



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE Laboratorio de Electrometalurgia Ecoprocesos

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Elija un elemento.
2021
27/06/2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| IDENTIFICACIÓN..... | 5 |
| <i>Carga Horaria de la asignatura</i> | <i>5</i> |
| <i>Consignación del Documento.....</i> | <i>5</i> |
| MATRIZ DE CORRESPONDENCIA | 6 |
| NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS | 7 |
| <i>Reglamento general del laboratorio</i> | <i>7</i> |
| <i>Reglamento de uniforme.....</i> | <i>8</i> |
| <i>Uso adecuado del equipo y materiales</i> | <i>8</i> |
| <i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i> | <i>8</i> |
| <i>Procedimientos en caso de emergencia</i> | <i>8</i> |
| RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA.... | 9 |
| PRÁCTICAS..... | 10 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 13 |
| NORMAS TÉCNICAS APLICABLES..... | 14 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 17 |
| NORMAS TÉCNICAS APLICABLES..... | 18 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 21 |
| NORMAS TÉCNICAS APLICABLES..... | 22 |

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- Propósito del manual
- Justificación de su uso en el programa académico
- Competencias por desarrollar
 - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.
 - **Competencias disciplinares:** Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.
 - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

IDENTIFICACIÓN

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|---|-------------|
| Nombre de la Asignatura | | Laboratorio de Electrometalurgia | |
| Clave | 072CE008 | Créditos | |
| Asignaturas Antecedentes | 072CE012 | Plan de Estudios | 2021 |

| Área de Competencia | Competencia del curso |
|---|---|
| Evaluar la problemática y viabilidad económica de las operaciones de exploración, explotación y procesamiento de minerales, a fin de proponer, con iniciativa, sistemas o proyectos de mejora continua, para el desarrollo estratégico de las actividades de producción o cierre de minas, acordes a la legislación minera, laboral, ambiental y las normas de seguridad industrial | Aplicar los conocimientos básicos de la termodinámica y la cinética para la selección adecuada del proceso de obtención y refinación de metales, mediante el proceso de electrodeposición a través de la aplicación de un campo eléctrico en un medio acuoso, mediante un pensamiento estratégico en la planeación de experimentos. |

Carga Horaria de la asignatura

| Horas Supervisadas | | | Horas Independientes | Total de Horas |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Aula | Laboratorio | Plataforma | | |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 105 |

Consignación del Documento

| | |
|--------------------------------|---|
| Unidad Académica | Unidad Académica Hermosillo |
| Fecha de elaboración | 27/06/2025 |
| Responsables del diseño | Ricardo Recio Sánchez, Yezica Jazmín Solis Hernández, Paula Cristina Santos Munguía |
| Validación Recepción | Coordinación de Procesos Educativos |

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

| PRÁCTICA | PERFIL DE EGRESO |
|-------------|--|
| Galvanizado | Aplicar procesos de recubrimiento de zinc para proteger superficies metálicas contra la corrosión, siguiendo parámetros controlados de preparación, inmersión y corriente eléctrica, en un contexto de prácticas de tratamiento superficial, desarrollando responsabilidad técnica y trabajo en equipo. |
| Cromado | Ejecutar operaciones de cromado para mejorar la resistencia y el acabado estético de metales, controlando variables de disolución, voltaje y tiempo, en procesos de acabado superficial conforme a normas de seguridad, fomentando ética profesional y colaboración interdisciplinaria. |
| Anodizado | Implementar el proceso de anodizado para formar capas de óxido controladas que protejan y embellezcan superficies de aluminio, verificando parámetros de voltaje, tiempo y soluciones electrolíticas, en actividades de tratamiento de metales ligeros, desarrollando conciencia ambiental, orden y comunicación efectiva. |

