> Mn <sub>0,8</sub>	EN AW 5049	bien	suficiente	
AlCuBiPb	EN AW 2011	insuficiente	insuficiente	
AlMg <sub>2</sub> Mn <sub>0,3</sub>	EN AW 5241	bien	suficiente	
AlMgSi <sub>0,7</sub>	EN AW 6005	muy bien	bien	
AlMgSiPb	EN AW 6012	satisfactorio	insuficiente	
AlMn <sub>1</sub>	EN AW 3103	bien	suficiente	bien
AlMn <sub>1</sub> Mg <sub>0,5</sub>	EN AW 3005	muy bien	suficiente	
AlMn <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	EN AW 3004	muy bien	satisfactorio	
AlZnMgCu <sub>0,5</sub>	EN AW 7022	bien	insuficiente	

Tabla 1: Vista general de las aleaciones forjadas de aluminio

## Aluminio - aleaciones de fundición

Denominación	Euronorma	Anodización	Coloración	Pulido electrolítico
AlSi <sub>12</sub>	EN AC 44300	deficiente	insuficiente	
AlSi <sub>9</sub> Cu <sub>3</sub>	EN AC 46000	insuficiente	insuficiente	
AlSi <sub>12</sub> CuNiMg	EN AC 48000	insuficiente	insuficiente	
AlMg <sub>3</sub>	EN AC 51100	muy bien	muy bien	
AlMg <sub>5</sub>	EN AC 51300	muy bien	muy bien	



## Aluminio - aleaciones de fundición

Denominación	Euronorma	Anodización	Coloración	Pulido electrolítico
AlZn5Mg	EN AC 71000	bien		
AlMg9	EN AC 51200	bien		bien
AlMg5Si	EN AC 51400	bien	bien	
AlSi11	EN AC 44000	deficiente	insuficiente	
AlSi6Cu4	EN AC 45000	insuficiente	insuficiente	
AlSi7Mg	EN AC 42100	suficiente	insuficiente	
AlSi9Mg	EN AC 44200	suficiente	insuficiente	
AlCu4TiMg	EN AC 21000	deficiente	insuficiente	

Tabla 2: Vista general de la características de la anodización de diferentes aleaciones comunes de fundición de aluminio.

Lo que es importante es que el aluminio aún no está anodizado porque la pieza ya no será conductora en ese caso y es imposible tener otras reacciones. Para remediarlo, se puede utilizar el Tifoo Desanodizador (véase capítulo "pretratamiento"). Para las piezas de aluminio de tamaño preciso hay que tener en cuenta que la pieza de aluminio será un poco más grande después de la anodización.

Recomendamos utilizar unas chapas de test de aluminio para su primeros intentos de anodización para aprender el procedimiento correcto.

## 2. Seguridad

Al manejar productos químicos siempre hay que tomar precauciones para no poner en peligro ni a usted, ni a otros. Siempre hay que llevar gafas y guantes de protección. Además hay que llevar zapatos cerrados y ropa larga, en el caso ideal cosas más viejas o una bata de laboratorio, si presente.

Si pasa sin embargo que se entra en contacto con los productos químicos, habría que lavar la parte afectada de la piel inmediatamente unos minutos con agua clara. Si se ensucia la ropa, habría que cambiarla lo más rápido posible.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente y sacar las lentillas si presentes y consultar a un médico. En ninguna ocasión hay que comer ni beber ni cerca de ni en el lugar de trabajo. Al utilizar los baños, especialmente el baño de anodizado y el removedor de anodizado, se liberan vapores corrosivos. Si sin embargo hay pequeñas cantidades de vapores, evite respirarlas. Trabaje en zonas bien ventiladas y evite fuegos en la cercanía del lugar de trabajo.

### **3. Tifoo Anodización - kit básico**

En el kit inicial hay todo lo que se necesita para obtener primeros buenos resultados de anodización sin necesidad de adquirir productos químicos suplementarios. Este kit se puede utilizar por principiantes y avanzados igualmente y incluye todo el equipamiento básico.

