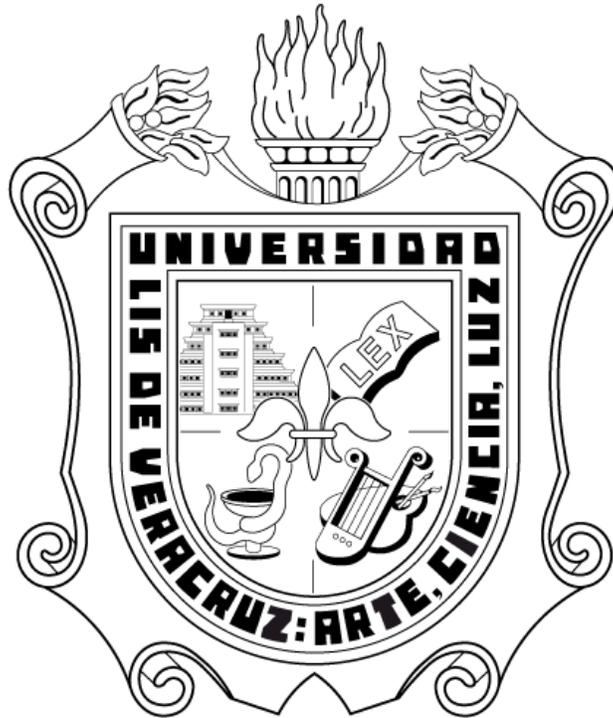


UNIVERSIDAD VERACRUZANA



MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

Plan de Estudios 2023

Datos generales	
Institución que lo propone	Universidad Veracruzana
Entidad de adscripción y región	Instituto de Ingeniería región Veracruz
Grado que se otorga	Maestro en Ingeniería de Corrosión Maestra en Ingeniería de Corrosión
Orientación	Investigación
Duración	4 semestres
Modalidad	Escolarizado
Total de créditos	112 créditos

Índice

Página

1. Justificación.4
 Ciencias e Ingeniería de Materiales11
2. Fundamentación Académica y retribución social.13
 Antecedentes del programa educativo13
3. Objetivos y metas del programa.17
4. Recursos humanos, materiales y de infraestructura académica:17
5. Perfil del alumno y requisitos de ingreso.26
6. Perfil de egreso y requisitos de permanencia, egreso y titulación.28
7. Perfil del núcleo académico.29
 Competencias29
9. Duración de los Estudios.43
10. Descripción del Reconocimiento Académico.44
11. Referencias bibliográficas.44
- 12 Anexos46
 - A. Programas de estudio46
 - B. Programas de estudio135
 - C. Plan de Mejoras139

1. Justificación.

La corrosión es el principal mecanismo de degradación de los materiales metálicos con mayor repercusión (el enemigo número uno), para los sectores industriales y la infraestructura de cualquier país en el mundo.

De acuerdo con un estudio económico realizado por la Asociación para el Rendimiento y la Protección de Materiales (por sus siglas en inglés, AMPP) conocida antes como la Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (por sus siglas en inglés, NACE) (NACE International, 2016). Los costos de la corrosión, en los países industrializados, asciende a cantidades equivalentes entre el 3% y el 5% del producto interno bruto, que en 2018 se estimó que corresponde aproximadamente a 2.9 trillones de dólares a nivel mundial (Little, y otros, 2020). Cabe señalar que estos costos no incluyen aquellos producidos indirectamente por daños ambientales o pérdidas humanas.

Los costos por corrosión pueden ser disminuidos entre 15 y 35%, lo que representa entre 375 y 875 mil millones de dólares anuales en todo el mundo, aplicando, adecuadamente, la investigación en los métodos de control y técnicas de monitoreo e inspección de alta tecnología.

En México no se ha realizado un estudio sobre los costos e impacto de la corrosión, principalmente por la falta de conciencia generalizada en este fenómeno, ya que se tiene una cultura correctiva en vez de preventiva y ven a la corrosión como algo inherente al paisaje de nuestras ciudades (PFM, 2020).

A nivel nacional, el programa de posgrado de la Maestría en Ingeniería de Corrosión (MIC) sigue siendo el único a nivel técnico, licenciatura o posgrado, que forma recursos humanos especializados en “ingeniería de corrosión”, personal que la industria nacional requiere para enfrentar la problemática de la corrosión.

El estudio de la corrosión es multidisciplinario, el cual compete a la gran mayoría de las ingenierías e inclusive puede involucrar diferentes áreas del conocimiento como las ciencias de la salud (corrosión in vivo) así como las ciencias sociales (preservación de monumentos históricos), por lo que la demanda y matriculado de la Maestría en ingeniería de Corrosión es amplio (ingenieros petroleros, civiles, arquitectos, metalúrgicos, electrónicos, mecánicos, ambientales, etc.)

En términos generales, la Maestría en ingeniería de Corrosión proporcionará al estudiante las bases para que se inicie en el proceso de investigación en el que pueda definir e identificar problemas, necesidades, oportunidades que deriven en propuestas de solución a través de proyectos. Lo anterior basados en un análisis crítico del método científico y del campo disciplinario, esto incluye una búsqueda ordenada de antecedentes, un planteamiento de la justificación de sus propuestas que le permitan definir objetivos, que identifique claramente las metas asociadas a estos objetivos y que estructure una metodología clara de cómo alcanzarlos, que defina los parámetros que le van a permitir alcanzarlos en tiempo y espacio. Además, que tenga las herramientas para el análisis crítico de resultados que puedan derivar en conclusiones y hacer recomendaciones al respecto.

Es importante mencionar que la Maestría en ingeniería de Corrosión está diseñada para que el estudiante aprenda a estructurar sus propuestas basándose en el marco lógico para permitir dar seguimiento tanto a las actividades programadas y

así alcanzar los objetivos planteados. Una parte importante de la formación del estudiante es mostrarles el conocimiento para que generen sus presentaciones en congresos y foros nacionales e internacionales y el análisis de resultados para realizar la escritura de artículos técnico-científicos.

Cabe señalar que, aunque la Maestría en Ingeniería de Corrosión está orientada principalmente en investigación, esta también proporciona herramientas prácticas para que los estudiantes puedan incursionar y desempeñarse adecuadamente en el sector industrial. El adiestramiento es tal que puede compararse con aquellas compañías certificadoras de especialistas en la Ingeniería de la corrosión, tales como inspectores de recubrimientos y técnicos en sistemas de protección catódica de la Asociación para la Protección y el Desempeño de los Materiales (AMPP por sus siglas en inglés).

Estudio de Factibilidad

Actualmente, el Instituto de Ingeniería región Veracruz alberga un solo programa de posgrado: la Maestría en Ingeniería de Corrosión que contaba con el nivel de “consolidado” dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), ahora llamado Sistema Nacional de Posgrados (SNP). Desde su creación en 2011, han cursado 12 generaciones el plan de estudios de la MIC con un total de 73 estudiantes, de los cuales 38 han egresado hasta el momento. Es importante mencionar que el plan de estudios se ha sometido a 2 reestructuraciones como resultado de la autoevaluación del programa, estudio de las estadísticas del posgrado y las recomendaciones realizadas por el CONAHCYT. Ante los cambios, avances y nuevas necesidades que se generan en la sociedad, es importante que el programa se mantenga a la vanguardia. Por tal motivo, se realizó un estudio de factibilidad de la Maestría en Ingeniería de Corrosión mediante la difusión de encuestas con el propósito de conocer la demanda actual por parte de los aspirantes, el impacto del programa en la trayectoria académica y laboral de los egresados, así como la opinión de empleadores en el desempeño de los egresados en el ámbito laboral y académico. Esto con el objetivo de evaluar el plan de estudios y la pertinencia de su oferta educativa.

Con base en el análisis de resultados de las encuestas realizadas a 129 aspirantes, el 38% fueron mujeres, mientras que el 62% hombres, con una edad promedio de 22 años, 9.3% de ellos se encuentra trabajando, 76.7% están por concluir la licenciatura y un 14% están desempleados. De este grupo, el 70% estudiaría la Maestría en Ingeniería de Corrosión de manera escolarizada y de tiempo completo, y dentro de sus expectativas del posgrado, una vez que egresen, el 22% desea dedicarse a la investigación, 4% dedicarse a la docencia y un 74% incursionar en la industria.

En cuanto a la retroalimentación proporcionada por 36 egresados, en la Figura 1 se muestra que el 78% se encuentra trabajando y el 22% decidieron continuar con sus estudios de doctorado. De los egresados que trabajan, el 68% se encuentran en empresas privadas que prestan servicios referentes al control y prevención de la corrosión (Metalyzinc SA de CV, Galvanizadora Nacional, R2M México, Corrosión y Protección), empresas del sector energético (IEnova, Sempra energy y Fyresa), distribuidoras de productos químicos (Brenntag), siderúrgicas (TYASA, Marcegaglia

y Ternium), entre otras. Mientras que el resto, el 32% labora como docente o académico en universidades públicas y privadas (Universidad Veracruzana, Secretaría de Educación de Veracruz Universidad Euro Hispanoamericana e Instituto Evolución Educativa). Por otra parte, el 22% de los egresados continúan con sus estudios de doctorado en universidades y centros de investigación de alto prestigio a nivel nacional como la Universidad Veracruzana (UV), Centro De Investigación y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica (CIDETEQ), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Escuela de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE-IPN).

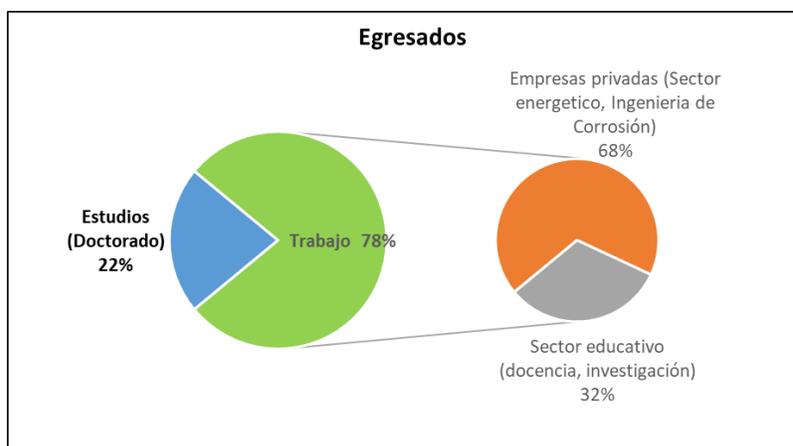


Figura 1. Datos de la encuesta de egresados.

Dentro de las habilidades y competencias obtenidas por los egresados, un 98% de los encuestados calificó excelente y buena la contribución de sus estudios de maestría en la gestión y planeación del tiempo, comunicación oral y escrita, capacidad de análisis y síntesis, así como su capacidad para trabajar en equipo. Dentro de las recomendaciones principales realizadas por los egresados para mejorar el programa de la maestría se menciona la mejora de la infraestructura de los equipos de laboratorio, principalmente para la caracterización de materiales; mejorar la vinculación con el sector industrial y dar un mayor énfasis en los conocimientos prácticos realizando ensayos en campo; que los académicos y estudiantes de posgrado puedan realizar servicios a empresas del sector público y privado. Por último, aumentar los requisitos en cuanto al nivel de inglés para el egreso. Con base en esta retroalimentación, dentro de las modificaciones al plan de estudios se consideró aumentar las horas prácticas con y sin profesor, y mejorar la vinculación con el sector industrial.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de las 36 encuestas recopiladas hacia los empleadores, el 30% fueron del sector empresarial privado (principalmente en el sector de la construcción), 61% del sector educativo en universidades públicas y un 9% de universidades privadas. El 75% de las empresas o universidades expresaron tener problemas relacionados con corrosión y el 91% de estas empresas y universidades contratarían a estudiantes egresados de la Maestría en ingeniería de Corrosión. Por último, dentro de las actitudes y habilidades que deben de tener

los egresados de la maestría, según la opinión de los empleadores, comprenden el liderazgo, trabajo en equipo e innovación.

De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de factibilidad de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, se muestra su pertinencia en el sector educativo y empresarial. Cabe señalar que existen una similitud entre los porcentajes de las expectativas de los aspirantes a la maestría con los porcentajes en los sectores en los que actualmente incursionan la mayoría de los egresados de la maestría.

Contexto social

El programa de posgrado de la Maestría en Ingeniería de Corrosión está estructurado con base a la necesidad de resolver la gran cantidad de problemas que se presentan en todos los sectores productivos del país, los cuales representan cuantiosas pérdidas económicas, bajos niveles de productividad y problemas de contaminación ambiental, entre otros.

El fenómeno de la corrosión representa a nivel mundial un problema de consideraciones especiales, ya que, en términos técnicos-prácticos, es casi imposible de eliminar.

Todos los metales y sus aleaciones son susceptibles de sufrir el fenómeno de corrosión, no existiendo un material resistente a la corrosión en todas las condiciones de operación que los procesos industriales imponen; sin embargo, se puede disponer de algunos materiales resistentes a medios y condiciones específicas, -mismas que deben ser adecuadamente evaluadas- y de diversas técnicas y métodos de control, que aplicados adecuadamente incrementaran los niveles de seguridad de operación y la disponibilidad de la planta industrial, reduciendo al mismo tiempo los costos involucrados por la corrosión y los impactos ambientales nocivos que resultan de diversas condiciones de accidente (Orozco et al, 2007).

El fenómeno de la corrosión al degradar los materiales que conforman los sistemas industriales provoca baja productividad e ineficiencia, deterioro del ambiente (debido a las fugas de productos contaminantes), desperdicio de energía en la producción, costos por reemplazo de los equipos y componentes que sustituyen a los sistemas industriales deteriorados y en muchos casos accidentes catastróficos, que pueden representar pérdida de vidas humanas. El estado de Veracruz, dada su geografía y riqueza de recursos naturales, es uno de los estados del país con mayor diversidad de los sectores que contribuyen en forma sustantiva al producto interno bruto del país, destacando por su importancia y capacidad instalada la actividad petrolera, la cual se ha constituido como un eje de gran importancia para el desarrollo estatal y regional, así como una base fundamental de la actividad económica nacional.

La actividad de servicios de transporte marítimo se aprecia por los servicios de los puertos de altura de Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos primordialmente, los cuales requieren de tecnologías y profesionales de alto nivel de formación para reducir costos, tiempos de operación y reducir accidentes que tienen como principal responsable al fenómeno de corrosión. En lo referente a la industria de la transformación destacan, Petróleos Mexicanos (PEMEX), debido a que en el estado cruzan

aproximadamente 3000 Km de ductos de PEMEX que en su mayoría presentan serios problemas de corrosión (Diario del Istmo, 2019; Lagos et al, 2010). Comisión Federal de Electricidad con plantas eléctricas en las regiones centro y norte del Estado, destacando la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, en la cual se han reportado fallas y agrietamiento por corrosión asistida por esfuerzo (por sus siglas en inglés, SCC), los internos de los reactores y en el circuito de recirculación, lo cual han puesto en predicamento la operación segura de los reactores nucleares (El Universal, 2010). La industria textil, concentrada en las regiones centro y norte, se encuentra operando con tecnología y equipamiento obsoleto, por tanto, requiere urgentemente de profesionales altamente capacitados. Otras industrias importantes en el estado son la fabricación de tubos de acero sin costura como Tenaris TAMSA, la industria del aluminio y sus derivados, la metalmecánica dedicados a la fabricación de estructuras, construcción de maquinaria agrícola y en la reparación de embarcaciones.

Adicionalmente, existe una gran infraestructura civil sujeta al fenómeno de la corrosión, como es la relacionada a puentes, carreteras, muelles, instalaciones portuarias, tanques de almacenamiento, recipientes a presión, tuberías y monumentos históricos. Todas estas industrias requieren de ingenieros especialistas en ingeniería de corrosión, que apoyen en el aseguramiento de la Integridad estructural de la Infraestructura. Los aspectos de reducción de costos, mejora de calidad, reducción de riesgo, diseño de sistemas, mantenimiento y productividad, están indexados a la tecnología y a profesionales cuya formación se vea ligada con el análisis de problemas específicos y con conocimiento de nuevas técnicas de prevención y control, así como con la capacidad de ofrecer alternativas de solución al sector productivo y a la sociedad en su conjunto (Ramírez et al, 2011).