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

1. La entrada al laboratorio debe ser ordenada, conservándose este orden durante el desarrollo de la práctica.
2. El tiempo de tolerancia para llegar y entrar al laboratorio será fijado por el maestro o el encargado del laboratorio.
3. Se prohíbe comer, beber y fumar dentro del laboratorio.
4. Toda persona que trabaje en el laboratorio deberá traer puesta su bata de manga larga, zapato cerrado, así como lentes de seguridad y demás equipo de protección personal que se requiera de acuerdo con las prácticas a realizar.
5. No se recomienda llevar el cabello largo y suelto, usar lentes de contacto, anillos, pulseras, dijes, aretes largos, etc.
6. Los útiles y pertenencias que no cumplan un contenido en la práctica deberán ser colocados en el lugar indicado por el maestro (a) o encargado de laboratorio.
7. Es responsabilidad y obligación del alumno revisar su material al iniciar la práctica, así como su limpieza y buen cuidado, además de la preservación de la mesa y equipo instrumental.
8. Se sancionará a las (s) persona (s) que, por sus actitudes perniciosas, pongan en riesgo o dañen la integridad física y moral de sus compañeros, o dañen instalaciones o equipos, basado en los reglamentos correspondientes internos de esta universidad y el presente reglamento.
9. Cada grupo deberá trabajar en el horario designado.
10. Ubicar donde se encuentran exactamente las instalaciones de seguridad del laboratorio: extinguidores, botiquín, etc.
11. Antes de usar un reactivo químico o una solución, lea primeramente la etiqueta para identificar el contenido; tome exactamente la cantidad necesaria y tape el frasco; no regrese jamás el exceso al frasco original.
12. No se deben oler sustancias directamente, ya que la mayoría son tóxicas, con la ayuda de la mano, abanique, para aproximar las gases o vapores al olfato.
13. Se debe etiquetar todos los frascos que contengan reactivos y sustancias, con el fin de evitar confusiones.
14. Cuando se trabaje con material inflamable: queda estrictamente prohibido el uso de mecheros o cualquier otro tipo de fuente de flama.
15. Jamás se verterá agua sobre ácido, lo correcto es verter el ácido sobre el agua.
16. No se debe prestar ningún material y/o equipo que pertenezca al laboratorio sin previa autorización del jefe de carrera.
17. Cuando algún equipo no funcione o presente alguna anomalía se deberá reportarlo inmediatamente al maestro (a) o encargado del laboratorio.
18. No prender radios, ni usar audífonos, ni celular.
19. Si el maestro no está presente no se puede realizar la práctica a menos que exista una autorización.
20. Cualquier accidente, por irresponsabilidad, en que resulten dañados material o equipo, estos deberán ser recuperados al laboratorio por los integrantes del equipo o por la persona responsable, en un plazo no mayor de 15 días. De no hacerlo, se le suspenderá el acceso al laboratorio en las prácticas posteriores.
21. A los alumnos (as) que se les sorprenda rayando las mesas o bancos, además de limpiarlas serán suspendidos de la práctica o prácticas a criterio del maestro (a) o encargado del laboratorio.
22. Al término de la práctica, cerciorarse que las llaves de gas y agua queden cerradas.
23. Los reactivos químicos y materiales se deberán dejar en el lugar correspondiente al término de la práctica.

24. Al finalizar la práctica, el material, equipo y la mesa de trabajo serán entregados perfectamente limpios.
25. Solo las personas autorizadas podrán estar y hacer uso del laboratorio.
26. Personas ajenas al programa educativo de Ingeniero de Geociencias podrán hacer uso de las instalaciones, solo con la autorización del jefe de carrera.

Reglamento de uniforme

1. Toda persona que trabaje en el laboratorio deberá traer puesta su bata de manga larga, zapato cerrado, así como lentes de seguridad y demás equipo de protección personal que se requiera de acuerdo con las prácticas a realizar.
2. No se recomienda traer el cabello largo y suelto, usar lentes de contacto, anillos, pulseras, dijes, aretes largos, etc.

