



## PROGRAMA DE ACTIVIDAD CURRICULAR

**SEMINARIO:** Corrosión de Materiales

**CARGA HORARIA:** 60 horas

**PROFESOR:** Dra. María Cristina Di Stefano

### Fundamentación

La corrosión es el ataque destructivo de un material por efectos de un medio agresivo. En términos económicos, se estima que aproximadamente el 3 % del producto bruto interno de un país industrializado se invierte en mantener o reemplazar los materiales afectados por los efectos de la corrosión. En la Argentina esto implica nos \$ 75.000.000.000 anuales, mientras que el presupuesto de las universidades nacionales es de alrededor de \$ 17.000.000.000. Además del impacto económico, deben considerarse los accidentes asociados a estos fenómenos, y las consecuentes pérdidas de vidas y daños ambientales. Es acuciante la necesidad de formar profesionales con la capacidad de estudiar los mecanismos de corrosión y los métodos para mitigarla.

### Objetivos

- Comprender la importancia del estudio de los procesos de deterioro en los materiales involucrados en cada sistema, y las consecuencias adversas que se derivan de ignorarlos (impacto económico, ambiental, riesgo de accidentes).
- Analizar los mecanismos de cada proceso corrosivo y los ataques en diversos medios.
- Evaluar las posibles estrategias para prevenir o reducir la degradación en distintos tipos de materiales, según sea el mecanismo de ataque y la agresividad del medio.

### Contenidos

#### Unidad N° 1: Procesos de corrosión

Definición del problema. Impacto económico. Aspectos científicos y técnicos. Importancia de su estudio en la formación del ingeniero. Clasificación de los procesos de corrosión.



### **Unidad Nº 2: Corrosión Química**

Efecto del óxido. Mecanismos de transporte. Clasificación de óxidos. Estructura y estequiometría. Relación de Pilling y Bedworth. Óxidos tipo-n y óxidos tipo-p. Aleaciones resistentes a la corrosión. Efecto de los aleantes. Aleantes heterovalentes y oxidación selectiva. Estudio de casos particulares. Métodos de protección.

### **Unidad Nº 3: Corrosión Electroquímica**

Antecedentes históricos. Conceptos fundamentales. Potenciales de electrodos. Electrodos de referencia. Diagramas de Pourbaix. Cinética de electrodo. Polarización y sobrepotencial. Sobrepotencial de transferencia de carga. Sobrepotencial de difusión. Sobrepotenciales de cristalización, de reacción y óhmico. Polarización combinada. Reacciones anódicas y catódicas. Curvas de polarización anódicas y catódicas. Reacciones catódicas simultáneas durante el proceso corrosivo. Potencial de corrosión.

### **Unidad Nº 4: Curvas de polarización**

Curvas galvanostáticas y potencioestáticas. Métodos. Equipamiento. Celdas, probetas, equipos auxiliares. Interpretación de las curvas de polarización. Densidad de corriente y velocidad de corrosión. Aplicaciones. Estudio de mecanismos de corrosión. Selección de materiales. Evaluación de la agresividad del medio. Aplicación a la metalografía. Resistencia de polarización. Mecanismos de pasivación.

### **Unidad Nº 5: Pares Galvánicos**

Múltiples reacciones catódicas. Múltiples electrodos. Protección catódica. Corrosión galvánica del aluminio. Prevención de pares galvánicos.

### **Unidad Nº 6: Picado y corrosión por rendijas**

Tipos de picado. Aspectos experimentales. Mecanismo de picado. Figuras de corrosión ("etchpitting"). Morfología del picado. Parámetros electroquímicos característicos del picado. Aniones agresivos. Efecto de otros iones. Distribución de corriente y velocidad de propagación de picaduras. Efecto de la composición de la aleación sobre el potencial de picado. Protección contra el picado. Corrosión en rendijas. Mecanismo. Protección contra la corrosión en rendijas.



#### **Unidad Nº 7: Corrosión bajo tensión. Fatiga**

Conceptos fundamentales de la corrosión bajo tensión. Fisuración inducida. Efecto de las condiciones del medio. Tensiones mecánicas y medio corrosivo. Distribución heterogénea de tensiones mecánicas. Mecanismos de corrosión bajo tensión. Tiempo de inducción y de fractura. Etapa controlante. Métodos para combatir la corrosión bajo tensión. Conceptos básicos de corrosión por fatiga. Efecto de las condiciones del medio. Mecanismo. Ensayos. Prevención.

#### **Unidad Nº 8: Erosión-Corrosión. Cavitación**

Conceptos. Películas superficiales. Velocidad del fluido. Turbulencia. Efectos galvánicos. Prevención contra la erosión-corrosión. Daño por cavitación.

#### **Unidad Nº 9: Degradación de vidrios y cerámicos**

Conceptos básicos. Cerámicos. Óxidos. Carburos. Nitruros. Boruros. Siliciuros. Grafito. Procesos de corrosión. Difusión, celdas galvánicas, límite de grano, tensión. Vidrios. Corrosión de vidrios en repositorios nucleares. Corrosión de sólidos vítreos bajo tensión.

#### **Unidad Nº 10: Degradación de polímeros**

Conceptos básicos. Estructura de los polímeros. Agentes de degradación. Degradación térmica. Degradación fotoquímica. Agentes químicos, biológicos y mecánicos. Rotura de cadenas. Depolimerización. Entrecruzamiento. Cambio de enlaces. Cambio de grupos laterales. Estabilizantes. Agentes antioxidantes. Protección contra la radiación ultravioleta. Protección contra el ozono. Protección contra la combustión.