La formación en el ámbito de licenciatura prepara al profesional con una base general en diversas áreas de la ingeniería, con un enfoque en la producción, supervisión, mantenimiento y operación de procesos en el sector productivo. Sin embargo, en México no existe ninguna licenciatura en el campo específico de la ingeniería de corrosión, incrementándose con esto la importancia de desarrollar profesionales en el ámbito de posgrado con una formación fuerte en el análisis y solución de problemas de corrosión, con el manejo de herramientas modernas, con conocimientos más específicos y profundos en esta línea de conocimiento. El estado de Veracruz requiere de tecnología apropiada que permita dar valor agregado a sus productos de una manera sostenible y conservando el ambiente, así como también de la formación de profesionistas de alto nivel que implementen, generen y validen dichas tecnologías en áreas de gran utilidad como son la ingeniería y ciencia de la corrosión. Además, es necesario adquirir conocimientos de nuevos materiales para la construcción, la instrumentación y automatización en sistemas que permitan la reducción de contaminantes, análisis y diseño de sistemas estructurales, diseño de sistemas y modelos de prevención de desastres y manejo óptimo de recursos hidráulicos.

En este contexto, el área de posgrado e investigación en ingeniería de corrosión debe dar respuesta a esta demanda de la sociedad a través de propuestas de investigación que respondan a problemáticas actuales, así como formando recursos humanos con conocimientos sólidos en: principios avanzados de ingeniería de corrosión, métodos de investigación relacionados con las líneas de investigación que

se generen acorde a la problemática de la región, seminarios de temas selectos impartidos por profesionistas de reconocido nivel en esta área y, en la estructuración, conducción y análisis de proyectos de investigación y desarrollo reales; complementando lo anterior con una fuerte cantidad de prácticas y proyectos de laboratorio. También hay que mencionar que no existe un programa de posgrado como este en ninguna universidad pública del país.

Es importante mencionar que de las primeras 10 generaciones de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, el 54% de los egresados que trabajan, inciden directamente en la problemática de corrosión al laborar en compañías dedicadas a prestar servicios de métodos de prevención y control de la corrosión, gestión de la integridad estructural y análisis de riesgos. Asimismo, el 7% son académicos que realizan investigación en el área de la corrosión, y el 100% de los egresados que continúan sus estudios de doctorado, sus proyectos de investigación están directamente relacionados con el fenómeno de la corrosión.

Los problemas de corrosión de estructuras metálicas en ambiente marinos y suelos, tales como sistemas de ductos, plataformas marinas costa fuera, depósitos de fluidos tales como agua e hidrocarburos; corrosión en metales que sirven como soporte de estructuras de concreto y la corrosión que sucede en edificios urbanos tales como casas, hoteles, hospitales, etc., son parte de las necesidades a resolver, que podrán tener los diferentes sectores industriales. Estas necesidades detectadas en el campo servirán como fuente de trabajo para el desenvolvimiento de los egresados de la Maestría en Ingeniería de Corrosión y, son el detonante para conducir las líneas del conocimiento de manera interdisciplinaria y lograr la formación de recursos humanos con enfoques perfectamente definidos, uno de carácter profesionalizante y el otro orientado a investigación y docencia.

Los programas de estudio de las experiencias educativas (EE) se estructuraron de forma tal, que se puedan aprovechar al máximo los materiales e infraestructura disponibles, al mismo tiempo que se fomenta la vinculación con instituciones de investigación, industria y organismos de servicios. Asimismo, en la presente actualización del plan de estudios, se pretende la inclusión de la transversalización de los derechos humanos, sustentabilidad en los saberes de las EE y aspectos metodológicos, en el desarrollo académico del estudiante.

El campo profesional y el mercado laboral

El avance tecnológico que demanda la región en la actualidad muestra la enorme necesidad de profesionales altamente calificados en un área, que hasta hace poco se consideraba exclusiva de los países industrializados: la ingeniería de corrosión. Debido a los fuertes cambios socioeconómicos a escala mundial que han ocurrido recientemente, es muy importante que México deje de depender tecnológicamente de otros países, para desarrollar en forma independiente su propia tecnología en las diversas áreas que esta conlleva. Ejemplos de estas áreas son: la actividad petrolera y petroquímica que efectúa Petróleos Mexicanos a lo largo del Golfo de México, la industria de la construcción para el desarrollo de viviendas e infraestructura civil y carretera, la prevención y control de la contaminación ambiental que generan diversas industrias, como la de los ingenios azucareros de la región del Papaloapan,

y otros tipos de contaminación que se generan tanto en la industria petroquímica, como en la textil, de servicios portuarios, entre otros.

Es por ello por lo que la ingeniería de corrosión cobra una importancia mayor, pues los profesionales de esta área deben perfeccionar sus conocimientos para aplicarlos, ya sea en la generación de nuevos productos que resuelvan diversos problemas, o involucrándose en la actividad de investigación de nuevas formas de desarrollo de tecnología.

El horizonte laboral del egresado de la Maestría en Ingeniería de Corrosión puede permitir que los egresados se incorporen a:

- La investigación y desarrollo científico y tecnológico en el área de la ingeniería de corrosión, desempeñándose como investigador activo e institucional.
- La aplicación de sus conocimientos en la solución de problemas en los sectores productivos, de servicios y gubernamentales.
- El ejercicio de la docencia en los niveles de licenciatura, especialización y maestría, así como en instituciones de producción y de servicio, en programas de formación y capacitación de personal de alto nivel.

La demanda que tiene la Maestría en Ingeniería de Corrosión es principalmente de egresados de la licenciatura de ingenierías afines como la química, metalúrgica, civil, naval, mecánica, petrolera provenientes de la Universidad Veracruzana de todas las regiones (Veracruz, Xalapa, Poza Rica). Asimismo, se han tenido matriculados y aspirantes de otras universidades a nivel nacional, tales como la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Por último, la demanda de la maestría ha escalado a nivel internacional, con estudiantes extranjeros matriculados provenientes de universidades como la Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte" (Cuba) y la Universidad Industrial de Santander (Colombia).

El mercado de trabajo donde podrán desempeñarse profesionalmente los egresados de la Maestría en Ingeniería de Corrosión será en instituciones públicas y/o privadas tales como:

- Comisión Nacional del Agua.
- Petróleos Mexicanos.
- Comisión Federal de Electricidad.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Procuraduría Federal de Protección Ambiental.
- Instituciones de Educación Superior.
- Empresas Privadas.
- Dependencias del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.
- Industria petrolera y/o empresas que laboran en el ramo petrolero.

Oferta educativa internacional y nacional

En algunos centros de investigación y universidades nacionales e internacionales, sus programas de posgrado cuentan con áreas terminales o especialidades como

materiales, electroquímica, ingeniería química, entre otros; en los que dentro de sus líneas de investigación puedan estar el área corrosión. Sin embargo, a nivel nacional no existe otra institución académica que oferte como tal un programa de posgrado exclusivamente en ingeniería de corrosión. De acuerdo con la página del Sistema Nacional de Posgrado (SNP) del CONAHCYT (SNP Conacyt, s.f.), los únicos programas de posgrado que tienen como disciplina ingeniería de corrosión, son las maestrías en Ingeniería y Ciencias Aplicadas ofertada en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos (CIICAp-UAEM) (CIICAp, s.f.) con orientación en investigación; y el programa de reciente creación, la Maestría en Corrosión y Gestión de Integridad en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) con orientación profesionalizante (UJAT, s.f.). En la Tabla 1 se enlistan algunos de los posgrados ofertados en el territorio nacional que pudieran tener afinidad con la Maestría en Ingeniería de Corrosión (MIC).

Tabla 1. Programas de maestría pertenecientes al SNP con afinidad a la MIC.

Maestría	Universidad/Centro de investigación	Entidad
Ciencia e Ingeniería de Materiales	Universidad de Guadalajara (UDG)	Jalisco
Ciencias con especialidades en Física Aplicada y Físicoquímica	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN)	Yucatán
Ciencias e Ingeniería de Materiales	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	CDMX
Ciencias en Ingeniería Metalúrgica	Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE-IPN)	CDMX
Ciencias en Ingeniería	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	CDMX
Ingeniería Aeronáutica con orientación en Materiales, Estructuras y Dinámica de Vuelo	Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Autónoma del Estado de Nuevo León (CIIIA-UANL)	Nuevo León
Ingeniería Química	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	Puebla
Maestría en Ciencias de la Preservación de Materiales	Centro de Investigación en Corrosión de la Universidad Autónoma de Campeche (CICORR-UACAM)	Campeche
Tecnología Avanzada	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN)	Tamaulipas

Es importante señalar que la demanda de la maestría en ingeniería de corrosión se ha extendido a países de Latinoamérica, prueba de esto es la titulación de dos estudiantes oriundos de Ecuador y cuatro estudiantes que están en proceso de titularse originarios de Cuba y Colombia.

Posgrados similares al de la Maestría en ingeniería de Corrosión que se ofertan en el extranjero, únicamente se tienen como referencia a la Maestría en Ingeniería de Control de Corrosión de la Universidad de Manchester (UMIST) en Reino Unido (Manchester University, s.f.). En la tabla 2 se muestran otras universidades de reconocimiento internacional que tienen programas de maestrías con área terminal en ingeniería de corrosión.

Tabla 2. Programas de maestría a nivel internacional con afinidad a la MIC.

Maestría	Universidad/Centro de investigación	Entidad
Chemical Engineering Ocean Engineering	University of Rhode Island	Estados Unidos
Chemistry	University of Rajshahi	Bangladesh
Corrosion Engineering	Curtin University	Australia
Corrosion Control Engineering	California Lake University	Estados Unidos
Corrosion Engineering	Universiti Teknologi	Malasia
Engineering - Chemical Engineering and Biotechnology	University of Southern Denmark (SDU)	Dinamarca
Materials Engineering	University of British Columbia	Canadá
Material Science and Engineering	Ohio University	Estados Unidos
Materials Science and Engineering	Texas A&M University	Estados Unidos
Materials Science and Engineering	University of California	Estados Unidos
Oilfield Corrosion Engineering	University of Leeds	Estados Unidos
Technology - Corrosion Science & Engineering	National Institute of Technology (NIT), Patna	India

Marco legal del programa de posgrado

El programa de Maestría en Ingeniería de Corrosión, adscrito en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, región Veracruz, tiene como marco jurídico de referencia, las disposiciones generales del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Veracruzana, el cual sustenta que se podrán crear los estudios de posgrado que requiera para cubrir las necesidades profesionales de docencia y de investigación del Estado, la región y del país, sujeto a la legislación

universitaria. Además de este reglamento, el programa se rige bajo la legislación universitaria, entre los que destacan la Ley Orgánica (Universidad Veracruzana, 2017), el Estatuto General, el Estatuto del Personal Académico, el Reglamento de la Defensoría de los Derechos Universitarios y el Reglamento de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales. Por último, la presente actualización del plan busca incidir en las principales metas y acciones de los ejes transversales establecidos en el Programa de Trabajo Rectoral 2021-2025 “Por una transformación integral” (Universidad Veracruzana , 2022).

2. Fundamentación académica y retribución social.

Antecedentes del programa educativo

En el 2011 se creó el programa educativo del posgrado de la Maestría en Ingeniería de Corrosión y en el mismo año ingresó al Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC). Actualmente, la 11va generación (2021-2023) concluyeron sus estudios y la última generación que ingresó fue la 13va generación (2023-2025). A lo largo de las primeras 10 generaciones han ingresado un total de 59 estudiantes, de los cuales se han graduado un total de 38 estudiantes, siendo el promedio de la eficiencia terminal del posgrado, sin considerar a las tres generaciones vigentes, del 65% hasta el momento. En la tabla 3 se resume el número de estudiantes que han ingresado y graduado por generación, así como la eficiencia terminal del programa.

Tabla 3. Generaciones que han cursado el programa de Maestría en Ingeniería de Corrosión y su eficiencia terminal.

Generación	Estudiantes inscritos	Estudiantes que cursaron el plan de estudios	Estudiantes egresados	Eficiencia terminal* (%)
2011-2013	6	5	5	83.3
2012-2014	9	8	5	55.5
2013-2015	4	3	3	75
2014-2016	5	4	3	60
2015-2017	5	4	4	80
2016-2018	7	6	5	71.4
2017-2019	4	4	2	50
2018-2020	4	4	3	75
2019-2021	6	4	3	50
2020-2022	9	9	5	55.5
2021-2023	9	7	En curso	En curso
2022-2024	5	En curso	En curso	En curso
2023-2025	4	En curso	En curso	En curso

*Porcentaje de estudiantes egresados con respecto al total de estudiantes que ingresaron.

El plan de estudios de la Maestría en Ingeniería de Corrosión ha tenido dos reestructuraciones (en 2013 y 2017) fundamentadas principalmente en las recomendaciones realizadas por el comité evaluación del CONAHCYT en pro de mejorar la eficiencia terminal y calidad en el posgrado, y en los resultados de la autoevaluación del programa. Los cambios más significativos en la primera reestructuración fueron la reducción de los cursos de 15 a 11 en el mapa curricular y la modificación de la plantilla del PAB.

En la segunda reestructuración, se mejoraron los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes, así como la modificación de la plantilla del PAB.

En la actual reestructuración, se busca la transversalización de los ejes de derechos humanos y sustentabilidad en el programa de estudio de la maestría, tal como se establece en el Programa de Trabajo Rectoral 2021-2025 (Universidad Veracruzana , 2022). Se les asignará créditos a actividades académicas complementarias que tienen como finalidad promover e incentivar a los estudiantes a la movilidad académica, participación de eventos académicos y la toma de cursos o diplomados que ayuden a su formación integral en materia de derechos humanos y sustentabilidad.

Una herramienta muy importante que funge como fuente de información para la actual reestructuración, además del estudio de factibilidad, es el seguimiento que se le ha realizado a los egresados de la maestría mediante un ciclo de conferencias virtuales impartidas mensual o bimestralmente por los propios egresados que tienen como título “La Experiencia del Egresado MIC”, en las cuales relatan sus experiencias después de haber egresado en el área laboral, académica o de la investigación y exponen los principales beneficios y puntos débiles que no pudo desarrollar durante el posgrado (Veracruzana, Instituto de Ingeniería UV realiza Ciclo de Conferencias Virtuales, 2021). Actualmente, se ha contado con la participación de egresados de las primeras 5 generaciones.

Fundamentos de la enseñanza

El programa de la Maestría en Ingeniería de Corrosión está orientado principalmente en investigación. Este programa proporcionará al estudiante las bases para que se inicie en el proceso de investigación en el que pueda definir e identificar problemas, necesidades, oportunidades que deriven en propuestas de solución a través de proyectos. Lo anterior basados en un análisis crítico del método científico y del campo disciplinario, esto incluye una búsqueda ordenada de antecedentes, un planteamiento de la justificación de sus propuestas que le permitan definir objetivos, que identifique claramente las metas asociadas a estos objetivos y que estructure una metodología clara de cómo alcanzarlos, que defina los parámetros que le van a permitir alcanzarlos en tiempo y espacio. Además, que tenga las herramientas para el análisis crítico de resultados que puedan derivar en conclusiones y hacer recomendaciones al respecto.

En el enfoque disciplinar, los diagnósticos actuales de requerimientos de tecnología generados en foros regionales con la participación de los institutos de investi-

gación, las entidades académicas, el sector normativo del gobierno estatal, la industria y la sociedad como usuarios, indican por un lado, que la formación de recursos humanos en el ámbito de posgrado en el área de Ingeniería de Corrosión debe tener un perfil basado en la demanda que tiene el sector usuario de nuevas tecnologías, que implica: un conocimiento profundo de las bases de la Ingeniería de Corrosión, así como también de la prevención y control de la misma, una capacidad crítica en la identificación de problemas reales y que a su vez pueda conducir mediante el uso de técnicas modernas, proyectos de investigación y de nuevos procesos que puedan generar recomendaciones en rediseños de sistemas y equipos.

Los recursos humanos con estas características podrán aplicar técnicas innovadoras específicas como son la estructuración y conducción de proyectos en el área; en el análisis del comportamiento de materiales en condiciones específicas de servicio, en la generación de normas de evaluación de materiales e integridad estructural; en el conocimiento de nuevas técnicas y diseños de sistemas de automatización y control; en el manejo de nuevas y más avanzados sistemas de información tecnológica.

El enfoque del posgrado propuesto permitirá la formación de profesionales de alto nivel de acuerdo con los requerimientos del área específica. Además de incorporar seminarios y temas especiales impartidos por investigadores y profesionales de reconocido prestigio a nivel nacional e Internacional. Se propone además que los trabajos de desarrollo o de investigación estén vinculados estrechamente con el sector productivo y social.