#### **Incluidos en el suministro:**

- 1x 1 litro de Pretratamiento para la anodización
- 1x 1 litro de Electrolito de anodización
- 1x tina de plástico (volumen: 1l)
- 2x Ánodos de acero inoxidable
- 4x pinza
- 1x 1 metro de hilo de titanio
- 1x colorante para la anodización (negro)
- 1x colorante para la anodización (azul) 1x
- colorante para la anodización (verde) 1x
- aditivo de espuma

#### **Variantes:**

- A) + bloque de alimentación de 3 amperios
- B) + bloque de alimentación de 10 amperios
- C) + accesorios "de lujo"+ bloque de alimentación (2 A)

## Lo que además se necesita:

Agua destilada (disponible p.e. en cualquier gasolinera)

## Lo que se puede añadir (facultativo):

pulido electrolítico más colores

y mucho más --> visite nuestra tienda en línea

## 4. Pretratamiento - mecánico y químico

### 4.1 Pretratamiento mecánico

El primer paso del proceso de la anodización. Es uno de los pasos más importantes para la anodización del aluminio porque a pesar de la creación de una capa anodizada, todos los arañazos y todas las irregularidades serán aún visibles. Cada irregularidad (residuos de grasa, impresas dactilares, etc.) puede provocar un peor resultado final. El pretratamiento mecánico además también permite superficies de aluminio que brillan como un espejo. Lo que es importante es lavar bien y con cuidado las piezas de trabajo entre todos los pasos.

La pieza de trabajo primero se debería pretratar de manera mecánica. Según el estado y la composición de la superficie en cuestión, los métodos de pretatamiento que elegir difieren:

lana de acero esponja abrasiva cepillos

máquina para lijar y taladrar de precisión arenadores

pastas de pulido

Una estrategia universal para el pretratamiento mecánico no existe: según el objetivo (¿mate o brillante?), aleación de aluminio (¿duro o blando?) y estado inicial (¿rascado o ya pulido?), hay que proceder de manera diferente. En general, la frase siguiente siempre es correcta: la anodización **no(!)** compensa los arañazos u otras irregularidades. La calidad de la superficie antes de la anodización es decisiva para la calidad del resultado final.

Lo que sigue es una vista general de los métodos para el pretratamiento mecánico, de los utensilios necesarios y además, en el capítulo siguiente, imágenes de algunas herramientas útiles para el pretratamiento mecánico de aluminio y disponibles o en nuestra tienda en línea, o en tiendas de bricolaje o tiendas especializadas.

Proceso	Herramientas	Indicación
Desbaste	- esponja abrasiva (tamaño de los granos: 40-100) - lana de acero grosero - taladradora con muelas de aluminio grosero	superficie regularmente áspera
Suavizado	- esponja abrasiva (tamaño de los granos: 150-2000) - lana de acero fino - pasta de pulido en combinación con muelas	superficie regular, ligeramente áspera
Pulido	- disco pulidor de paño fijado en una máquina para lijar y taladrar de precisión - pastas de pulido	superficie lisa
Bruñir	- muelas multón	brillo casi como un espejo
Pulido a bombo	- tambor llenado primero de bolas de acero en un líquido de pulido, luego de piezas de cuero	posibilidad de superficies muy lisas
Cepillar / satinar	- cepillo metálico	superficie regular, ligeramente áspera en una dirección preferida
Arenado	- equipamiento de arenado	

## 4.2 Pulido mecánico de aluminio

En lo que sigue, le describimos cómo conseguir piezas de aluminio con un brillo de espejo que mantengan su brillo después de la anodización. Todos los componentes necesarios son disponibles en nuestra tienda en línea. Nuestro ejemplo será una chapa redonda de 50mm x 20mm AlMg3 (EN-AW-5754) que estaba así antes de empezar el tratamiento:



La superficie mate pero en buen estado luego se ha tratado con un disco de multón, que se puede adquirir como elemento intercambiable para cada taladradora común, y una pasta de pulido para sacar brillo.



Se realiza según lo siguiente: fije el disco multón en la taladradora correspondiente y aplique un poco de la pasta de pulido en el disco (mientras gira) y aplique luego un poco de pasta en el objeto. Luego se bruñe el objeto como se puede ver en esta foto:



Cada vez más se verá el brillo de espejo. Después del pulido, la superficie tendrá partes ennegrecidas, pero es fácil quitarlas con un trapo y agua.