#### **Metodologías de Enseñanza**

El desarrollo del dictado de las unidades temáticas se realiza mediante el dictado de clases Teórico-Prácticas. El planteo de los temas a través de un estudio teórico requiere de la aplicación para enfrentar al alumno a situaciones que estimulen su capacidad de observar, interpretar y comprender globalmente el concepto transmitido. El objetivo de permitir al alumno comprender los fundamentos y aplicaciones de la materia se cumple, básicamente, mediante la resolución de situaciones problemáticas planteadas y experiencias prácticas en laboratorio.



La función del problema es facilitar la transición del concepto abstracto a las aplicaciones concretas en el desempeño cotidiano del profesional de la ingeniería. El problema se presenta de modo cuidadosamente estructurado para brindar una correcta visualización de los conceptos involucrados en la cuestión a resolver. Se busca desarrollar en el alumno la capacidad de seleccionar y aplicar correctamente los conocimientos adquiridos. Esta manera de encarar la resolución de los problemas evita la dicotomía teoría-práctica, separación arbitraria, que por supuesto no se da en el trabajo profesional.

Se realizan también prácticas en laboratorio, a fin de observar y experimentar algunos de los conocimientos abordados teóricamente, en grupos de investigación dedicados a temáticas afines a la materia, que cuentan con el equipamiento requerido.

#### **Formación práctica**

Durante el desarrollo de la materia se efectuarán dos prácticas de laboratorio. En la primera los alumnos aprenderán a utilizar un potenciómetro para efectuar ensayos electroquímicos, el mecanismo de adquisición de datos y su interpretación. En la segunda efectuarán recubrimientos sobre distintos metales (aceros, aleaciones de aluminio, aleaciones de magnesio), evaluarán los efectos mediante ensayos electroquímicos, antes y después de ser sometidos a un medio agresivo, y considerarán críticamente los resultados obtenidos.

#### **Requisitos de regularidad**

El alumno debe cumplir con el 80% de asistencia regular a las clases y aprobar los exámenes parciales, que tienen una instancia de recuperación, y el examen final. Además, como condición de regularización de la asignatura, deberán presentarse en forma individual un informe de los trabajos prácticos.

#### **Modalidad de Evaluación**

Se tomarán dos exámenes parciales teórico-prácticos y un examen final. La modalidad de evaluación prevista tiende a valorar los conocimientos adquiridos, el grado de comprensión del problema a resolver, la capacidad de síntesis y el desarrollo de juicio crítico en los alumnos.



#### **Cronograma de cursada:**

- Miércoles 13 de septiembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 20 de septiembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 27 de septiembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 4 de octubre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 11 de octubre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 18 de octubre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 25 de octubre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 1 de noviembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 8 de noviembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 15 de noviembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 22 de noviembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 29 de noviembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 6 de diciembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 13 de diciembre de 18:00 a 22:00 horas
- Miércoles 20 de diciembre de 18:00 a 22:00 horas

#### **Bibliografía obligatoria**

- Hong Shih, I. T. Ed. (2012). "Corrosion Resistance". Rijeka, Croatia.
- Hong Shih, I. T. Ed. (2012). "Environment and Industrial Corrosion. Practical and Theoretical Aspects". Rijeka, Croatia.
- Marcus, P and Mansfeld, F. (2006). "Analytical methods in corrosion science and engineering", Taylor & Francis Group.
- McCafferty, E. (2009). "Introduction to corrosion science". Springer.
- Sastri, V. S. and Ghali, E. (2007) "Corrosion, Prevention and Protection, Practical Solutions". John Wiley & Sons Ltd. England.
- Schwertzer, P. A. (2012). "Fundamentals Corrosion". Taylor & Francis Group. U.S.A.
- Schweitzer, G.; Pesterfield, L. (2010). "The Aqueous Chemistry of the Elements". Oxford University Press.



### **Bibliografíaopcional**

- “Corrosion tests and standars application and interpretatios”. Robert Baboian, Editor. ASTM International, 2005.
- Caputo, J.; Sanchez, M.; Rolón, J.; Cabanillas, E.; Rodriguez, M.; Romano, A.; Di Stefano, C. y Gilabert, U. (2012). “Estudio mediante SEM y Microscopía Óptica de recubrimientos inorgánicos libres de cromato aplicados sobre aleaciones de aluminio para mejorar su resistencia a la corrosión”. Samic 2012- 2do Congreso Argentino de Microscopía. CNEA Contituyentes. Poster.
- Caputo, J.; Sanchez, M.; Rolón, J.; Cabanillas, E.; Rodriguez, M.; Romano, A.; Di Stefano, C. y Gilabert, U. (2012). “Evaluación del efecto de distintos recubrimientos inorgánicos, libres de cromato, sobre la resistencia a la corrosión de aleaciones de aluminio”. Segundo Encuentro Materiales Tecnológicos en Argentina (Matte@Ar 2012). San Rafael, Mendoza. Expositor.
- Di Stefano, C.; Lasorsa, P.; Ramos, U.; Gilabert, M. y Sierra, M.(2013) “Estudio comparativo del efecto protector de recubrimientos aplicados sobre aleaciones de aluminio”. XVIII Congreso de Fisicoquímica y Qca. Inorgánica. Rosario, Pcia. de Santa Fe. Poster