Por otra parte, en un enfoque pedagógico, en el Programa de Trabajo Rectoral 2021-2025 (Universidad Veracruzana , 2022), la Universidad Veracruzana plantea que la “estrategia de fortalecimiento académico centrado en el aprendizaje, docencia e innovación, investigación y sustentabilidad”, es parte medular de proceso de transformación que se pretende alcanzar. En ese sentido, la Maestría en Ingeniería de Corrosión, se fundamenta desde el punto de vista psico-pedagógico a partir de la concepción constructivista del aprendizaje escolar y de la intervención educativa.

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de labor constructiva lo que le ofrece su entorno. La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación es promover los procesos de crecimiento personal del estudiante en el marco de la cultura del grupo a que pertenece. Estos aprendizajes serán satisfactorios en la medida que se suministre ayuda específica a través de la participación del estudiante en actividades intencionales, planeadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actividad mental constructiva (Díaz Arceo. & Hernández Rojas, 1999).

El estudiante que aprende ya no es un ser pasivo que recibe estímulos y responde a los mismos de manera mecánica, sino que ahora es concebido como una persona que puede tener logros de aprendizaje en la medida que construye, reconstruye, manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de otros. Este enfoque teórico, que conjunta el cómo y el qué de la enseñanza, se resume en la siguiente frase: “Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados” (Díaz Arceo. & Hernández Rojas, 1999).

Por ello, la Maestría en Ingeniería de Corrosión, se apoya también en el aprendizaje significativo y de por vida, en el cual los estudiantes construyen significados que enriquecen su conocimiento del mundo físico y social, potenciando así su crecimiento personal. De esta manera, los tres aspectos claves que favorecerán la Maestría desde el punto de vista instruccional serán: el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido.

Así mismo, la Maestría en Ingeniería de Corrosión pretende propiciar el proceso de aprendizaje en los estudiantes, de manera que estén motivados a aprender, por sí mismos, en una amplia gama de situaciones y circunstancias, logrando con esto la formación de docentes e investigadores que se aboquen a la solución de problemas de corrosión, prevención y control de este fenómeno natural. Para lograrlo, la Maestría en Ingeniería de Corrosión, organiza la construcción del conocimiento a partir de un modelo curricular semiflexible y de un sistema tutorial que permita la movilidad estudiantil y por ende la formación académica del estudiante.

Por último, algunas de las actividades de retribución social que será impulsadas en el programa de MIC por parte de los estudiantes becados por el CONAHCYT, las cuales buscan promover el acceso universal al conocimiento científico y sus beneficios sociales son:

- Colaborar como adjuntos de los docentes de la MIC.
- Asesorar a jóvenes de licenciatura en su formación.
- Crear materiales multimedia y de comunicación social con resultados de investigación.
- Presentar resultados de su investigación ante grupos sociales, productivos e instituciones.
- Divulgar la ciencia y tecnología a niños y jóvenes, mediante cursos y pláticas.
- Apoyar a los programas de posgrado para revisar tesis, tesinas, trabajos terminales, sobre temas afines a su formación.
- Elaboración de notas y artículos de difusión.
- Participar en brigadas para la atención de emergencias nacionales.

Visión

Al 2030, ser un posgrado de excelencia reconocido a nivel nacional e internacional en el campo de la integridad estructural, enfocándose en el estudio de la corrosión de metales, fomentando la investigación e innovación de vanguardia, y formando especialistas de alto nivel comprometidos socialmente en los diferentes sectores industriales.

Misión

Atender las demandas de la sociedad a través de propuestas de investigación que respondan a problemáticas actuales, así como formar recursos humanos con alto sentido de responsabilidad, ética y conciencia social, con conocimientos sólidos en Ciencia e Ingeniería de la Corrosión y que generen conocimientos científicos y tecnológicos sobre la aplicación de métodos de prevención y control sostenibles, para resolver la problemática de corrosión en los diferentes sectores industriales y de la sociedad.

3. Objetivos y metas del programa.

Objetivo General

Formar recursos humanos en Ingeniería de Corrosión que desarrollen investigación aplicando el método científico y generen, analicen y difundan los conocimientos adquiridos con competencias que aporten soluciones a problemas y necesidades en el área de corrosión mediante el estudio del mecanismo del proceso corrosivo y su posterior control.

Metas

- Alcanzar y mantener el 60% de eficiencia terminal del programa por cohorte generacional.
- Incrementar en un 10 % las solicitudes de inscripción.
- Lograr que el 70% de los estudiantes puedan realizar al menos una movilidad nacional o internacional durante la maestría.
- Aumentar en un 10% el número de proyectos o convenios con diversas instancias y organismos de los sectores público y privado con el propósito de incrementar la relación docencia-investigación y así con esto mejorar la formación y desarrollo del conocimiento de los estudiantes de la Maestría en Ingeniería de Corrosión.
- Publicar artículos derivados de las tesis de los egresados(as) de la maestría, en coautoría con sus directores(as) de tesis en un 25% de estudiantes de cada generación.

4. Recursos humanos, materiales y de infraestructura académica:

Personal académico

El Instituto de Ingeniería, sede de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, cuenta con un grupo multidisciplinario de profesionales con maestría y doctorado en las distintas áreas de la Ingeniería y un grupo dedicado específicamente al área de la Corrosión, perteneciente al cuerpo académico consolidado UV-CA-245: Ingeniería de Corrosión y Protección. Cabe señalar que todos los integrantes del PAB cuentan con nivel de Doctorado, en su mayoría obtenidos en universidades reconocidas a nivel internacional en el área de corrosión y electroquímica, como son la Universidad

Pierre et Marie Curie en Francia y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El PAB está conformado por 15 doctores que se desempeñan como Investigadores de tiempo completo: 10 en el Instituto de Ingeniería, 2 en el Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (MICRONA), 2 del Instituto de Ciencias Básicas (ICB) y 1 de la Facultad de ingeniería Civil región Xalapa. Los 15 doctores pertenecen al SNII, de los cuales, 12 poseen nivel I y 3 el nivel Candidato. Asimismo, 10 investigadores cuentan con perfil deseable PRODEP.

Además del personal adscrito al Instituto de Ingeniería, se interacciona con otros académicos de la región Veracruz y de otras regiones de la propia Universidad. También existe la figura de los profesores invitados, quienes pertenecen a Universidades tales como: Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), o de alguna otra Universidad del país o del extranjero. Los profesores que forman parte de la Planta Académica Básica (PAB) del Programa de la Maestría en Ingeniería de Corrosión se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Plantilla de la Planta Académica Básica (PAB) del Posgrado.

	Nombre	Entidad de adscripción	Ultimo grado académico	Nivel SNII
1	Ricardo Orozco Cruz	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería (UNAM)	I
2	Ricardo Galván Martínez	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería (UNAM)	I
3	Araceli Espinoza Vázquez	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales (UAM-Azcapotzalco)	I
4	Miguel Ángel Hernández Pérez	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Electrónica y comunicaciones (IPN)	I
5	Andres Carmona Hernández	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp-UAEM)	I
6	Gonzalo Galicia Aguilar	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Electroquímica (Universidad Pierre et Marie Curie)	I
7	Gustavo Delgado Reyes	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Electrónica y comunicaciones (IPN)	C

8	José Eriban Barradas Hernández	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería (UNAM)	C
9	Franco Antonio Carpio Santamaria	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería (UNAM)	I
10	Sergio Márquez Domínguez	Instituto de Ingeniería	Doctorado en Ingeniería (Universidad de Aalborg)	C
11	Leandro García González	Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología	Doctorado en Ciencias (CINVESTAV-Querétaro)	I
12	Julián Hernández Torres	Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología	Doctorado en Ciencias (CINVESTAV-Querétaro)	I
13	Omar Cortezano Arellano	Instituto de Ciencias Básicas	Doctorado en Ciencias (UNAM)	I
14	Tomás Guerrero Briseño	Instituto de Ciencias Básicas	Doctorado en Ciencias Químicas (UNAM)	I
15	Erick Edgar Maldonado Bandala	Facultad de Ingeniería Civil-Xalapa	Doctorado	I

Dentro de las actividades de los integrantes del PAB destacan la realización de tutorías académicas, impartición de Experiencias Educativas y dirección de tesis. Con el fin de no saturar la gestión académica y comprometer el desempeño de los miembros del PAB, se limita a máximo 4 tutorados y 4 tesistas por miembro del PAB por cohorte generacional, realizándolo con responsabilidad y ética profesional con actitud de servicio y compromiso por el bienestar social y sustentable.

Personal administrativo, de apoyo, técnico y manual

En el instituto de ingeniería se cuenta con personal administrativo (secretarías y analistas) para los trámites administrativos de inscripción, titulación, estancias de investigación, asignación de recursos relacionados con el programa de la maestría. Así como técnicos académicos en el centro de cómputo, en el laboratorio de ambiental y en el laboratorio de corrosión; y personal de apoyo e intendencia que permiten la correcta operación de la Maestría en Ingeniería de Corrosión.

Por último, se cuentan con el apoyo de investigadores que complementan el PAB y que actúan como colaboradores:

- Dr. José Luis Ramírez Reyes, Investigador TC, Instituto de Ingeniería. Universidad Veracruzana.

- Dr. Edgar Mejía Sánchez, Profesor TC, Facultad de Ingeniería, campus Ixtaczoquitlán, región Córdoba-Orizaba. Universidad Veracruzana.
- Dr. Alejandro Vargas Colorado, Investigador TC, Instituto de Ingeniería. Universidad Veracruzana.

Materiales e infraestructura académica

El Instituto de Ingeniería, sede de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, cuenta con la infraestructura y equipamiento suficiente para realizar las actividades de docencia e investigación. Actualmente, se dispone de diversos materiales y reactivos, así como instrumentos para el desarrollo de prácticas. En algunas áreas se cuenta con prototipos construidos internamente, tal es el caso de diversas sondas de monitoreo, paneles de exposición ambiental, un sistema para simular condiciones hidrodinámicas, o equipos solicitados específicamente para investigaciones: Potenciostatos – Galvanostatos; identificador de elementos, por mencionar algunos.

Consciente de la necesidad permanente de dotar a los laboratorios, en el Instituto de Ingeniería se desarrollan estrategias enfocadas a conseguir recursos a través de programas como los Fondos Sectoriales, los Fondos Mixtos, desarrollo de proyectos de investigación apoyados por CONAHCYT y los diversos sectores industriales del Estado. A continuación, se desglosa la infraestructura con la que cuenta el programa de posgrado:

Espacios y equipamiento para la docencia

La infraestructura destinada para los espacios y equipamiento para la docencia está conformada por:

- Dos aulas para las sesiones teóricas de clase.
- Dos salas para las sesiones de tutorías.
- Una sala de estudiantes, con un número suficiente de escritorios y sillas para que los estudiantes de la Maestría puedan desarrollar sus actividades extra-clase, y cumplir con su horario de tiempo completo.
- Una sala audiovisual con capacidad para 60 personas aproximadamente y con los equipos de video y audio para la realización de conferencias, seminarios y videoconferencias.
- 15 cubículos para los investigadores del Instituto de ingeniería e invitados, los cuales están equipados con una computadora personal con acceso a Internet y aire acondicionado.
- Equipo audiovisual: 6 televisores y 5 video proyectores.

Laboratorios y equipos

La infraestructura con que cuenta cada uno de los laboratorios del Instituto de ingeniería de los cuales puede hacer uso el posgrado son: laboratorio de Ingeniería de Corrosión, Prevención y Control; Laboratorio de Ingeniería Ambiental; Laboratorio de Eléctrica y Laboratorio de Estructuras.

Laboratorio de Corrosión: El laboratorio de corrosión cuenta con los equipos necesarios para la realización de Proyectos de Investigación relacionados con la Ciencia y la Ingeniería de la Corrosión. Es importante mencionar que se cuenta también con los equipos necesarios mínimos para la realización de Proyectos de Servicios a la Industria, principalmente en lo relacionado a Métodos de Protección contra la corrosión. En la Tabla 5 se muestran los equipos y su número de unidades con los que cuenta el Laboratorio de Corrosión.

Tabla 5. Equipamiento del Laboratorio de Corrosión.

Cant.	Equipo	Cant.	Equipo
4	Multímetro digital	1	Desbastadora automática
2	Potenciostatos – Galvanostatos VIMAT	1	Pulidora manual
2	Potenciostatos Admiral Instruments	1	Ferritoscopio.
9	Electrodos de referencia	1	Pulidora automática de disco
3	Electrodos de cilindro rotatorio	15	Celdas electroquímicas.
2	Muflas	1	Espectrofotómetro.
2	Microscopios Metalográficos	1	Corrosómetro
1	Microscopio estereoscópico	1	Corrater
2	Cortadora de disco	1	Baño de limpieza por ultrasonido
1	Baño para alta temperatura	1	Medidor Multiparámetro para líquidos.
2	Medidor de espesores	2	Resistómetro de suelos.
1	Equipo para pruebas de adherencia de recubrimientos.	1	Durómetro.
1	Detector de defectos en recubrimientos.	1	Equipo para análisis químico a la gota.

Laboratorio de Mecatrónica: El laboratorio de mecánica y control cuenta con el equipo y material suficiente para la realización y modelación de procesos, los cuales podrán ser susceptibles a la implementación de un sistema de control. Es importante mencionar que este laboratorio se apoya con el laboratorio de estructuras para la realización de pruebas mecánicas tales como resistencia de metales y/o muestras de concreto. En la Tabla 6 se enlistan los equipos disponibles en el Laboratorio de Eléctrica.

Tabla 6. Equipamiento del Laboratorio de Mecatrónica.

Cant.	Equipo	Cantidad	Equipo
1	Controlador programable	1	Calibration bridge
1	Fuente de poder	1	IEC bus connector kit
1	Rack para tarjetas de control	1	Multipoint selector
1	Software de comunicación	1	Quarter bridge adaptor
1	Tarjeta de entrada analógicas	1	A/D POS. CTL. PNL.
2	Tarjeta de entrada 12-24 VDC	2	Absolute value module
1	Tarjeta de salida analógica	1	Pinza amperimétrica.
2	Tarjeta de salida 12-24 VDC	1	Computadora embebida Jetson Nano.
3	Fuente de poder DC	1	Tarjeta de comunicación PLC-PC
2	Multímetros digitales	2	Coefficient attn. Module
2	Microcontroladores Arduino UNO	1	Unidad de Medición Inercial IMU MPU6050.
2	Pulse generator	4	Motores Brushless de altas revoluciones.
1	Alphanumeric printer	1	Control design software
2	D/A switch module	1	Variable diode function gen.
1	Hardware control software	2	Zero limiter module
1	Servo amplifier	1	Microcontrolador Arduino MEGA.
1	Controlador de 3 modos	1	Logic comparator
1	Simulador de función de transferencia	1	Logic probe
1	Logic pulser	1	Programador de PIC's Master Prog.
1	Microprocessor lab.	2	Computadora embebida Raspberry Pi.
1	Fuente regulada de cd	2	Estación para soldar
2	Microprocessor kit	6	Computadoras
1	Generador de funciones	1	Motor de inducción 3F
1	Multicontador	1	Tarjetas de adquisición de datos
2	Osciloscopios digitales	2	Tarjetas de adquisición de datos
1	Inversor trifásico	1	Osciloscopio de tiempo real

Laboratorio de Ingeniería Ambiental: El laboratorio de Ingeniería Ambiental cuenta con los equipos necesarios para la determinación de diversos parámetros

tanto químicos y fisicoquímicos como microbiológicos del agua; tales como demanda química/bioquímica del agua, contenido de cenizas, coliformes, etc. Se cuenta también con un Cromatógrafo de gases y un espectrofotómetro UV que proporcionan la identificación de sustancias en forma más específica. Es importante mencionar que se cuenta con un área específica para análisis microbiológicos donde se pueden realizar aislamientos y cultivos de microorganismos. En la tabla 7 se resume la infraestructura del Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

Tabla 7. Equipamiento del Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

Cant.	Equipo	Cant.	Equipo
1	Destilador de agua	1	Espectrofotómetro de absorción atómica
2	Autoclave	2	Potenciostatos-galvanostatos Gamry/ACM instruments
1	Aparato de destilación Kjehdall	1	Cromatógrafo de gases
2	Mufla	1	Medidor de partículas en aire y gases de combustión
5	Estufa	1	Espectrofotómetro UV
2	Turbidímetro	1	Medidor de oxígeno disuelto
2	Microscopio	1	Campana de flujo laminar
2	Balanzas analíticas	1	Kit para muestreo de suelos
1	Agitador de tubos de ensaye	1	Equipo para prueba de Jarras
5	Parrilla	1	Equipo para ósmosis inversa
1	Electrodo para conductímetro	1	Estación meteorológica
1	Contador de colonias	1	Medidor de ruido
1	Medidor de pH	1	Equipo de confort térmico
1	Baño maría con centrifugación	1	Centrífuga

Laboratorio de vulnerabilidad e instrumentación sísmica: El laboratorio de estructuras cuenta con los equipos (ver Tabla 8) necesarios para la realización de ensayos estructurales, así como también se cuenta con acelerógrafos, los cuales miden la aceleración del suelo o la fuerza que actúa sobre los edificios al ser activados por una onda sísmica que se registra a alta velocidad en disco digital. En este laboratorio se pueden realizar estudios sismológicos y de microzonificación, confiabilidad y vulnerabilidad estructural aplicada a la infraestructura urbana, los cuales pueden complementar los estudios de la degradación metálica en las estructuras de concreto reforzado.