Vea aquí una objeto redondo después del tratamiento:



Pero ¿qué se hace con las superficies en peor estado que este objeto redondo y ya rascada y afectada? En este caso también se puede utilizar el disco multón con la pasta de pulido. No obstante sólo es posible después de haber tratado el objeto p.e. con una esponja abrasiva o elementos intercambiables para las taladradoras como muelas móviles. Éstas son disponibles en cualquier tamaño de granos en las tiendas de bricolaje o en tiendas en línea especializadas. Según las dimensiones del daño en la superficie, hay que empezar de manera más grosera o más fina. Un ejemplo para una superficie en un estado bastante estropeado que hemos podido hacer brillar con un pretratamiento mecánico es este pie de apoyo de aluminio de un aleado desconocido de fundiciones de aluminio que hemos anodizado en verde después.



Pieza de aluminio de fundición  
antes del pulido



Pieza de aluminio de fundición  
después del pulido



Si hay preguntas en cuanto al tratamiento mecánico correcto de los aleados de aluminio, estaremos a su disposición con nuestros conocimientos técnicos. En el caso ideal, usted nos puede contactar a través de correo electrónico ([info@tifoo.de](mailto:info@tifoo.de)) y le apoyaremos en la hora de elegir las herramientas. En el caso ideal, nos envía una foto del objeto que quiere anodizar mostrando su estado.

### 4.3 Pretratamiento químico

Después del pretratamiento mecánico es importante realizar un pretratamiento químico. Lave primero la pieza de trabajo con cuidado con agua para quitar todos los residuos del pretratamiento mecánico y sumérgala enseguida en el **Tifoo Activador para la anodización** - porque una superficie completamente exento de grasa y polvo es esencial para un buen resultado.

El tiempo del pretratamiento es de unos 5 a 20 minutos - según el grado de polución. La pieza de trabajo se puede sacar durante el proceso con pinzas galvánicas para ver si la superficie es regular. Si es así, usted puede sacarla completamente y lavarla con cuidado con agua destilado.

**El criterio para una superficie bien descapada: el objeto se queda mojado en todas partes y el agua no "salta" de la superficie.**

Es importante ya no tocar aluminio para evitar manchas de grasa; por eso utilice pinzas o guantes limpios y mojados.

Algunos aleados (que contienen Si, Mn o Zn) pueden provocar una coloración oscura del aluminio.

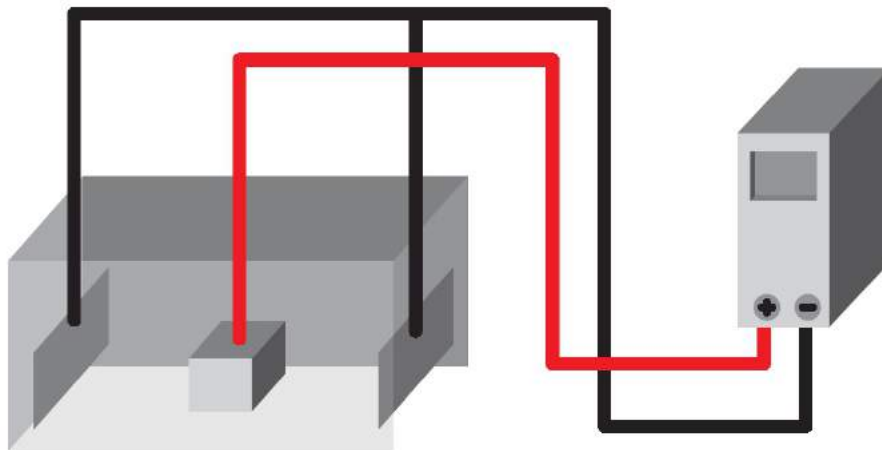
Durante el pretratamiento químico se debería poder observar pronto una formación de gas. Si no, podría indicar que su pieza de aluminio ya está anodizada. Lo podrá comprobar realizando con cuidado una prueba de arañazo en una parte casi no visible. Es fácil rascar aluminio no tratado, pero si está anodizado es más difícil.

Si su pieza de trabajo ya está anodizada y si quiere quitar la capa de oxidación, uno se puede servir del Tifoo Desanodizador (disponible en nuestra tienda en línea).

Claro que también puede utilizar el Desanodizador cuando usted haya anodizado una pieza pero sin estar satisfecho del resultado. En este caso se puede quitar la

## 5. Oxidación anódica

La oxidación anódica es un proceso durante el cual se forma la capa anodizada y que es, por consiguiente, el paso más importante del proceso entero. La imagen siguiente muestra la estructura esquemática del paso de la anodozación:



En un recipiente apropiado, p.e. la tina de plástico de 1 litro incluida en este kit inicial, fije los 2 Ánodos de acero inoxidable (cátodos) incluidos a lo largo de la tina. Posicionar 2 cátodos alrededor de la pieza de trabajo es recomendada para la distribución de la densidad de la corriente. La pieza de aluminio se conecta como ánodo,



es decir que se conecta al polo positivo.