Uso adecuado del equipo y materiales

1. Es responsabilidad y obligación del alumno revisar su material al iniciar la práctica, así como su limpieza y buen cuidado, además de la preservación de la mesa y equipo instrumental.
2. No se debe prestar ningún material y/o equipo que pertenezca al laboratorio sin previa autorización del jefe de carrera.
3. Cuando algún equipo no funcione o presente alguna anomalía se deberá reportarlo inmediatamente al maestro (a) o encargado del laboratorio.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

1. Antes de usar un reactivo químico o una solución, lea primeramente la etiqueta para identificar el contenido; tome exactamente la cantidad necesaria y tape el frasco; no regrese jamás el exceso al frasco original.
2. No se deben oler sustancias directamente, ya que la mayoría son tóxicas, con la ayuda de la mano, abanique, para aproximar las gases o vapores al olfato.
3. Se debe etiquetar todos los frascos que contengan reactivos y sustancias, con el fin de evitar confusiones.
4. Cuando se trabaje con material inflamable: queda estrictamente prohibido el uso de mecheros o cualquier otro tipo de fuente de flama.
5. Jamás se verterá agua sobre ácido, lo correcto es verter el ácido sobre el agua.
6. Los reactivos químicos y materiales se deberán dejar en el lugar correspondiente al término de la práctica.
7. Al término de la práctica, cerciorarse que las llaves de gas y agua queden cerradas.

Procedimientos en caso de emergencia

1. Ubicar donde se encuentran exactamente las instalaciones de seguridad del laboratorio: extinguidores, botiquín, etc.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

| | |
|---|---|
| Elemento de Competencia al que pertenece la práctica | EC3 |
| | Aplicar el conocimiento previamente adquirido para analizar los parámetros de operación, trabajo en equipo, en la obtención y refinación de metales base como oro, plata, cobre y zinc además de la aplicación de la electrometalurgia en el recubrimiento de metales para darles mejores características y valor agregado. |

| PRÁCTICA | NOMBRE | COMPETENCIA |
|----------------|-------------|---|
| Práctica No. 1 | Galvanizado | Aplicar procesos de recubrimiento de zinc para proteger superficies metálicas contra la corrosión, siguiendo parámetros controlados de preparación, inmersión y corriente eléctrica, en un contexto de prácticas de tratamiento superficial, desarrollando responsabilidad técnica y trabajo en equipo. |
| Práctica No. 2 | Cromado | Ejecutar operaciones de cromado para mejorar la resistencia y el acabado estético de metales, controlando variables de disolución, voltaje y tiempo, en procesos de acabado superficial conforme a normas de seguridad, fomentando ética profesional y colaboración interdisciplinaria. |
| Práctica No. 3 | Anodizado | Implementar el proceso de anodización para formar capas de óxido controladas que protejan y embellezcan superficies de aluminio, verificando parámetros de voltaje, tiempo y soluciones electrolíticas, en actividades de tratamiento de metales ligeros, desarrollando conciencia ambiental y comunicación efectiva. |



PRÁCTICAS

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA | Galvanizado |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Aplicar procesos de recubrimiento de zinc para proteger superficies metálicas contra la corrosión, siguiendo parámetros controlados de preparación, inmersión y corriente eléctrica, en un contexto de prácticas de tratamiento superficial, desarrollando responsabilidad técnica y trabajo en equipo. |

| |
|---|
| FUNDAMENTO TEÓRICO |
| <p>El galvanizado es un proceso de recubrimiento metálico que consiste en depositar una capa de zinc sobre una superficie de acero o hierro para protegerla de la corrosión. El método más común es el galvanizado electrolítico, que se basa en una reacción electroquímica: al aplicar corriente directa, el zinc se disuelve del ánodo y se deposita en forma metálica en el cátodo (pieza a recubrir). El recubrimiento actúa como barrera física y sacrifica el zinc, que se oxida preferentemente, protegiendo el metal base.</p> |

| |
|---|
| MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS |
| <p>Equipo de protección personal EPP. <i>Uso obligatorio para todos los integrantes dentro del laboratorio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata de laboratorio. • Guantes de nitrilo o PVC. • Gafas de seguridad. • Cubrebocas. • Botas con casquillo. <p>Materiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinzas de sujeción. • Cables de conexión. • Recipientes plásticos o de vidrio. • Bastidor para electrodos. <p>Equipamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de corriente directa (rectificador). • Baño electrolítico (recipiente para solución). • Balanza para pesaje previo y posterior. • Campana de extracción si se usan soluciones ácidas. <p>Reactivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sales de zinc (sulfato de zinc $ZnSO_4$). • Ácido bórico o aditivos para mejorar el depósito. • Agua destilada. • Ácido para limpieza de piezas (opcional). |