Tabla 8. Equipamiento del Laboratorio de vulnerabilidad e instrumentación sísmica

Cant.	Equipo	Cant.	Equipo
2	Acelerógrafos Ref TEK 133-03 (GSR-18)	2	Acelerómetros triaxiales GaiaCode modelo SIGMA TSD4G-ACC, con accesorios.
2	Geófonos (acelerómetro) para sondeo de pozos	4	Sismómetro digital triaxial de banda ancha marca GURALP modelo 6TD, con accesorios.
1	Acelerómetro triaxial GURALP modelo CMG-5TDE con accesorios.	24	Geófonos verticales.
2	Acelerómetros triaxiales para instrumentar edificios, marca COLIBRYS.	1	Máquina Universal para pruebas de compresión de cilindros de concreto y tensión en varillas de acero
1	Gato hidráulico de 100 ton.	1	Balanza de 2610 grs. de capacidad triple barra ohaus con cucharón y sensibilidad de 0.1 g con pesas
1	Báscula de 5 kg de capacidad con cucharón	1	Báscula de 120 kg con cucharón y plataforma
1	Horno eléctrico de 50x40x40 cm med. int.	1	Micrómetro de sensibilidad de 0.001" con carrera de 25 mm.
Instrumentos del laboratorio de Estructuras			
	Agitador manual para tamices en 8" de diámetro	1	Cabeceador para block
1	Cabeceador para cilindro de concreto de 15x30 cm	5	Charolas de 30 cm de diámetro
2	Charolas de lámina con asas de 60x60x10 cm	2	Cucharones de lámina para muestreo chico
2	Equipos de revenimiento compuesto de: cono, varilla, cucharón y charola	1	Jarra para fundir azufre.
1	Tarjeta digitalizadora DAQLink II marca SEISMIC SOURCE para la adquisición de datos.	1	Juegos de tamices en 8" de diámetro mallas para grava de las siguientes aberturas: 3/8", 3/4", 1/2", 1 1/2", 2", 3", no. 4 (juego de ocho piezas)
1	Molde para prueba de fluidez	2	Molde para cilindro de mortero de 5x10 cm

10	Molde para cilindro de mortero de 15x30 cm	1	Molde para contracción lineal de 10x2x2 cm
	Moldes para prueba de fraguados	3	Molde para valor cementante solo

Además de los 4 laboratorios ubicados en el instituto de ingeniería, los estudiantes de la maestría tienen acceso al laboratorio de Materiales Avanzados y Laboratorio de espectroscopia óptica del Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (MICRONA) ubicado en la Facultad de Ingeniería de la región Veracruz. Dentro de la principal infraestructura de este laboratorio se encuentran equipos para la caracterización superficial y de materiales:

Tabla 9. Equipamiento empleado de los laboratorios de MICRONA.

Cant.	Equipo	Cant.	Equipo
1	Microscopio Electrónico de Barrido de Emisión de Campo: Marca JEOL, modelo JSM-7600F. con detector EDS.	1	Difractómetro de Rayos X: Marca Bruker, modelo D8 Advance.
1	Microdurómetro Vickers marca Mitutoyo, modelo HM-125, carga de 0.5 hasta 2000 grf.	1	Microtribómetro: Marca CSM Instruments. Cargas desde 1 hasta 10 N, usando diversos balines como acero 100 Cr o alúmina.
1	Microscopio Raman, Modelo DXR, Marca Thermoscientific.	1	Microscopio de fuerza atómica (AFM).

Bibliotecas y servicios

Los estudiantes de la maestría disponen de una biblioteca en el Instituto de Ingeniería con el acervo que se muestra en la tabla 10:

Tabla 10. Acervo de la biblioteca del Instituto de Ingeniería.

Libros de consulta de acervo general	3635
Tesis de todas las maestrías	609
Libros de consulta interna	103
Total de revistas	970 volúmenes en 33 títulos

Por otra parte, la biblioteca del Instituto de Ingeniería forma parte del Servicio Bibliográfico de la Universidad Veracruzana, el cual le permite el acceso al estudiante a todas las bases de datos bibliográficas de la Universidad Veracruzana, así como a libros electrónicos y revistas especializadas. La Unidad Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI) de la región de Veracruz, está ubicada dentro

del mismo campus del Instituto de Ingeniería, por lo que los estudiantes de la maestría tienen acceso a esta y a los espacios de estudio.

Por último, los estudiantes de la maestría tienen acceso a la Biblioteca Virtual Universidad Veracruzana con acceso a artículos científicos pertenecientes a editoriales con revistas indexadas de alto factor de impacto como son la IEEE, SPIE, SPRINGER, CAS SciFinder a través de la base de datos del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT), libros electrónicos de la biblioteca virtual Pearson, repositorio institucional UV (tesis de la UV en formato digital), revistas electrónicas de la UV, y bases de datos de libre acceso.

Tecnologías de información y comunicación

A continuación, se describen los principales equipos de tecnologías de información y comunicación disponibles para los estudiantes y académicos del de la maestría.

- **Salas de Cómputo:** Se cuenta con un centro de cómputo funcional en el Instituto de Ingeniería, con un total de 11 computadoras, conectadas a la red interinstitucional para uso de internet. De igual manera, el estudiante de la maestría puede tener acceso a los centros de cómputo que se localizan en la USBI (Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información) de cada región de la Universidad Veracruzana.
- **Software:** Además de las licencias académicas de Windows y Microsoft office, se cuenta con la licencia de algunos otros programas especializados con los cuales es posible realizar simulación de procesos de carácter ingenieril, como MATLAB, Scilab, Mathematica, Labview, Vissim, Spice, Simnon, Minitab, Electronics Workbench, Visidaq en sus versiones más actualizadas. Así mismo, tanto la comunidad estudiantil y académicos tienen acceso a herramientas como administradores de referencias (Mendeley) y herramientas de antiplagio (CopyLeaks).

5. Perfil del alumno y requisitos de ingreso.

Perfil de ingreso

El aspirante a cursar la Maestría en Ingeniería de Corrosión deberá poseer las siguientes competencias, conocimientos, actitudes, habilidades, intereses y valores para cumplir con los objetivos del plan de estudios correspondiente.

Competencias

- Poseer conocimientos básicos relacionados con el área de Ingeniería.
- Habilidades para desarrollar investigación con sentido de responsabilidad y trabajo en grupo.

Conocimientos

- Matemáticas.
- Termodinámica.
- Electricidad.
- Química.
- Física.
- Comprensión de textos en inglés.
- Técnicas de investigación documental.

Habilidades:

- De expresión oral y escrita.
- De análisis.
- De síntesis.
- De trabajo multidisciplinario.
- Inclínación hacia la investigación y el desarrollo de tecnología.
- Manejo de equipo de cómputo.
- Trabajar de forma autodidacta.

Actitudes:

- De superación y responsabilidad.
- De compromiso con el trabajo.
- De participación grupal.
- De Iniciativa.

Valores:

- Trabajar con responsabilidad.
- Ética profesional.
- Compromiso con las actividades a realizar.

Requisitos de Ingreso

Los aspirantes para el proceso admisión de la Maestría en Ingeniería de Corrosión deberán cumplir con los requisitos académicos y administrativos, señalados en la Convocatoria Oficial emitida por la Dirección General de la Unidad de Estudios de Posgrado de la Universidad Veracruzana.

Procedimiento (administrativo) de admisión y selección de aspirantes

El procedimiento de admisión y la selección de los aspirantes será especificados en la Convocatoria Oficial emitida por la Dirección General de la Unidad de Estudios de Posgrado de la Universidad Veracruzana.

Requisitos de inscripción Administrativo

Los requisitos y trámite de inscripción serán indicados en la convocatoria oficial expedida por la Dirección General de la Unidad de Estudios de Posgrado de la Universidad Veracruzana.

6. Perfil de egreso y requisitos de permanencia, egreso y titulación.

Perfil del egresado

Competencias

- Aplicar el método científico para realizar investigación básica y generar conocimiento sobre los diferentes mecanismos de un proceso corrosivo.
- Habilidades para desarrollar proyectos de servicio aplicando los diferentes métodos de prevención y control contra la corrosión.

Habilidades

- Desarrollar investigaciones disciplinarias, interdisciplinarias o multidisciplinarias de alto nivel individual o dentro de un equipo de investigadores.
- Identificar y resolver problemas del entorno que demanden el uso de la Ingeniería de Corrosión.
- Aplicar los métodos y las técnicas de experimentación más innovadoras, de su campo disciplinario.
- Redactar y difundir artículos científicos
- Gestionar proyectos de desarrollo e innovación tecnológica.

Conocimientos

- Mecanismos de Corrosión.
- Prevención y control de la Corrosión.
- Diseños y simulación experimental.
- Metodología de Investigación.

Actitudes

- Apertura al conocimiento.
- Superación académica y personal.
- Disposición a la continua actualización.
- Competitividad.
- Espíritu de colaboración.
- Trabajo colaborativo multidisciplinario.

Valores:

- Ética en su labor profesional.
- Honestidad.
- Compromiso.
- Sustentabilidad en su quehacer profesional.
- Responsabilidad social y científica.

Requisitos de permanencia

Se deberán cumplir con los requisitos de permanencia en conformidad con el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad.

Requisitos de egreso y titulación (administrativo):

Se deberán cumplir con los requisitos de egreso y procedimientos de titulación con base al Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente y el Estatuto de los estudiantes.

7. Perfil del núcleo académico.

El perfil que deben cubrir los académicos para impartir las experiencias educativas en el programa de Maestría en Ingeniería de Corrosión es el siguiente:

Competencias

- Dominio del método científico y tener conocimientos profundos en el área de corrosión para poder desarrollar proyectos de investigación en los cuales se podrán incorporar los estudiantes para desarrollar sus proyectos de tesis.
- Actualización constante para estar a la vanguardia en lo que refiere a la información relacionada con el área de Corrosión, esto con el fin de que oriente a los estudiantes en el manejo de la información y la tecnología que existe para desarrollar docencia e investigación.

Conocimientos:

- Poseer preferentemente el grado de doctor y como mínimo el grado de maestro en el área afín al programa de posgrado.
- Tener conocimientos profundos relacionados con el área de corrosión.

Habilidades:

- Tener experiencia docente y/o de investigación de al menos un año en el ámbito de posgrado.
- Haber realizado y desarrollado proyectos de investigación aplicada y/o básica.
- Haber realizado publicaciones en el área de corrosión.
- Dominar las generalidades del plan de estudios del programa de Maestría en Ingeniería de Corrosión.
- Poseer características y actitudes para generar confianza, comunicar entusiasmo y adaptarse a las diversas potencialidades de los estudiantes.
- Identificarse con la misión y la filosofía de la Universidad Veracruzana.

Actitudes:

- Propiciar la cooperación y generación del conocimiento entre los diferentes integrantes del PAB del posgrado.

- Propiciar la independencia, la creatividad y el espíritu crítico en los estudiantes del programa de posgrado.
- Promover la creación y recreación del conocimiento.
- Fomentar el desarrollo de habilidades, destrezas, actitudes y valores entre los estudiantes del programa de posgrado.

Valores:

- Ética en el desarrollo de su labor profesional.
- Honestidad.
- Compromiso.
- Responsabilidad social y científica.

8. Estructura curricular.

Mapa Curricular.

El plan de estudios de la Maestría en Ingeniería de Corrosión contempla un total de 112 créditos, en la que la duración de cada una de las Experiencias Educativas del Plan de Estudios es de mínimo 30 horas con un máximo de 75 horas. La escala de calificación será de 1 a 100 de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente de la UV con un mínimo aprobatorio 70%.

El plan de estudios está estructurado por Experiencias Educativas distribuidas de manera seriada en cuatro semestres y organizado curricularmente en el modelo flexible, constituido por: Experiencias Educativas del área de investigación (Metodológicas), Experiencias Educativas básicas del área disciplinar y Experiencias Educativas optativas del Área Disciplinar. En la Tabla 11 se muestra el mapa curricular de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, y a continuación, se describen cada una de las áreas que lo integran.

Experiencias Educativas básicas del Área disciplinar: Estas Experiencias Educativas proporcionarán a los estudiantes conocimientos teórico-prácticos fundamentales que permitan desarrollar su ejercicio profesional con un alto nivel de especialización disciplinaria. En el primero y segundo semestre, el estudiante deberá tomar en forma obligatoria como mínimo dos experiencias educativas del área básica disciplinar.

Experiencias Educativas del Área de investigación: Esta área proporcionará al estudiante bases para que se inicie en el proceso de investigación en el que pueda definir e identificar problemas, necesidades, oportunidades que deriven en propuestas de solución a través de proyectos. Lo anterior basados en un análisis crítico del Método Científico y del campo disciplinario, esto incluye una búsqueda ordenada de antecedentes, un planteamiento de la justificación de sus propuestas que le permitan definir objetivos, que identifique claramente las metas asociadas a

estos objetivos y que estructure una metodología clara de cómo alcanzarlos, que defina los parámetros que le van a permitir alcanzarlos en tiempo y espacio. Que tenga las herramientas para el análisis crítico de resultados que puedan derivar conclusiones y hacer recomendaciones al respecto.

Además, que estructure sus propuestas basándose en el Marco Lógico para permitir dar seguimiento tanto a las actividades programadas para alcanzar los objetivos como las metas asociadas, parte importante de la formación del estudiante es la calidad de sus presentaciones ante foros abiertos y la evaluación de sus resultados es otro de los propósitos. Se busca dar las bases para la estructuración de informes técnicos ordenados, propuestas de proyectos, informes de resultados y la escritura de artículos técnico-científicos. Las Experiencias Educativas del área de investigación serán destinadas a la observancia del desarrollo adecuado del trabajo de investigación que deberá de culminar en la elaboración de la tesis de grado y se integra por Metodología de la Investigación, Seminario de Investigación I y II, y Redacción de Tesis.

Experiencias Educativas optativas del Área disciplinar: Éstas permitirán al estudiante desarrollar planteamientos de soluciones y/o alternativas a problemáticas del ámbito de la ingeniería de corrosión, prevención y control. Las Experiencias Educativas optativas serán variables y seleccionadas de común acuerdo entre el director de tesis y el estudiante considerando, los requerimientos adicionales para complementar el número de créditos y la formación del estudiante, en función de su nivel de conocimiento y/o tema de tesis.

Actividades académicas complementarias: Estas actividades complementarias no pertenecen al listado de las Experiencias Educativas del programa de la maestría, sino que son aquellas actividades extracurriculares que contribuyen a la formación integral de los estudiantes, con base en nuevas experiencias y aprendizaje adquirido con la toma de cursos, participación en congresos, estancia de investigación, entre otras. En la sección 8.3 se abordará a detalle cuales son estas actividades académicas y su estrategia metodológica.

Tabla 11. Mapa curricular del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería de Corrosión.