También es posible trabajar con recipientes redondos de acero afinado que se pueden conectar como cátodo. Pero garantice que se trata de verdad de acero afinado que resiste a los productos químicos. Luego meta el electrolito para la anodización en el recipiente correspondiente. Una cantidad de 1 a 5 litros de electrolito para la anodización debería ser suficiente para muchas aplicaciones. Ahora se fija la pieza ya pretratada en el centro entre los electrodos (o bien en el centro del recipiente de acero afinado). Lo importante es que todas las superficies que usted quiere anodizar sean de verdad sumergidas en el líquido.

### **5.1 Contactar las piezas de trabajo**

Para fijar todo, se pueden utilizar las pinzas o hilos de titanio incluidos. Es importante fijar la pieza de trabajo de una manera que los puntos de contacto no se corran y que estén firmemente conectados porque si el hilo de titanio se corre durante la anodización y entra en contacto con una parte ya anodizada, aún no conductora, la corriente se parará inmediatamente. Las ventajas del titanio son la resistencia a ataques químicos y, gracias a eso, la posibilidad de reutilizar sin límites.

Además, el kit incluye también pinzas cocodrillo de acero afinado o niquelado. Éstas no deberían entrar en contacto con el electrolito y son apropiados para contactar piezas que no hay que anodizar o para mantener las pinzas de titanio en su posición o para las instalaciones de contactación.

También se pueden hacer instalaciones de contactación o soportes de aluminio. Pero tenga en cuenta lo siguiente: los soportes de aluminio naturalmente se anodiza también, es decir que hay que descaparlos después. Además es importante que sean del mismo aleado de aluminio que el que quieres anodizar. Garantice que la superficie sea la más pequeña posible para evitar grandes pérdidas de corriente. En general se puede decir que hay que posicionar y modificar siempre con guantes mojados para evitar

## 5.2 Cálculo de la intensidad de la corriente y el tiempo de anodización

La grosor de la capa anodizada depende sobre todo del tiempo de la anodización y de la intensidad de la corriente. Un indicio para la intensidad que emplear es la regla siguiente: 1,5 A por decímetro cuadrado ( $1\text{dm}^2 = 100\text{ cm}^2$ ) para un tiempo de anodización de 60 minutos a temperatura ambiente.

La intensidad de la corriente medida en amperios para la pieza de trabajo correspondiente resulta de la multiplicación de la superficie de la pieza medida en  $\text{dm}^2 \times 1,5\text{ A}$ .

$$\text{Superficie en } \text{dm}^2 \times 1,5\text{ A} = (\text{superficie en } \text{cm}^2)/1000 \times 1,5$$

## 5.3 Cálculos ejemplarios

Para utilizarlo mejor, vea aquí un ejemplo: Un cilindro de aluminio / una barra redonda con un diámetro de 2 cm y una altura de 10 cm debe estar anodizado. La superficie total de un cilindro resulta de  $2 \times \text{superficie de base} + \text{superficie lateral}$ . La superficie lateral de este cilindro resulta de la circunferencia  $\times$  altura y representa así  $63\text{ cm}^2$ . La superficie de base del cilindro se calcula según lo que sigue:  $(\text{radio})^2 \times \pi = 3,1\text{ cm}^2$ .

Así resulta una superficie de  $(2 \times 3,1) + 63 = 69,2 \sim 70\text{ cm}^2$  (corresponde a  $0,7\text{ dm}^2$ ) para el cilindro ejemplario. Según la regla de arriba, de ahí se deduce que nuestro bloque de alimentación debería suministrar una corriente de

$$0,7\text{ dm}^2 \times 1,5\text{ A} = 1,05\text{ A}.$$

Como nuestro bloque de alimentación es capaz de suministrar 2A, se puede anodizar una hora a 1,05 A sin problemas. También se puede anodizar un cilindro del doble

de esta superficie en una hora con el pequeño bloque de alimentación. Para piezas aún más grandes se debería aumentar el tiempo de anodización o trabajar con nuestro bloque de alimentación más fuerte de 10 A (disponible en nuestra tienda en línea buscando "bloque de alimentación 10 amperios"). **Ejemplo:** Para tratar una pieza de aluminio de una superficie de  $200\text{ cm}^2 = 2\text{ dm}^2$ , se necesitaría una intensidad de corriente de 3 A ( $2\text{ dm}^2 \times 1,5\text{ A}$ ). Es decir que se necesita o un bloque de alimentación más fuerte, o anodizar 1,5 horas a 2 A.