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Limpiar la superficie de la pieza metálica (desengrasado y decapado).
2. Preparar la solución de galvanizado con la concentración adecuada de sales de zinc.
3. Conectar la pieza como cátodo y un ánodo de zinc al circuito.
4. Sumergir la pieza en el baño y aplicar corriente directa a voltaje y tiempo controlados.
5. Retirar la pieza, enjuagarla y secarla.
6. Observar y registrar espesor y uniformidad del recubrimiento.

RESULTADOS ESPERADOS

- Recubrimiento uniforme de zinc sobre la pieza base.
- Protección mejorada contra corrosión.
- Espesor dentro de parámetros esperados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál es la reacción principal del galvanizado?
- ¿Qué parámetros afectan la calidad del recubrimiento?
- ¿Por qué es necesario limpiar bien la superficie?
- ¿Qué defectos pueden aparecer y cómo prevenirlos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El galvanizado aumenta la vida útil de piezas metálicas.
Parámetros como corriente, tiempo y limpieza determinan la calidad.
La práctica refuerza conocimientos de electroquímica y control de procesos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realizar un reporte de práctica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| | |
|--|--|
| Criterios de evaluación | Rúbrica de Práctica de laboratorio |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | |
| Formatos de reporte de prácticas | Rúbrica de Reporte de prácticas de laboratorio |

FUENTES DE INFORMACIÓN

Schlesinger, M., & Paunovic, M. (2010). *Modern Electroplating* (5th ed.). Wiley.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

ISO. (2011). *ISO 2081:2011 — Metallic and other inorganic coatings — Electroplated coatings of zinc with supplementary treatments on iron or steel*. International Organization for Standardization.

<https://www.iso.org/standard/51520.html>

ASTM International. (2020). *ASTM B633-20: Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/B0633-20>

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA | Cromado |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Ejecutar operaciones de cromado para mejorar la resistencia y el acabado estético de metales, controlando variables de disolución, voltaje y tiempo, en procesos de acabado superficial conforme a normas de seguridad, fomentando ética profesional y colaboración interdisciplinaria. |

| FUNDAMENTO TEÓRICO |
|--|
| <p>Es un proceso de electrodeposición donde se recubre una superficie metálica con una fina capa de cromo. El cromo otorga resistencia a la corrosión, dureza y acabado brillante. Se realiza en baños con soluciones de ácido crómico (CrO_3) y ácido sulfúrico, usando corriente directa. El cromo se deposita del ánodo a la superficie del cátodo. El cromado puede ser decorativo o funcional (duro) según espesor y uso.</p> |

| MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS |
|---|
| <p>Equipo de protección personal EPP. <i>Uso obligatorio para todos los integrantes dentro del laboratorio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata de laboratorio. • Guantes. • Gafas de seguridad. • Cubrebocas. • Botas con casquillo. <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinzas de sujeción. • Bastidor para electrodos. • Recipiente de vidrio o plástico resistente. • Cables para conexión. <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ácido crómico (CrO_3). • Ácido sulfúrico (H_2SO_4). • Agua destilada. • Soluciones de limpieza/desengrase. <p>Equipamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rectificador de corriente. • Baño electrolítico con control de temperatura. • Campana de extracción. • Balanza. |

| PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Desengrasar y limpiar perfectamente la pieza metálica. |

2. Preparar el baño de cromado con la concentración correcta de ácido crómico y sulfúrico.
3. Conectar la pieza como cátodo y ánodo de plomo o grafito.
4. Sumergir en el baño y aplicar corriente directa bajo parámetros de voltaje y temperatura.
5. Retirar, enjuagar con agua y secar.
6. Verificar adherencia y brillo del recubrimiento.