Nombre de la EE	Créditos	Horas
-----------------	----------	-------

		Horas teoría con profesor	Horas teoría sin profesor	Horas prácticas con profesor	Horas prácticas sin profesor
Básicas del área disciplinar					
Principios de Corrosión	10	60	0	0	30
Electroquímica	10	60	0	0	30
Métodos Electroquímicos en el Estudio de la Corrosión	10	45	0	30	30
Gestión de la Corrosión para la Sostenibilidad	10	45	0	30	30
Área de investigación					
Metodología de la Investigación	8	30	0	30	30
Seminario de Investigación I	8	30	0	30	30
Seminario de Investigación II	8	30	0	30	30
Redacción de tesis	8	30	0	30	30
Optativas del área disciplinar					
Optativa I	10	60	0	0	30
Optativa II	10	60	0	0	30
Optativa III	10	60	0	0	30
Actividades Académicas					
Nombre de la actividad académica				Créditos	
Estancia de Investigación				5	
Autoría o coautoría en una publicación en una revista indexada.				5	
Participación en un congreso nacional o internacional				5	
Toma de cursos afines al área disciplinar, derechos humanos y/o sustentabilidad				5	
Total de créditos requeridos de actividades académicas				10	
Total en cursos 13	Total en créditos 112		Total en horas teóricas 510	Total en horas prácticas 510	

La Tabla 12 muestra el formato de horizontalidad y verticalidad de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, en la cual se puede observar la estructura curricular del programa distribuida por semestres. Cabe señalar que en los semestres 1 y 2, el

estudiante cursara más del 70% de los cursos, permitiendo de esta manera al estudiante disponer de mayor tiempo para realizar alguna de las actividades académicas, las cuales puede llevar a cabo durante todo el semestre, y dedicarle un mayor tiempo a su proyecto de tesis.

Tabla 12. Formato de horizontalidad y verticalidad del programa educativo.

Área/ Semestre*	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Básicas del Área Disciplinar	Principios de Corrosión (10 créditos)	Métodos Electroquímicos en el Estudio de la Corrosión (10 créditos)		
	Electroquímica (10 créditos)	Gestión de la Corrosión para la Sostenibilidad (10 créditos)		
Área de Investigación	Metodología de la Investigación (8 créditos)	Seminario de Investigación I (8 créditos)	Seminario de Investigación II (8 créditos)	Redacción de tesis (8 créditos)
Optativas del Área Disciplinar	Optativa I (10 créditos)	Optativa II (10 créditos)	Optativa III (10 créditos)	
Total de cursos	4	4	2	1
Total de créditos	38	38	18	8
Actividades académicas	Actividades académicas			
Actividades Académicas Totales	2			
créditos totales de las Actividades Académicas	10			
112 Créditos totales				

Descripción y registro de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento:

La Tabla 13 muestra y describe las Línea de Generación y Aplicación del

Conocimiento (LGAC) del programa, incluyendo la distribución de los académicos miembros del PAB.

Tabla 13. Descripción y distribución de los miembros del PAB de cada una de las Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC).

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento	Descripción	Profesores por LGAC
<p>LGAC 1: Mecanismos de corrosión</p>	<p>Esta línea tiene como objetivo estudiar las diferentes formas en las que se presentan los daños por Corrosión, así como el efecto de los diferentes parámetros de operación (temperatura, presión, condiciones de flujo, condiciones de carga), de las Plantas Industriales de diversos sectores del País, con especial énfasis en los sectores Petrolero, Petroquímico, Nuclear, Naval y Portuario.</p>	<p>Dr. Ricardo Galván Martínez Dr. Ricardo Orozco Cruz Dr. Erick Edgar Maldonado Bandala Dr. Omar Cortezano Arellano Dr. Andres Carmona Hernandez Dra. Araceli Espinoza Vázquez. Dr. Tomás Guerrero Briseño Dr. Leandro García González Dr. Gonzalo Galicia Aguilar</p>
<p>LGAC 2 Prevención y control de la corrosión.</p>	<p>Esta LGAC tiene como propósito desarrollar y aplicar tecnologías emergentes necesarias para mantener la integridad de las estructuras metálicas y garantizar la seguridad humana, sustentabilidad ambiental y minimizar pérdidas económicas.</p>	<p>Dr. Ricardo Orozco Cruz Dr. Sergio Márquez Domínguez Dr. Miguel Angel Hernandez Pérez Dra. Araceli Espinoza Vázquez. Dr. Andres Carmona Hernandez Dr. José Eriban Barradas Hernández Dr. Gustavo Delgado Reyes Dr. Franco Antonio Carpio Santamaria Dr. Julián Hernández Torres</p>

Descripción detallada de las actividades complementarias

A continuación, se describen las actividades académicas complementarias con valor crediticio, así como sus criterios y procedimientos administrativos a cumplir

para ser válida la acreditación de la actividad academia correspondiente. Los estudiantes deberán elegir 2 actividades académicas complementarias, las cuales están enlistadas en la Tabla 14 y deberán acumular un total de 10 créditos. Las actividades para escoger por parte del estudiante deberán tener el visto bueno del director del proyecto de tesis y del coordinador de la maestría. Este último deberá ser notificado por un escrito debidamente requisitado de la(s) actividad(es) que pretenda realizar el estudiante con un semestre de anticipación a la realización de la actividad complementaria. Posterior a la realización de la actividad, el director de tesis del estudiante notificará al coordinador de la maestría si la actividad fue o no acreditada.

Tabla 14. Lista de actividades académicas contempladas en el programa educativo.

No.	Actividad académica	Créditos
1	Estancia de Investigación	5
2	Autoría o coautoría en una publicación en una revista indexada.	5
3	Participación en un congreso nacional o internacional	5
4	Toma de cursos afines al área disciplinar, derechos humanos y/o sustentabilidad.	5

A continuación, se describen cada una de las actividades académicas complementarias:

- **Movilidad o estancia de Investigación:** La duración de la estancia de investigación debe ser mínimo de 15 días, las cuales pueden cumplirse en una sola estancia de 15 días o en varias estancias, en una o varias universidades, centros de investigación o compañías relacionadas con la aplicación de la ingeniería de la corrosión en el sector industrial; siendo la sumatoria total de 15 días. El objetivo de esta actividad es que el estudiante pueda desarrollar una parte de su metodología experimental en otra institución educativa nacional e internacional, lo que le permitirá conocer otras técnicas experimentales, lugares, costumbres y tradiciones y expandir su acervo cultural.
- **Autoría o coautoría en una publicación en una revista indexada:** Para cumplimiento de esta actividad, el estudiante deberá presentar la versión final del artículo en donde funja como autor principal o coautor, así como el un comprobante de que el artículo esta publicado o aceptado para su publicación. La revista puede estar indexada en revistas CONAHCYT, SCOPUS o Journal Citations Report (JCR). El principal objetivo de esta actividad es que el estudiante se familiarice con la escritura de textos científicos con cierto rigor y reciba retroalimentación de su trabajo de

investigación por investigadores expertos en el tema.

- **Participación en un foro, congreso nacional o internacional:** La actividad académica consiste en que el estudiante presente avances de su proyecto de tesis en un foro o congreso nacional o internacional ya sea en modalidad poster u oral de manera presencial o virtual. El estudiante adquirirá experiencia en la participación de esta clase de eventos y podrá ser retroalimentado por expertos en el área y obtendrá un valioso aprendizaje al escuchar ponencias de otros estudiantes de posgrado e investigadores del área con los cuales tendrá la oportunidad de socializar y crear vínculos que le puedan servir en algún futuro para extender su abanico de opciones para realizar una estancia o continuar con sus estudios de doctorado. Las evidencias para poder acreditar la actividad serán la constancia de participación del foro o congreso junto con la memoria en extenso si es que esta fue solicitada por el comité organizador del evento académico.
- **Toma de cursos afines al área disciplinar, derechos humanos y/o sustentabilidad:** Con el objetivo de contribuir en el cumplimiento de los Ejes transversales de Derechos Humanos y Sustentabilidad, que están indicados en el Programa de Trabajo 2021-2025 (Universidad Veracruzana , 2022) de la Universidad Veracruzana. Se le exhorta al estudiante a recibir capacitación en materia de estos ejes, que contribuyen de manera integral en su formación profesional. Para que pueda considerarse un curso valido para acreditar la actividad académica complementaria, este debe tener una duración mínima de 20 h. Se debe enfatizar que la modalidad de estos cursos puede ser presencial y/o virtual. El estudiante deberá presentar una constancia que compruebe la toma de dicho curso a la coordinación de la maestría.

Tabla de Experiencias Educativas.

En la Tabla 13 se muestra una breve descripción de las Experiencias Educativas (EE) que conforman el mapa curricular del programa.

Tabla 15. Descripción de las EE del programa de MIC.

Programa De E.E	Área de Co-nocimiento	Descripción mínima	Observaciones
Principios de Corrosión	Disciplinar	Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos	Obligatoria

		sobre el proceso de degradación de los metales por interacción con el medio que lo rodea.	
Electroquímica	Disciplinar	Familiarizar al estudiante con aspectos relevantes para comprender la interconversión de la energía química y eléctrica, así como las leyes involucradas.	Obligatoria
Métodos Electroquímicos en el Estudio de la Corrosión	Disciplinar	Se presentan los principios y la instrumentación básica de las técnicas electroquímicas más relevantes en el estudio y análisis de los procesos de corrosión.	Obligatoria
Gestión de la Corrosión para la Sostenibilidad	Disciplinar	Se presentan la teoría y práctica del manejo y control de la corrosión mediante la adición de inhibidores, aplicación de recubrimientos superficiales y protección electroquímica; de la misma manera el análisis económico, las pruebas de corrosión y la aplicación de estándares que pueden ayudar a determinar la solución de manejo más adecuada y rentable para la corrosión.	Obligatoria
Metodología de la Investigación	Investigación	Que el estudiante tenga una metodología de investigación a nivel escritorio como a nivel experimental a través de conocimientos metodológicos como metodológicos	Obligatoria
Seminario de Investigación I	Investigación	Presentación de al menos el 30% avance de tesis del estudiante y evaluación de dicho avance, por parte de la comunidad académica	Obligatoria

Seminario de Investigación II	Investigación	Presentación de al menos el 60% de avance del proyecto de investigación del estudiante relacionado en esta etapa con su tema de tesis de grado.	Obligatoria
Redacción de Tesis	Investigación	El objetivo principal es dar seguimiento a la estructuración y escritura del proyecto de tesis del estudiante.	Obligatoria
Análisis de Fallas	Optativa	Proporcionar al estudiante de conocimiento básico de los defectos más comunes que originan fallas; su generación a partir de actividades de diseño, fabricación de los materiales.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Corrosión a Altas Temperaturas	Optativa	Proporcionar los conocimientos básicos sobre mecanismos del proceso de corrosión a alta temperatura.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Corrosión en Ambientes Naturales	Optativa	Proporcionar al estudiante los conocimientos teóricos/prácticos que le permitan elaborar y formular un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales con ambientes específicos.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Corrosión en Estructuras de Concreto	Optativa	Proporcionar la estudiante de los conocimientos teóricos para elaborar un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales en la construcción.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Corrosión en la Industria Petrolera	Optativa	Familiarizar al estudiante con aspectos relevantes para comprender los diferentes procesos de degradación de metal en un	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.

		ambiente generado en la industria petrolera.	
Corrosión Localizada	Optativa	El estudiante debe adquirir el conocimiento básico para diferenciar las diferentes formas de corrosión.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Instrumentación Electroquímica	Optativa	Proporcionar los conocimientos necesarios para que el estudiante comprenda la importancia de la instrumentación en el área de corrosión.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Integridad Estructural	Optativa	Proporcionar al estudiante del conocimiento de la normativa que rige la integridad estructural de sistemas y estructuras, así como la metodología de evaluación relacionada con mecánica de fractura, análisis de riesgo y análisis causa - efecto asociado.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Matemáticas Avanzadas	Optativa	El objetivo principal es el análisis y modelado de redes eléctricas, así como de la aplicación de teoremas de circuitos eléctricos.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Metalurgia para Corrosionistas	Optativa	Relacionar los conocimientos del área de metalurgia con el proceso de corrosión y su influencia en el tipo de degradación metálica, así como su disminución mediante tratamientos térmicos.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Procesos de Galvanizado	Optativa	Proporcionar al estudiante conocimiento sobre los diferentes procesos de galvanizado, las etapas que conlleva,	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Selección de Materiales	Optativa	El estudiante conocerá y aplicará la metodología y el conocimiento básico	EE afín al proyecto de investigación realizado

		que le permita seleccionar, con una base de diseño, el material más adecuado para un uso específico.	por el estudiante.
Soldadura	Optativa	El objetivo principal es la enseñanza de la soldadura, sus técnicas afines, su problemática y su control de calidad y mantenimiento en el entorno industrial.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Técnicas de Inspección I	Optativa	Familiarizar al estudiante con conocimientos teóricos que le permitan elaborar un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales metálicos en campo, aplicando los métodos de inspección y su normativa.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Técnicas de Inspección II	Optativa	Familiarizar al estudiante con conocimientos teóricos que le permitan elaborar un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales metálicos en campo, aplicando los métodos de inspección y su normativa.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Técnicas Experimentales I	Optativa	Preparar al estudiante desde el punto de vista teórico y práctico en las técnicas experimentales más relevantes de análisis de materiales que existen a nivel estructural, mecánico y tribológico.	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.
Técnicas Experimentales II	Optativa	Proporcionar al estudiante de una visión teórica y práctica en las técnicas experimentales más relevantes de análisis óptico,	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.

		eléctrico y térmico de materiales.	
Temas Selectos de Corrosión	Optativa	Proporcionar al estudiante aspectos particulares de Corrosión de vanguardia, con el propósito de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición	EE afín al proyecto de investigación realizado por el estudiante.

Alternativas de movilidad académica.

En el marco del modelo flexible de la Maestría en Ingeniería de Corrosión, se establecerá un programa de intercambio académico con instituciones nacionales e internacionales cuyo propósito es enriquecer la formación de los estudiantes y contribuir en la internacionalización solidaria, tal como se establece el Programa de Trabajo 2021-2025 en el eje de derechos humanos en el tema 1.8 (Universidad Veracruzana , 2022).

Los objetivos que persigue este programa son:

- Propiciar la movilidad de estudiantes para que realicen actividades de su tema de tesis con investigadores de reconocido renombre en el área de corrosión en alguna institución de educación superior tanto del país como del extranjero.
- Propiciar la movilidad de estudiantes para que tomen cursos extracurriculares en alguna institución de educación superior.
- Establecer posibles proyectos de vinculación con las dependencias en donde se podrán desarrollar profesionalmente los egresados de la Maestría en Ingeniería de Corrosión.

El CA consolidado en Ingeniería de Corrosión del Instituto de Ingeniería, ha establecido un Programa de Intercambio Académico en el cual se desarrollan diversas actividades tendientes a promover la cooperación interinstitucional, a gestionar la búsqueda y el establecimiento de intercambio de estudiantes y a la organización de eventos académicos tanto en el marco nacional como en el extranjero con instituciones públicas y privadas para reforzar y enriquecer las funciones de investigación y docencia.

Actualmente existen programas de colaboración por citar algunas instituciones: Grupo de Corrosión, Facultad de Química de la UNAM, CICORR-UACAM, Grupo de Corrosión del CIICAp-UAEM, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIM-UMSNH), CIMAV, CIDETEQ, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad autónoma Metropolitana (UAM-Azcapotzalco), Instituto Tecnológico de Morelia, Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), CICATA-IPN, Grupo ENCOMAT de la Universidad de Vigo, Instituto Químico Sarria y la Universidad Complutense de Madrid, entre otros; desarrollando

acciones específicas tales como visitas, estancias, conferencias, proyectos de investigación y apoyos para cursos de posgrado.

Cabe señalar que, a lo largo de las generaciones de la maestría, se han realizado movilidad de estudiantes a otras universidades fuera del país como son la Universidad de Texas A&M, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM -CSIC), el Instituto de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en Chile (movilidad virtual).

Por otra parte, en 2022 se realizó un convenio de doble titulación con el Instituto de Minas-Albi, Francia, el cual busca cooperación internacional entre el Área Académica Técnica de la región Veracruz y la institución de educación superior de Francia para promover el intercambio estudiantil, becas y la doble titulación, específicamente para la Maestría en Ingeniería de Corrosión (Universidad Veracruzana, 2021).

Por último, se debe señalar que los estudiantes participan en programas de movilidad promovidos por la Universidad Veracruzana como PROMUV o bien otros programas externos como becas de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AIUP) para financiar las estancias de investigación.

Tutorías.

Con el propósito de “formar de manera integral al estudiante tanto en lo individual como en lo colectivo” durante su tránsito académico, en la Maestría en Ingeniería de Corrosión se establece un sistema tutorial paralelo a la operación del Posgrado.