**Ojo: Hacerlo al revés, es decir emplear una intensidad de corriente más alta para anodizar en menos tiempo y así ahorrar tiempo, no se recomienda porque la capa será destruida por una densidad de corriente demasiado elevada.**

Considere los valores indicados sólo como indicios porque las condiciones dependen del aleado utilizado, de la sección del conductor y del estado del baño. Recomendamos trabajar con una regulación de la corriente al manipular nuestros bloques de alimentación porque el crecimiento progresivo de la capa anodizada aumenta su resistencia eléctrica y la corriente baja progresivamente. Cuando se ajusta la intensidad de la corriente correspondiente en el bloque de alimentación, éste último reglará la tensión necesaria automáticamente y no hace falta hacerlo manualmente. Para hacerlo primero se posiciona todo (la pieza de trabajo, los cátodos y el baño) y después, al estar apagado, se ajustan los reguladores del bloque de alimentación para la intensidad de la corriente y el voltaje al máximo y se enciende el aparato. Ahora gire el regulador de la corriente (Current) hasta que se llegue al número calculado de amperios para las piezas en cuestión.

Durante la anodización, habrá una formación de burbujas de hidrógeno en el cátodo o bien los cátodos. Esta formación de gas es un indicio de que la reacción electroquímica funciona bien.

Tenga en cuenta que el hidrógeno y el oxígeno forman el "gas fulminante", una mezcla fácilmente inflamable y explosiva. Aunque las cantidades sean relativamente pequeñas, hay que garantizar una ventilación suficiente del lugar del baño de anodización y evitar cada fuente de fuego o ignición cerca de la tina en cuestión.

### **Calculación del grosor de la capa H:**

$H$  medida en  $\mu\text{m} = (0,26 \times \text{tiempo en minutos} \times \text{intensidad de corriente en A}) / (\text{superficie en dm}^2)$

Ejemplo: tiempo = 50 min  
intensidad de corriente = 0,3 A  
superficie = 20  $\text{cm}^2 = 0,2 \text{ dm}^2$

Después del tiempo de anodización deseado, hay que apagar el bloque de alimentación, sacar la pieza de trabajo del baño y lavarla bien y con cuidado primero con agua normal y después con agua destilada. ¡Mejor demasiado que poco de este paso! La lavadura corta es una de las razones más frecuentes para las coloraciones feas o manchadas.

Garantice también que coja la pieza sólo por su suspensión y que no toque las superficies anodizadas. Si sin embargo hay que tocar el objeto, hágalo sólo con guantes de goma mojadas.

## 6. Teñir

A partir de este momento es posible introducir colorantes en los poros creados por la anodización. Los colorantes incluidos son sustancias sólidas. Vea aquí indicaciones para disolverlos en agua destilada:

0,1 a 1g por litro --> coloraciones claras  
2 a 5g por litro --> coloraciones fuertes  
> 5g por litro --> coloraciones oscuras

Los baños de colorantes se pueden reutilizar varias veces, pero hay que observar los factores siguientes: El valor pH debería estar entre 5,5 y 7,5. Cuando está demasiado bajo, por favor añada un poco de NaOH; cuando está demasiado elevado, un poco de ácido acético. Además es importante lavar la pieza de trabajo bastante tiempo antes de teñirla porque los residuos del electrolito para la anodización que se mantienen en los poros pueden rendir los baños de colorante ineficaces.

Cuando, después de la anodización, haya pasado mucho tiempo, recomendamos sumergir la pieza de aluminio otra vez en el electrolito para la anodización para "reactivar" la capa.

Ahora se meten las soluciones de colorante en un recipiente resistente a la calor y se calienta a 50 - 60 °C. La pieza de aluminio que viene de anodizarse se lava bien y se mete en una solución caliente de coloración durante algunos minutos. Los tiempos típicos para las coloraciones con los Tifoo Colores para la anodización son de 5 a 20 minutos de tiempo de efecto. Si posible, agite bien durante este tiempo para que la circulación en el baño sea mejor, lo que hace los resultados de la coloración más regulares. Luego se saca la pieza con cuidado usando una pinza galvánica para lavarla.