RESULTADOS ESPERADOS

Recubrimiento de cromo uniforme, brillante y adherente.
Mejora estética y protección superficial.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál es la reacción principal en el cromado?
- ¿Qué función cumple el ácido sulfúrico?
- ¿Por qué se usan baños ácidos y control de temperatura?
- ¿Qué riesgos químicos hay y cómo se controlan?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El cromado es clave para aplicaciones decorativas y de protección.
Requiere parámetros muy controlados para evitar defectos.
Se deben cumplir normas ambientales estrictas por el cromo hexavalente.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realizar reporte de práctica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| | |
|--|--|
| Criterios de evaluación | Rúbrica de Práctica de laboratorio |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | |
| Formatos de reporte de prácticas | Rúbrica de Reporte de prácticas de laboratorio |

FUENTES DE INFORMACIÓN

Schlesinger, M., & Paunovic, M. (2010). *Modern Electroplating* (5th ed.). Wiley.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

ASTM International. (2020). *ASTM B177-20: Standard Guide for Engineering Chromium Electroplating*.
ASTM International. <https://doi.org/10.1520/B0177-20>

| | |
|-----------------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA | Anodizado |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Implementar el proceso de anodizado para formar capas de óxido controladas que protejan y embellezcan superficies de aluminio, verificando parámetros de voltaje, tiempo y soluciones electrolíticas, en actividades de tratamiento de metales ligeros, desarrollando conciencia ambiental, orden y comunicación efectiva. |

| |
|--|
| FUNDAMENTO TEÓRICO |
| es un proceso electroquímico para formar una capa de óxido controlada sobre metales, principalmente aluminio. Funciona como protección contra corrosión, mejora estética y superficie para coloración. En el baño electrolítico, la pieza actúa como ánodo. Se aplica corriente directa en solución de ácido sulfúrico u oxálico. La capa porosa se sella luego para mejorar la resistencia. |

| |
|--|
| MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS |
| <p>Equipo de protección personal EPP. <i>Uso obligatorio para todos los integrantes dentro del laboratorio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata de laboratorio. • Guantes. • Gafas de seguridad. • Cubrebocas. • Botas con casquillo. <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinzas y bastidor. • Recipientes plásticos. • Varilla agitadora. • Termómetro. <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ácido sulfúrico (H_2SO_4) o ácido oxálico. • Agua destilada. • Sellador (agua caliente o solución de níquel acetato). <p>Equipamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de corriente directa. • Baño con control de temperatura. • Campana de extracción. • Balanza. |

| |
|---|
| PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar la superficie de aluminio (desengrasar y decapar). 2. Preparar el baño de anodizado (ej. 15% H_2SO_4). |

3. Conectar la pieza como ánodo y un cátodo de plomo o aluminio.
4. Aplicar corriente directa bajo temperatura controlada.
5. Retirar la pieza, enjuagar y sellar en agua caliente o baño de níquel.
6. Secar y evaluar el acabado.

RESULTADOS ESPERADOS

Formación de capa de óxido uniforme y adherente.
Superficie con acabado mate o brillante, lista para coloración.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué función cumple la corriente eléctrica?
- ¿Qué determina el espesor de la capa anódica?
- ¿Por qué se sella la capa formada?
- ¿Qué precauciones de seguridad se deben seguir?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El anodizado mejora la resistencia y apariencia del aluminio; el espesor depende de corriente, tiempo y temperatura.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realizar reporte de práctica

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| | |
|--|--|
| Criterios de evaluación | Rúbrica de Práctica de laboratorio |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | |
| Formatos de reporte de prácticas | Rúbrica de Reporte de prácticas de laboratorio |

FUENTES DE INFORMACIÓN

Davis, J. R. (Ed.). (2001). *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. ASM International.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

ASTM International. (2021). *ASTM B580-21: Standard Specification for Anodic Oxide Coatings on Aluminum*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/B0580-21>