El propósito general del sistema tutorial es el de formalizar y establecer un contacto permanente y formal entre el tutor y el tutorado a través de un programa de actividades, en donde el punto central es la orientación, los objetivos y las metas a lograr por este último, quedando claramente definida la responsabilidad compartida entre el tutor y el tutorado para alcanzar los fines educativos. La tutoría académica, por lo tanto, concebida como una “estrategia centrada en el proceso de enseñanza aprendizaje” tiene como objetivos:

- Orientar de manera sistemática el proceso formativo del estudiante dentro y fuera del aula, en torno al objeto de conocimiento a seguir por el estudiante.
- Identificar las potencialidades del estudiante, su capacidad crítica e innovadora, tanto en el aprovechamiento académico como en su aspecto humano, de tal forma que pueda canalizarlas con éxito durante la formación profesional.
- Promover en el estudiante el desarrollo de actitudes y valores tales como compromiso, responsabilidad, respeto, solidaridad, entre otros.
- Propiciar en el estudiante el interés por el desarrollo de actividades de investigación.
- Favorecer el desarrollo de las habilidades en los estudiantes para interactuar en ambientes interdisciplinarios y transdisciplinarios.
- Guiar al estudiante tanto en el proceso académico como en el administrativo.

Organización del sistema tutorial

La Maestría en Ingeniería de Corrosión establece un sistema tutorial conformado por un coordinador de tutorías, tutores, directores de tesis y tutorados.

Al inicio de los cursos de la Maestría se le asignará al estudiante un tutor y un director de tesis con la finalidad de que se dé la formación integral de los estudiantes, logrando una participación conjunta entre el tutor y el estudiante, bajo esquemas de interacción profesor-estudiante-realidad, que le permita al tutorado superar problemas académicos, mejorar sus potencialidades su capacidad crítica e innovadora, tanto en el aprovechamiento académico como en su aspecto humano. Al mismo tiempo y bajo la tutela del director de tesis, el estudiante podrá transitar en el programa académico de manera flexible y responsable, frente al reto de su formación profesional.

Funciones del tutor

- Programar el programa de las actividades de apoyo académico para los estudiantes de acuerdo con el plan y programas de estudio del posgrado.
- Supervisar la asistencia y participación de estudiante en los diversos eventos académicos realizados por el posgrado.
- Programar el calendario de reuniones semestrales que permita conocer el avance y desarrollo académico del estudiante.
- Inducir al estudiante a preparar conferencias, ponencias y artículos con un enfoque jurista en donde analice problemas de carácter regional, nacional e internacional.
- Promover la movilidad estudiantil, a través de estancias académicas en otras instituciones educativas para que el estudiante pueda tomar aquellos cursos que contribuyan a su formación profesional.
- Recomendar al estudiante el material bibliográfico de apoyo para su desarrollo profesional.
- Fomentar en el estudiante la utilización de medios electrónicos que faciliten su formación académica.

Responsabilidades de los tutorados

Los tutorados contarán con una orientación sistemática y personalizada y tendrán como responsabilidad:

- Comprometerse a cumplir con las actividades diseñadas en el programa de actividades planteado por su tutor y director de tesis.
- Asistir puntualmente a las sesiones programadas.
- Presentar los avances de los trabajos de investigación y de tesis en las fechas señaladas.

9. Duración de los Estudios.

La Maestría en Ingeniería de Corrosión tiene una duración de cuatro semestres y cuenta con una estructura curricular flexible. Está diseñada con el propósito de propiciar adaptaciones curriculares conforme a las necesidades formativas de sus estudiantes y para facilitar a los estudiantes esquemas de movilidad académica nacional o internacional que se ajusten a las exigencias de trabajo de campo y/o

laboratorio y atención disciplinaria, según su trayectoria formativa particular. Sin embargo, cada programa ha diseñado una posible seriación sobre su mapa curricular y que se presenta por requerimientos del Anexo A. El sentido de ésta es señalar el ordenamiento y planeación por semestres a partir del mapa curricular. En este orden de ideas es importante señalar que, por su carácter flexible, el estudiante puede atender sus necesidades formativas de forma no rígida.

10. Descripción del Reconocimiento Académico.

El reconocimiento académico que otorga el programa educativo de posgrado una vez concluido es el grado académico de: Maestro en Ingeniería de Corrosión o Maestra en Ingeniería de Corrosión.

11. Referencias bibliográficas.

CIICAp. (s.f.). Recuperado el 17 de 01 de 2023, de <http://www2.ciicap.uaem.mx/mica.html#!>

Diario del Itsmo. (27 de enero de 2019). Corrosion de ductos en Veracruz, la otra amenaza tras saqueo a Pemex. *Diario del Itsmo*. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <https://diariodelistmo.com/estatal/corrosion-de-ductos-en-veracruz-la-otra-amenaza-tras-saqueo-a-pemex/452019>

Díaz Arceo., F., & Hernández Rojas, G. (1999). Constructivismo y aprendizaje significativo. En *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, en *estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. (págs. 13-33). México: Mc.Graw Hill, .

El Universal. (14 de abril de 2010). *Plano Informativo*. Recuperado el 17 de enero de 2023, de <https://planoinformativo.com/67455/detecta-cfe-fallas-en-laguna-verde-nacionales/>

Lagos, F. F., Magaña, C. S., Lopez, M. A., Padilla, J., Canto, J., Villamizar, W., & Martínez, L. (2010). Study Of A Delamination Failure In A Three Layer Coating Of A 24" Gas Pipeline In Veracruz, South East Mexico. *CORROSION 2010*. San Antonio, Texas.: Nace International.

Little, B. J., Blackwood, D. J., Hinks, J., Lauro, F. M., Marsili, E., Okamoto, A., & .Flemming, H. C. (2020). Microbially influenced corrosion—Any progress?. . *Corrosion Science*, 1770, 108641.

Manchester University. (s.f.). Recuperado el 20 de enero de 2023, de <https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/04229/msc-corrosion-control-engineering/>

NACE International. (2016). *International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies (IMPAC)*. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <http://impact.nace.org/documents/Nace-International-Report.pdf>

- Orozco, R., Martínez, E. A., Galván, R., Ramírez, J., & Fernández.. (2007). Corrosión: fenómeno natural, visible y catastrófico. . *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad de Veracruzana*, 20(2).
- PFM. (1 de junio de 2020). La cruzada contra la corrosión en México. *PF PRODUCTS FINISHING MEXICO*. Recuperado el 27 de 01 de 2023, de <https://www.pf-mex.com/articulos/la-cruzada-contra-la-corrosion-en-mexico>
- Ramírez, J., Pereyra, D., García, N., Valencia, L., & Juárez, V. (2011). La corrosión atmosférica y su impacto en la economía veracruzana. *La Ciencia y el Hombre.*, 24(1).
- SNP Conacyt. (s.f.). Recuperado el 22 de enero de 2023, de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultaSNP/?c=Consulta&a=Index>
- UJAT. (s.f.). Recuperado el 25 de 01 de 2023, de <https://www.ujat.mx/mcgi>
- Universidad Veracruzana . (2022). *Programa de Trabajo 2021 - 2025: Por una transformación Integral*. Obtenido de <https://www.uv.mx/comunicacionuv/files/2022/03/Programa-Trabajo-2021-2025-1.pdf>
- Universidad Veracruzana. (2017). *Ley Orgánica de la Universidad Veracruzana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/legislacion/files/2019/04/Ley-Organica-Universidad-Veracruzana-reimpresion2017.pdf>
- Veracruzana, U. (04 de octubre de 2021). Instituto de Ingeniería UV realiza Ciclo de Conferencias Virtuales. *Universo: Sistema de noticias de la UV*. Recuperado el 01 de febrero de 2023, de <https://www.uv.mx/prensa/regiones/veracruz/instituto-de-ingenieria-uv-realiza-ciclo-de-conferencias-virtuales/>
- Veracruzana, U. (4 de Abril de 2021). UV trabaja en doble titulación de la Maestría en Ingeniería de Corrosión. *Universo: Sistema de noticias de la UV*. Obtenido de <https://www.uv.mx/prensa/regiones/uv-trabaja-en-doble-titulacion-de-la-maestria-en-ingenieria-de-corrosion/>

12 Anexos

A. Programas de estudio

Los programas de las Experiencias Educativas que integran el Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería de Corrosión se presentan a continuación:

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS BÁSICAS DEL ÁREA DISCIPLINAR

UNIVERSIDAD VERACRUZANA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
PRINCIPIOS DE CORROSIÓN

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa principios de corrosión permite al estudiante conocer los mecanismos y la cinética del proceso de degradación de un metal, mejor conocido como corrosión. Es importante mencionar que esta experiencia educativa también proporciona al estudiante, las herramientas necesarias para identificar y evaluar la morfología de un proceso corrosivo obteniendo así el tiempo de vida útil de un metal.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios para comprender el proceso de degradación de un metal debido a su interacción con el medio que lo rodea. Así como adquirir las herramientas necesarias para la identificación de un proceso corrosivo

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Aspectos generales de la corrosión
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos básicos para el estudio del fenómeno de corrosión
Temas

- 1.1 Conceptos de Corrosión.
- 1.2 Impacto Económico de la corrosión.
- 1.3 Corrosión Electroquímica.
- 1.4 Reacciones Electroquímicas de la Corrosión.
- 1.5 Parámetros Eléctricos Relevantes en Corrosión.
- 1.6 Clasificación de la Corrosión de acuerdo con:
 - Mecanismo de Reacción.
 - Morfología.

UNIDAD 2

Termodinámica de la corrosión

Objetivo particular

Estudiar los parámetros termodinámicos que nos indicarán el estado final al que tiende un fenómeno de corrosión.

Temas

- 2.1 Energía libre de Gibbs
- 2.2 Densidad de Corriente de Intercambio, i_0 .
- 2.3 Potencial de Electrodo.
- 2.4 Serie de Fuerza Electromotriz (FEM).
- 2.5 Ecuación de Nernst.
- 2.6 Diagrama de Pourbaix.

UNIDAD 3

Cinética de la corrosión

Objetivos particulares

Estudiar los parámetros cinéticos que nos permitirán estimar la velocidad a la cual sucede un fenómeno de corrosión y conocer así la vida útil de un equipo y/o estructura metálica.

Temas

- 3.1 Ley de Faraday.
- 3.2 Ecuación de Tafel.
- 3.3 Teoría del Potencial Mixto.
- 3.4 Potencial de corrosión o Potencial Mixto.
- 3.5 Polarización y sobrepotencial.
- 3.6 Curvas de Polarización.
- 3.7 Pasividad

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas)
 Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales)
 Análisis de diferentes materiales metálicos para determinar la morfología corrosiva
 Tareas para estudio individual en clase y extra clase.
 Consulta de diferentes artículos especializados
 Exposiciones de los estudiantes (investigaciones documentales)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering (Third Edition). McGraw-Hill Education.
2. Mattsson, E. (2023). Basic corrosion technology for scientists and engineers. CRC Press.
3. Pedferri, P., & Ormellese, M. (2018). Corrosion science and engineering. Cham, Switzerland: Springer.
4. Popov, B. N. (2015). Corrosion engineering: principles and solved problems. Elsevier.
5. Dwivedi, D., Lepková, K., & Becker, T. (2017). Carbon steel corrosion: a review of key surface properties and characterization methods. RSC advances, 7(8), 4580-4610.
6. Li, X., Zhang, D., Liu, Z., Li, Z., Du, C., & Dong, C. (2015). Materials science: Share corrosion data. Nature, 527(7579), 441-442.
7. Gaskell, D. R., & Laughlin, D. E. (2017). Introduction to the Thermodynamics of Materials. CRC press.
8. Bard, A. J., Faulkner, L. R., & White, H. S. (2022). Electrochemical methods: fundamentals and applications (Third Edition). John Wiley & Sons.
9. Frankel, G. S. (2016). Fundamentals of corrosion kinetics. Active protective coatings: new-generation coatings for metals, 17-32.
10. Schweitzer, P. A. (2021). Corrosion Resistance Tables: Part A. CRC Press.
11. Refait, P., Jeannin, M., Sabot, R., Antony, H., & Pineau, S. (2015). Corrosion and cathodic protection of carbon steel in the tidal zone: Products, mechanisms and kinetics. Corrosion Science, 90, 375-382.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (8 de Febrero de 2023)

<http://depa.fquim.unam.mx/labcorr/>
<https://fcc.osu.edu/>
<http://www.nace.org/home.aspx>
<http://www.corrosionsource.com>
<https://archive.is/aluminium.matter.org.uk>
<http://www.intercorr.com>
<http://www.corrosion-doctors.org/>
<https://www.elsevier.com/>
<http://www.springer.com/la/>
<https://www.ieee.org/index.html>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Corrosión, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	10%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen	60%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
ELECTROQUÍMICA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa electroquímica permite al estudiante hacer el análisis de los fenómenos químicos y eléctricos, así como las leyes involucradas en este proceso, describiendo algunas aplicaciones dentro de la rama de las ingenierías, tal es el caso de las celdas de combustibles y mecanismos de degradación metálica

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la Ingeniería con aspectos relevantes para comprender la interconversión de las formas de energía química y eléctrica, así como las leyes involucradas en este proceso, describiendo algunas aplicaciones importantes que apoyen en la solución de problemas relacionados con el deterioro de metales, diseño de reactores electroquímicos, celdas de combustible y protección ambiental

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Principios de electroquímica
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos necesarios para analizar el papel que tiene el electrolito en el transporte de carga eléctrica en una interfase metal electrolito.
Temas
1.1 Iónica de la solución 1.2 Conductividad iónica y electrónica 1.3 Electrolitos fuertes y electrolitos débiles <ul style="list-style-type: none">• Características• Teorías 1.4 Procesos REDOX 1.5 Interfase metal electrolito

UNIDAD 2
Termodinámica
Objetivos particulares

Adquirir los conocimientos necesarios desde el punto de vista termodinámico para explicar la tendencia a que un fenómeno ocurra

Temas

2.1 Celdas Electroquímicas

- Celda electrolítica
- Celda galvánica
- Procesos Electroquímicos en la industria

2.2 Potencial electródico

- Potencial de media celda
- Potencial FEM

2.3 Electroodos de referencia

UNIDAD 3

Cinética

Objetivos particulares

Adquirir los conocimientos necesarios para medir la velocidad de reacción en una interfase metal electrolito.

Temas

3.1 Teoría de la cinética electroquímica

3.2 Transporte de materia

3.3 Medición de la velocidad de una reacción

3.4 Instrumentación electroquímica

3.5 Números de transporte

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposición del Profesor y participación de los estudiantes.

Presentación, análisis y discusión de temas.

Desarrollo de habilidades cognitivas.

Análisis y discusión de documentos científicos

EQUIPO NECESARIO

Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bard, A. J., Faulkner, L. R., & White, H. S. (2022). Electrochemical methods: fundamentals and applications (Third Edition). John Wiley & Sons.
2. Gellings, P. J. (2019). Handbook of solid state electrochemistry. CRC press.
3. Pletcher, D. (2019). A first course in electrode processes. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
4. Holze, R. (2019). Experimental electrochemistry: a laboratory textbook. John Wiley & Sons.
5. Baker, L. A. (2018). Perspective and prospectus on single-entity electrochemistry. Journal of the American Chemical Society, 140(46), 15549-15559.
6. Wang, J. (2023). Analytical electrochemistry (Four Edition). John Wiley & Sons.