Los factores importantes para la más alta autenticidad del color:

- capa gruesa de óxidos ( $< 20 \mu\text{m}$ )
- capa de óxidos bien absorbientes (es decir una anodización a temperatura ambiente)
- lavadura impecable después de la anodización
- concentración correcta del colorante
- mucho tiempo de coloración garantiza matices de color profundos (más de 30 minutos no llevan ningunas ventajas consigo)
- selladura perfecta (cf. siguiente capítulo)

## 7. Sellar

Directamente después de la coloración, el aluminio teñido se mete en la solución de selladura ya hirviendo. Esto puede p.e. ser una solución especial de selladura basada en sales de metal pesado (disponible en nuestra tienda en línea) o sólo agua destilado (que sobre todo debería estar libre de sulfato y fosfato). La selladura provoca una hidratación de la capa de óxidos; esto significa una cerradura de los poros y así una selladura completa de la superficie o bien la inclusión de los colorantes en la capa. Tenga en cuenta lo siguiente: la temperatura del agua o de la solución de la selladura debería estar al menos a  $97 \text{ }^\circ\text{C}$  y el valor pH entre 5,5 y 6 (probarlo con papel pH). No tendrá efecto sellar más tiempo a p.e.  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  - ¡la temperatura superior a  $96 \text{ }^\circ\text{C}$  es decisiva! Si hay que ajustar el valor pH, hágalo con ácido acético o fórmico **no** con ácido sulfúrico. El tiempo de selladura debería ser **al** menos 30 minutos.

El tiempo ideal varía según el grosor de las capas. Habría que sellar 3 minutos por  $\mu\text{m}$ , es decir unos 60 minutos para un grosor de  $20 \mu\text{m}$ . Después, el color se combina firmemente con el aluminio y la anodización de la pieza está terminada.

La ventaja de la solución de selladura es que evita la salida de los colorantes no adhesivos. Los colores así son a menudo más fuertes y resistentes, pero también se pueden conseguir resultados excelentes con agua destilada. El agua destilada disponible en nuestra tienda ofrece la ventaja que el valor pH apropiado (pH 5,5) ya está ajustado y estabilizado por un sistema de tapones. Es la razón por la que le recomendamos nuestras soluciones de selladura para obtener resultados impecables.

## **8. Aviso para la eliminación**

Respete los avisos de sus servicios regionales encargados de la eliminación de basura o infórmese ahí sobre la eliminación correcta de la basura.

## Guía rápida

1. Pretratamiento mecánico (molar, bruñir)
2. Lavar
3. Sumergir en el Tifoo Activador para la anodización (5 a 20 min., según el grado de polución)
4. Lavar
5. Calcular la superficie de la pieza de aluminio
6. Posicionar los Ánodos de acero inoxidable en la tina, luego sumergir la pieza y anodizarla unos 45-60 minutos a  $1,5 \text{ A/dm}^2$ , la pieza que anodizar se conecta al polo positivo, las dos chapas de acero inoxidable al polo negativo.
7. Lavar
8. Teñir --> Ahora se sumerge la pieza enjuagada en el baño de colorante calentado a unos  $50^\circ\text{C}$ . Múevalo un poco para acelerar la absorción del colorante. La concentración del baño depende del colorante mismo y de la saturación deseada. Según la intensidad del color y la concentración del baño, el tiempo de sumersión es de 2 a 20 minutos. Más tiempo de baño colorante, más intensa será la coloración de las piezas de trabajo. De esta manera se pueden crear de manera muy simple coloraciones ligeras y también colores muy saturados - incluyendo a todas las matices entre los dos extremas.
9. Lavar
10. Sellar --> Se sumerge la pieza de trabajo unos 60 minutos en agua hirviendo, al menos a  $96^\circ\text{C}$ . Esto cierra los poros de la superficie y la combinación se transforma en su forma final que es responsable para la extrema dureza de la capa.  
¡Recomendamos agua detilada!

# **Tifoo**

**una marca registrada de  
MARAWE GmbH & Co. KG  
Donaustauer Strasse 378  
Gebäude 64  
93055 Regensburg  
Alemania**

**Tel:(0049)941/46521716**

**Email: [tifoo@marawe.eu](mailto:tifoo@marawe.eu)**

**Web: [www.tifoo.de/es](http://www.tifoo.de/es)**