7. Ohtsuka, T., Nishikata, A., Sakairi, M., & Fushimi, K. (2018). Electrochemistry for corrosion fundamentals. Springer. Singapore.
8. Newman, J., & Balsara, N. P. (2021). Electrochemical systems. John Wiley & Sons.
9. Yan, M., Kawamata, Y., & Baran, P. S. (2018). Synthetic organic electrochemistry: calling all engineers. *Angewandte Chemie (International ed. in English)*, 57(16), 4149.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (15 Febrero 2023)

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/INTRODUCCIONALAELECTROQUIMICA_22641.pdf
<http://quimicaredox.blogspot.mx>
<http://depa.fquim.unam.mx/labcorr/>
<https://fcc.osu.edu/>
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/sec_8.html
<http://www.intercorr.com>
<https://www.elsevier.com/>
<https://www.fondodeculturaeconomica.com/>
<http://www.springer.com/la/>
<https://www.ieee.org/index.html>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Electroquímica, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen	60%
Total			100%

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS EN EL ESTUDIO DE LA CORROSIÓN

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
El conocimiento de fenómenos de corrosión no quedaría completo si no existen los diferentes métodos con los cuales pueda medirse la velocidad de corrosión, así como una serie de mecanismos que están presentes en un proceso electroquímico. Los métodos electroquímicos y su instrumentación básica son esenciales para llevar a cabo un análisis en laboratorio y algunas veces en in-situ, de los lugares en donde se puede presentar la corrosión.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar los conocimientos teórico-prácticos de los distintos métodos electroquímicos utilizados en la evaluación, análisis y estudio de los procesos de corrosión en diferentes metales. Se tendrá conocimiento de las técnicas de corriente directa y los de corriente alterna.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Métodos electroquímicos de corriente directa (CD)
Objetivos particulares
Aprender las bases y usos de los métodos de Corriente Directa (CD).
Temas
1.1 Instrumentación básica para desarrollar los métodos. 1.2 Resistencia a la polarización 1.3 Extrapolación de Tafel 1.4 Curvas de polarización
UNIDAD 2
Métodos electroquímicos de Corriente Alterna (CA)
Objetivos particulares
Aprender las bases y usos de los métodos de Corriente Alterna (CA).
Temas
2.1 Espectroscopía de Impedancia Electroquímica 2.1.1 Teoría 2.1.2 Aplicación en distintos sistemas 2.1.3 Modelación con Circuitos Eléctricos Equivalentes
UNIDAD 3

Métodos sin perturbación de voltaje: Ruido electroquímico (RE)
Objetivos particulares
3.1 Series del tiempo de I y E. 3.2 Aplicación de Parámetros Estadísticos 3.3 Índice de Localización
Temas
Aprender y aplicar las bases de la técnica RE.
UNIDAD 4
Monitoreo Electroquímico de la Corrosión
Objetivos particulares
Aprender y aplicar las bases para el monitoreo electroquímico de procesos de corrosión
Temas
4.1 Monitoreo de la Velocidad de Corrosión en tiempo real 4.2 Monitoreo de la Velocidad de Corrosión en campo

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.
- Lecturas extramuros del estudiante.
- Los estudiantes desarrollarán un programa de Tareas relacionadas con las temáticas del curso.
- Se desarrollará un programa de prácticas de laboratorio para que el estudiante corrobore lo explicado en clase.
- Cada estudiante desarrollará un proyecto experimental que expondrá en forma oral y entregará un informe de resultados al final del curso y que cumpla con el formato del proyecto Aula.

EQUIPO NECESARIO

1. Como mínimo se requieren 2 potenciostatos digitales y 2 analógicos para que cada estudiante pueda realizar su programa de prácticas y proyecto experimental de clase.
2. Cada potenciostato deberá contar con una PC portátil actualizada.
3. Deberá haber multímetros digitales por cada estudiante que tome el curso.
4. Cada estudiante deberá contar con un juego de resistores (1, 10, 100, 1000 y 10,000 Ohms) y varios capacitores (1, 10, 100 y 1000 μ F).
5. Proyector para la exposición en clase.

BIBLIOGRAFÍA

1. Srinivasan, R., & Fasmin, F. (2021). An Introduction to Electrochemical Impedance Spectroscopy. CRC Press.
2. Yang, L. (Ed.). (2020). Techniques for corrosion monitoring. Woodhead Publishing.

3. Xia, D. H., Deng, C. M., Macdonald, D., Jamali, S., Mills, D., Luo, J. L., ... & Hu, W. (2022). Electrochemical measurements used for assessment of corrosion and protection of metallic materials in the field: A critical review. *Journal of Materials Science & Technology*, 112, 151-183.
4. Macdonald, J. R., & Barsoukov, E. (Eds.). (2018). *Impedance spectroscopy: theory, experiment, and applications*. John Wiley & Sons.
5. Popov, B. N. (2015). *Corrosion engineering: principles and solved problems*. Elsevier.
6. Compton, R. G., & Banks, C. E. (2018). *Understanding voltammetry*. World Scientific.
7. Lvovich, V. F. (2012). *Impedance spectroscopy: applications to electrochemical and dielectric phenomena*. John Wiley & Sons.
8. Wang, S., Zhang, J., Gharbi, O., Vivier, V., Gao, M., & Orazem, M. E. (2021). Electrochemical impedance spectroscopy. *Nature Reviews Methods Primers*, 1(1), 41.
9. Obot, I. B., & Onyeachu, I. B. (2018). Electrochemical frequency modulation (EFM) technique: Theory and recent practical applications in corrosion research. *Journal of Molecular Liquids*, 249, 83-96.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (15 Febrero 2023)

<https://www.gamry.com/assets/Uploads/Electrochemical-Corrosion-Measurements.pdf>
<https://www.astm.org/stp1609-eb.html>
<https://vlci.biz/corrosion-testing-via-electrochemical-impedance-eis/>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Corrosión, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Tareas	10%

Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Prácticas	15%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	25%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
GESTIÓN DE LA CORROSIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Se presentan la teoría y práctica del manejo y control de la corrosión mediante la adición de inhibidores, aplicación de recubrimientos superficiales y protección electroquímica; de la misma manera el análisis económico, las pruebas de corrosión y la aplicación de estándares que pueden ayudar a determinar la solución de manejo más adecuada y rentable para la corrosión.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar las herramientas de aplicación necesarias para mitigar el fenómeno de corrosión mediante el control y la prevención utilizando diferentes metodologías y sistemas, tales como inhibidores, recubrimientos y protección electroquímica.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Inhibidores de la Corrosión
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de inhibidores existentes y la posible formulación de este para utilizarse en diferentes medios. • Estudiar mediante métodos electroquímicos el desempeño de una sustancia candidata a inhibidor de corrosión.
Temas
1.1. Tipos de inhibidores 1.2. Mecanismos de acción 1.3. Variables que afectan su comportamiento 1.4. Aplicaciones 1.5. Evaluación electroquímica de inhibidores

UNIDAD 2
Recubrimientos Anticorrosivos
Objetivos particulares

<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los distintos tipos de recubrimientos e identificar los mecanismos de acción contra la corrosión. • Relacionar los métodos de inspección con estudios electroquímicos para la identificación del recubrimiento con mayor eficiencia contra la corrosión.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Introducción 2.2. Clasificación de recubrimientos 2.3. Limpieza y preparación de superficies 2.4. Aplicación de recubrimientos 2.5. Selección de recubrimientos 2.6. Inspección de recubrimientos
UNIDAD 3
Protección Electroquímica-Catódica y Anódica
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Identificará las diferencias entre los métodos de protección catódica, así como la anódica y sus mecanismos de acción. • Comparará los materiales utilizados en los dos métodos de protección catódica y profundizará en los estudios científicos relacionados con ellos.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Medio ambiente y resistividad 3.2. Protección anódica 3.3. Métodos y criterios electroquímicos de protección 3.4. Diseño de protección catódica 3.5. Corrientes parásitas y efectos de interferencia 3.6. Concepto de gradiente de potencial 3.7. Empleo de ánodos rígidos. Flexibles y continuos 3.8. Cálculo de la eficiencia de los ánodos galvánicos 3.9. Rectificadores

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<p>De Aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Búsqueda y consulta de fuentes de información. ➤ Lectura, síntesis e interpretación. ➤ Análisis y discusión de casos. ➤ Discusiones grupales en torno a los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas. ➤ Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento. ➤ Visualización de escenarios futuros <p>De Enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Diálogos simultáneos. ➤ Dirección de prácticas en laboratorio y actividades de campo. ➤ Tareas para estudio independiente. ➤ Exposición con apoyo tecnológico. ➤ Lectura comentada de artículos científicos. ➤ Estudio de casos.

- Discusión dirigida.
- Plenaria.
- Resúmenes.
- Exposición de medios didácticos.
- Tutorías y asesorías.

EQUIPO NECESARIO

Proyector, computadora, videos, libros, presentaciones digitales, pintarrón, plumones, borrador, diferentes equipos como potencióstato, equipos de medición, etc.; para evaluar materiales, inhibidores, recubrimientos y protección catódica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Knudsen, O. Ø., & Forsgren, A. (2017). Corrosion control through organic coatings. CRC Press.
2. Singh, R. (2014). Corrosion control for offshore structures: cathodic protection and high-efficiency Coating. Gulf Professional Publishing.
3. Quraishi, M. A., Chauhan, D. S., & Saji, V. S. (2020). Heterocyclic organic corrosion inhibitors: principles and applications. Elsevier.
4. Tiwari, A., Hihara, L., & Rawlins, J. (Eds.). (2014). Intelligent coatings for corrosion control. Butterworth-Heinemann.
5. Lyon, S. B., Bingham, R., & Mills, D. J. (2017). Advances in corrosion protection by organic coatings: What we know and what we would like to know. *Progress in Organic Coatings*, 102, 2-7.
6. Angst, U. M. (2019). A critical review of the science and engineering of cathodic protection of steel in soil and concrete. *Corrosion*, 75(12), 1420-1433.
7. Rajendran, S., Nguyen, T. A., Kakooei, S., Yeganeh, M., & Li, Y. (Eds.). (2020). Corrosion protection at the nanoscale. Elsevier.
8. Cicek, V. (2017). Corrosion engineering and cathodic protection handbook: with extensive question and answer section. John Wiley & Sons.
9. Saji, V. S., & Umoren, S. A. (Eds.). (2020). Corrosion inhibitors in the oil and gas industry. John Wiley & Sons.
10. Okyere, M. S. (2019). Corrosion Protection for the Oil and Gas Industry: Pipelines, Subsea Equipment, and Structures. CRC Press.
11. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering. McGraw-Hill Education.
12. Raja, P. B., Ismail, M., Ghoreishiamiri, S., Mirza, J., Ismail, M. C., Kakooei, S., & Rahim, A. A. (2016). Reviews on corrosion inhibitors: a short view. *Chemical Engineering Communications*, 203(9), 1145-1156.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso: 20 de enero 2023)

<http://www.ampp.org>
<http://www.corrosionsource.com>
<http://www.corrosion-doctors.org>
<https://www.mdpi.com/journal/cmd>

<https://meridian.allenpress.com/corrosion>
<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214176>
<https://www.tandfonline.com/journals/ycst20>

Otros Materiales de Consulta:

- Popoola, L. T. (2019). Organic green corrosion inhibitors (OGCIs): a critical review. *Corrosion Reviews*, 37(2), 71-102.
- Gummow, R. A. (2018). Cathodic protection criteria-A critical review of NACE Standard RP-01-69. *Materials Performance*, 57(1), 28-35.
- Nazeer, A. A., & Madkour, M. (2018). Potential use of smart coatings for corrosion protection of metals and alloys: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 253, 11-22.
- Bahadori, A. (2014) *Corrosion and materials selection: a guide for the chemical and petroleum industries*. John Wiley & Sons.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales	30%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Tareas	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de prueba objetiva	Examen final	40%
Total			100%

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD VERACRUZANA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La obtención de datos fiables en un programa de investigación científica es elemental, para ello, tanto la parte metodológica como la parte metrológica deben ser consideradas en el desarrollo de la parte experimental y documental de un trabajo de investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Que el estudiante tenga una metodología de investigación a nivel escritorio como a nivel experimental a través de conocimientos metodológicos como metrológicos.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos necesarios para analizar el papel que tiene el electrolito en el transporte de carga eléctrica en una interfase metal electrolito.
Temas
1.1 Conceptos Básicos 1.2 Método Científico 1.3 Planteamiento de una hipótesis en un trabajo de investigación 1.4 Objetivos, Metas y Alcances

UNIDAD 2
METROLOGÍA
Objetivos particulares
Aplicar conceptos estadísticos que permitan la adquisición de una medición experimental precisa y con un mínimo de incertidumbre tanto desde el punto de vista error humano como desde el punto de vista error en el instrumento de medición.
Temas

2.1 Probabilidad y Estadística 2.2 Error humano y error instrumental <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios
--

UNIDAD 3
DISEÑO DE EXPERIMENTOS
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos necesarios para planear e identificar las principales variables en un experimento
Temas
3.1 Planificación de un experimento 3.2 Identificación de las variables que más afectan un proceso

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
Exposición del Profesor y participación de los estudiantes, Presentación, análisis y discusión de temas Desarrollo de habilidades cognitivas.

EQUIPO NECESARIO
Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección.

BIBLIOGRAFÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guerrero Dávila, G., & Guerrero Dávila, C. (2014). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. 2. Baena Paz, G. (2017). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. 3. Maya, E. (2014). Métodos y técnicas de investigación. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 4. Mackey, A., & Gass, S. M. (2021). Second language research: Methodology and design. Routledge.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

Otros Materiales de Consulta:

EVALUACIÓN
SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Tareas	30%
Competencias Habilidades Actitudes (participación) Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Actividades en clase	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de prueba objetiva	Examen final	40%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Con objeto de que el estudiante de Maestría obtenga su grado académico justo al terminar sus estudios, es necesario que empiece a desarrollar su tesis al mismo tiempo de cubrir las Experiencias Educativas del plan de estudios. Además, de esta manera contará con el apoyo y la tutoría de los profesores del Instituto de Ingeniería, en el seminario que se presenta.

OBJETIVO GENERAL DEL CURSO
Realizar la presentación de al menos el 30% del avance del trabajo de tesis del estudiante y evaluación de dicho avance, por parte de la comunidad académica. Lo cual equivale a la finalización del protocolo de investigación, los antecedentes del tema de tesis y la metodología experimental a realizar.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Presentación del protocolo y avance de tesis por parte del estudiante
Objetivos particulares
Analizar y evaluar al estudiante en lo que respecta a la versión final de su protocolo y al avance de su tesis
Temas
1.1 Protocolo de Investigación (guía, pautas, citado de las referencias en IEEE y APA)
1.2. Diferencia entre marco teórico y antecedentes.
1.3. Descripción de la metodología experimental.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
Exposiciones del maestro (teóricas) Tareas para estudio individual en clase y extra clase. Consulta de diferentes artículos especializados Exposiciones de los estudiantes (protocolos de tesis)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reyes, E. (2022). Metodología de la investigación científica. Page Publishing Inc.
2. Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Navales, M. G. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. Revista Alergia México, 63(3), 303-310.
3. Toledo-Ramirez, G. K., & Estrada-Torres, A. (2018). Thesis protocol (guide). Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI-CONACYT).
4. Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Navales, M. G. (2016). El protocolo de investigación II: los diseños de estudio para investigación clínica. Revista Alergia México, 63(1), 80-90.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www3.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/res-protocol.html>

<https://blogposgrados.tijuana.iberomexico.mx/protocolo-para-la-investigacion-de-pasos/>

Otros Materiales de Consulta:

- Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Navales, M. G. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. Revista Alergia México, 63(3), 303-310.
- Ortiz-García, J. M. (2006). Guía descriptiva para la elaboración de protocolos de investigación. Salud en Tabasco, 12(3), 530-540.
- De León, E. R., García, C. O., de la Roca, L. G., de León, J. M., Barrera, A. G., & Ramírez, D. E. (2013). Guía para la elaboración del protocolo de investigación. USCG, 1(1), 23-26.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Dominio del tema Fluidez Actitudes Formato de la presentación	Aplicación de rúbrica.	Presentación en clase y en digital	50%
Redacción Análisis Formato de documento Habilidades	Aplicación de rúbrica.	Documento de la tesis con al menos 30% de avance	50%

Total	100%
-------	------

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Con objeto de que el estudiante de maestría obtenga su grado académico justo al terminar sus estudios, es necesario que empiece a desarrollar su tesis al mismo tiempo de cubrir las Experiencias Educativas del plan de estudios. Además, de esta manera contará con el apoyo y la tutoría de los profesores del Instituto, en el Seminario que se presenta.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Al finalizar el curso, el estudiante debe realizar la presentación del 60% del avance de su proyecto de investigación, el cual corresponde al análisis y discusión de los resultados obtenidos hasta el momento de su desarrollo experimental. La presentación del estudiante será sujeta al análisis crítico por la comunidad académica del Instituto de ingeniería de corrosión, prevención y control.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Se sujetará a los criterios de director de tesis, ya que la EE se orienta más hacia la asesoría del estudiante y al seguimiento de avances del proyecto de tesis
Objetivos particulares
<ol style="list-style-type: none">1 Comprometer al estudiante a presentar avances en su proyecto de tesis2 Involucrar al estudiante en la presentación de sus resultados en foros, seminarios y en congresos.
Temas
<ol style="list-style-type: none">1 Avance del desarrollo experimental apegado con lo establecido en el Protocolo de tesis.2 Análisis y discusión de los resultados.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
Exposiciones del maestro (teóricas) Tareas para estudio individual en clase y extra clase. Consulta de diferentes artículos especializados Exposiciones de los estudiantes (resultados parciales de su proyecto de tesis)

EQUIPO NECESARIO
Proyector para la exposición en clase

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Bhattacharya, K. (2017). Fundamentals of qualitative research: A practical guide. Taylor & Francis.
- 2 Aceituno Huacani, C., Alosilla Robles, W., & Moscoso Paricoto, I. (2021). Discusión de resultados. Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica.
- 3 Dieterich, H. (2021). Nueva guía para la investigación científica. Grupo Editor Orfila Valentini.
- 4 Torres, E. C. A. (2015). Serie: Metodología de la investigación interdisciplinaria: Tomo I Investigación monodisciplinaria (Vol. 1). Self published Ink.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:13 enero 2023)

<https://puceapex.puce.edu.ec/web/cev/analisis-discusion-de-resultados-y-conclusiones-de-la-investigacion/>
<https://goldbio.com/articles/article/Escribir-Resultados-y-la-Discusion-Articulo-Cientifico>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Scopus, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Dominio del tema Fluidez Actitudes Formato de la presentación	Aplicación de rúbrica.	Presentación en clase y en digital	50%
Redacción Análisis Formato de documento Habilidades	Aplicación de rúbrica.	Documento de la tesis con al menos 60% de avance	50%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
REDACCIÓN DE TESIS

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Para que el estudiante de maestría obtenga su grado académico justo al terminar su programa de estudios, es requisito indispensable la escritura y redacción de su proyecto de tesis. Se considera esencial darle seguimiento al aspecto de la redacción, dada la debilidad de la formación básica para incursionar en la escritura de sus trabajos de investigación y en el desarrollo de su capacidad de análisis para el máximo aprovechamiento de su información experimental.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Se pretende darle seguimiento a la estructuración y escritura de su proyecto de tesis de grado y se vea sujeto al análisis crítico por la comunidad académica del Núcleo Académico Básico del programa Maestría en ingeniería de Corrosión en las LGAC de corrosión, prevención y control. Al finalizar el curso, el estudiante expondrá los avances de la estructura y escritura de su proyecto de tesis en forma oral. Además, entregará un informe de avance equivalente al 80-100% en borrador de su proyecto de tesis escrita.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Se sujetará a los criterios de director de tesis, ya que la EE se orienta más hacia la asesoría del estudiante en la estructuración, escritura y terminación del proyecto de tesis
Objetivos particulares
<ol style="list-style-type: none">1. Comprometer al estudiante a presentar avances en la estructuración, escritura y terminación del proyecto de tesis2. Involucrar al estudiante en la publicación de sus resultados en revistas arbitradas.
Temas
<ol style="list-style-type: none">1. Que la estructuración del trabajo experimental y escritura de la tesis se apeguen a lo establecido en el Protocolo de tesis.2. Que el estudiante pueda terminar su proyecto de tesis en el tiempo y forma planeada

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral del estudiante con ayudas gráficas y audiovisuales.
- Cada estudiante expondrá los avances de la estructura y escritura de su proyecto de tesis que expondrá en forma oral, al inicio y al final del curso. También entregará un informe de avance equivalente al 80-100% en borrador de su proyecto de tesis escrita.

EQUIPO NECESARIO

Proyector para la exposición en clase

BIBLIOGRAFÍA

1. Pozzo, M. I. (2020). Escritura de tesis de posgrado: Desde el proyecto hasta la defensa. Editorial Biblos.
2. Chois Lenis, P. M., & Jaramillo Echeverri, L. G. (2016). La investigación sobre la escritura en posgrado: estado del arte. *Lenguaje*, 44(2), 227-259.
3. Espino Datsira, S. (2015). La enseñanza de estrategias de escritura y comunicación de textos científicos y académicos a estudiantes de posgrado. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(66), 959-976.
4. Morán, L., Álvarez, G., & Difabio de Anglat, H. (2022). Enseñanza virtual de la escritura de posgrado: análisis sobre la evaluación de las prácticas. *Praxis educativa*, 26(1), 94-94.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:02 marzo 2023)

<https://www.unamenlinea.unam.mx/recurso/82339-como-escribir-una-tesis>
<https://www.redalyc.org/pdf/644/64406512.pdf>
<https://writingcenter.fas.harvard.edu/pages/developing-thesis>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Scopus, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Dominio del tema Fluidez Actitudes Formato de la presentación	Aplicación de rubrica.	Presentación en clase y en digital	50%
Redacción Análisis Formato de documento Habilidades	Aplicación de rubrica.	Documento completo del borrador de la tesis.	50%
Total			100%

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS OPTATIVAS DEL ÁREA DISCIPLINAR

UNIVERSIDAD VERACRUZANA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
ANÁLISIS DE FALLAS

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
El análisis de fallas de materiales, estructuras y componentes consiste en la evaluación “post mortem” del sistema, la cual se desarrolla bajo metodologías específicas con el fin de establecer la causa raíz que origino el problema y con ello evitar su redundancia

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Se pretende que el estudiante adquiera el conocimiento básico de los defectos más comunes que originan fallas; su generación a partir de actividades de diseño, fabricación de los materiales, Selección de materiales y condiciones reales de servicio. Adicionalmente que se desarrolle y aplique la metodología correcta para la evaluación y el empleo de las diferentes técnicas y métodos de análisis necesarios para el logro del objetivo

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Importancia del análisis de fallas
Objetivos particulares
Mediante el análisis de casos reales se busca concientizar al estudiante de la importancia del análisis de fallas en el sector industrial y su impacto económico y social
Temas
1. Clasificación de defectos. 2. Criterios y clasificación de fallas

UNIDAD 2
Orígenes de las fallas
Objetivos particulares
Identificar el tipo de falla y sus características principales
Temas
2.1 En la ruta de fabricación

- 2.2 Por diseño.
- 2.3 Por limpieza y/o ensamble.
- 2.4 Por condiciones de servicio.

UNIDAD 3
Características de las fracturas.
Objetivos particulares
Identificar las principales características de las fracturas desde el punto de vista físico y mecánico
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Fractura Dúctil. 3.2 Fractura Frágil. 3.3 Fractura por fatiga.

UNIDAD 4
Agrietamiento
Objetivos particulares
Comprender el mecanismo de propagación de una grieta, sus características físicas y mecánicas.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 1.1 Nucleación y crecimiento de grietas. 1.2 Características de grietas

UNIDAD 5
Metodología del análisis de fallas
Objetivos particulares
Que el estudiante desarrolle habilidades para la elaboración de un diagnóstico en el análisis de fallas.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Toma de muestras. 5.2 Ensayos no destructivos. 5.3 Ensayos destructivos. 5.4 Pruebas en campo. 5.5 Pruebas en laboratorio. 5.6 Trabajos en gabinete o escritorio. 5.7 Precauciones en el análisis. 5.8 Evaluación de Fallas

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
El profesor transferirá los conceptos básicos del tema de forma presencial y los estudiantes deberán profundizar el conocimiento por medio de trabajos escritos, resolución de casos y presentaciones orales durante el semestre escolar

EQUIPO NECESARIO

Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sachs, N. W. (2019). Practical plant failure analysis: a guide to understanding machinery deterioration and improving equipment reliability. CRC Press.
2. Hubbard, D. W. (2020). The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it. John Wiley & Sons.
3. Modarres, M., Kaminskiy, M. P., & Krivtsov, V. (2016). Reliability engineering and risk analysis: a practical guide. CRC press.
4. Kutz, M. (Ed.). (2015). Mechanical engineers' handbook, volume 1: Materials and engineering mechanics. John Wiley & Sons.
5. Yuan, B., Mao II, L., Dong III, R., Zhang IV, T., & Liu, G. (2022, October). Failure analysis of metal corrugated hose in space station. In International Conference on Intelligent and Human-Computer Interaction Technology (IHCIT 2022) (Vol. 12344, pp. 108-115). SPIE.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:11 febrero 2023)

<https://aldservice.com/Fracas/failure-analysis-methods-and-tools.html>
<https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co>
<https://www.uaeh.edu.mx/divulgacion-ciencia/analisis-falla/index.html>

Otros Materiales de Consulta:

- Kusumo, A., Supriyatman, D., Kristanto, D., & Prasetia, A. E. (2003, September). Corrosion management in production pipeline network using risk management analysis. In SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition. OnePetro.
- Eckert, R. B., Kagarise, C., Kotu, S. P., Buckingham, K., & Skovhus, T. L. (2022). Optimizing Corrosion Mitigation Costs Using Failure Analysis. Materials Performance, 61(2).

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%

Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase .	20%
Conocimientos ad- quiridos en clase	Aplicación de una prueba ob- jetiva	Examen final	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CORROSIÓN A ALTAS TEMPERATURAS

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>La problemática existente en las industrias que trabajan con sistemas a alta temperatura como las de generación de energía, algunas veces se ven afectadas por problemas de corrosión y los análisis de esa problemática se dirigen hacia otros factores que no van relacionadas a la falla por problemas de corrosión. Ante esta situación, actualmente se requieren profesionales con conocimiento básico de los mecanismos de corrosión a alta temperatura para prevenir el daño colosal que podría causar este, así mismo; comprender y controlarla, así como el desarrollo de nuevas técnicas son necesarias.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar los conocimientos básicos sobre mecanismos del proceso de corrosión a alta temperatura.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Introducción
Objetivos particulares
Conocer el principal agente corrosivo a altas temperaturas y adentrarse en los distintos mecanismos posible.
Temas
1.6. Retos en nuevos materiales para su aplicación en alta temperatura

UNIDAD 2
Oxidación y Nitruración
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los distintos agentes agresivos a alta temperatura. • Definir la oxidación y nitruración e identificar cada uno de sus mecanismos de presentación.
Temas
2.1. Introducción 2.7. Consideraciones termodinámicas 2.8. Consideraciones cinéticas

2.9. Oxidación en aire, oxígeno y en atmosferas de combustión
2.10. Nitruración interna en ambientes oxidantes
UNIDAD 3
Corrosión por halógenos y haluros
Objetivos particulares
Identificará los problemas generados por los halogenuros y haluros, clasificando el tipo de ataque de acuerdo con el mecanismo de reacción.
Temas
3.10. Introducción
3.11. Consideraciones termodinámicas
3.12. Corrosión en ambientes con Cl ₂ y HCl
3.13. Corrosión en ambientes con F ₂ y HF
3.14. Corrosión en ambientes con bromuros y yoduros
UNIDAD 4
Casos de estudio
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Comparará los distintos problemas existentes a alta temperaturas y su posible relación.
Temas
4.1. Corrosión en turbinas de gas
4.2. Corrosión en calderas de carbón
4.3. Corrosión en calderas y hornos de petróleo
4.4. Corrosión en calderas de incineración y de generación de energía por quema de residuos
4.5. Corrosión por sales fundidas
4.6. Corrosión en celdas de combustible de altas temperaturas

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

De Aprendizaje:

- Búsqueda y consulta de fuentes de información.
- Lectura, síntesis e interpretación.
- Análisis y discusión de casos.
- Discusiones grupales en torno a los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas.
- Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento.
- Visualización de escenarios futuros

De Enseñanza:

- Diálogos simultáneos.
- Dirección de prácticas en laboratorio.
- Tareas para estudio independiente.
- Exposición con apoyo tecnológico.

- Lectura comentada de artículos científicos.
- Estudio de casos.
- Discusión dirigida.
- Plenaria.
- Resúmenes.
- Exposición de medios didácticos.
- Tutorías y asesorías.

EQUIPO NECESARIO

Proyector, computadora, videos, libros, presentaciones digitales, pintarrón, plumones, borrador, diferentes equipos como potencióstato, equipos de medición, etc.; para evaluar materiales en condiciones de alta temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmad, Z. (2016) , High Temperature Corrosion, Publisher Intech, Croatia
2. Khanna A. S. (Ed) (2016). High Temperature Corrosion, Publisher World Scientific.
3. Sequeira, C. A. (2019). High temperature corrosion: fundamentals and engineering. John Wiley & Sons.
4. Saito, Y., Önay, B., & Maruyama, T. (Eds.). (2012). High temperature corrosion of advanced materials and protective coatings. Elsevier.
5. Shabalín, I. L. (2019). Ultra-high temperature materials II. Springer Netherlands.
6. Dorcheh, A. S., Durham, R. N., & Galetz, M. C. (2017). High temperature corrosion in molten solar salt: The role of chloride impurities. *Materials and Corrosion*, 68(9), 943-951.
7. Bose, S. (2017). High temperature coatings. Butterworth-Heinemann.
8. Zhou, Y., Yang, L., & Zhu, W. (2022). Thermal Barrier Coatings: Failure Theory and Evaluation Technology. Springer Nature.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:18 enero 2023)

<https://www.corrosionpedia.com/definition/1345/high-temperature-corrosion>
<https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/high-temperature-corrosion>
<https://www.materialsperformance.com/articles/corrosion-basics/2017/02/corrosion-basics-high-temperature-corrosion>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de 2 pruebas objetivas	2 exámenes parciales	30%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas.	Tareas o trabajos asignados	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	40%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CORROSIÓN EN AMBIENTES NATURALES

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>El estudiante de maestría necesita conocer el comportamiento de los materiales metálicos al estar en contacto con el medio ambiente que lo rodea, el cual puede ser suelo, agua y aire e incluso organismos vivos, para entender los fenómenos de corrosión que en cada caso se pueden generar, ya que tanto en el transcurso de su preparación académica, como al final de esta, deberá realizar actividades de investigación tendientes a generar y aplicar el conocimiento.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la Ingeniería de Corrosión, Prevención y Control, con el proceso metodológico de la investigación, a fin de que adquiera los conocimientos teóricos que le permitan elaborar y formular un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales con ambientes específicos.</p> <p>El estudiante llevará el contenido teórico necesario para entender los fenómenos de corrosión que se generan cuando los materiales metálicos entran en contacto con su medio ambiente. El curso se complementa con el desarrollo de un proyecto de investigación de un caso práctico que involucre la interacción de los metales con su medio ambiente y el o los mecanismos de corrosión que allí se desarrollan.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Métodos y sistemas del proceso de corrosión de acuerdo con su ambiente
Objetivos particulares
Los efectos agresivos del medio ambiente sobre los materiales
Temas
1.1 Introducción a la Corrosión en aire-suelo-agua

UNIDAD 2
Corrosión Atmosférica
Objetivos particulares
Estudiar los efectos de la agresividad de la atmósfera y la influencia del clima sobre la corrosividad de los metales.

Temas
2.1 Composición química de la atmósfera 2.2 Factores atmosféricos agresivos y su normativa 2.3 Mapas de corrosividad atmosférica

UNIDAD 3
Corrosión en Suelos
Objetivos particulares
Estudiar la agresividad del suelo y la influencia de los parámetros contaminantes sobre la corrosividad de las estructuras enterradas.
Temas
3.1 Características del suelo 3.2 Resistividad y corrosividad 3.3 Factores de agresividad en suelos

UNIDAD 4
Corrosión Acuosa
Objetivos particulares
Estudiar el efecto de los medios acuosos sobre la corrosividad de las estructuras inmersas o en equipos de proceso en contacto con aguas contaminadas, etc.
Temas
4.1 Características de los medios acuosos 4.2 Agua dulce, agua de mar y agua residual 4.3 Factores de agresividad de los medios acuosos

UNIDAD 5
Corrosión in Vivo
Objetivos particulares
Estudiar los factores de agresividad de los medios in-vivo sobre los materiales metálicos en implantes y la influencia de los microorganismos en la corrosividad.
Temas
5.1 Características electrolíticas de los organismos vivos 5.2 Materiales metálicos y su uso en implantes 5.3 Factores de agresividad 5.4 Corrosión microbiológica

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales. • Lecturas extramuros del estudiante. • Los estudiantes desarrollarán un programa de Tareas relacionadas con las temáticas del curso. • Se desarrollará un programa de prácticas de laboratorio para que el estudiante corrobore lo explicado en clase.

- Cada estudiante desarrollará un proyecto experimental que expondrá en forma oral y entregará un informe de resultados al final del curso y que cumpla con el formato del proyecto Aula.

EQUIPO NECESARIO

1. Como mínimo se requieren 3 potenciostatos digitales y 2 analógicos para que cada estudiante pueda realizar su programa de prácticas y proyecto experimental de clase.
2. Cada potenciostato deberá contar con una PC portátil actualizada.
3. Deberá haber multímetros digitales por cada estudiante que tome el curso.
4. Proyector para la exposición en clase.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shifler, D. A. (Ed.). (2022). LaQue's Handbook of Marine Corrosion. John Wiley & Sons.
2. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering (Third Edition). McGraw-Hill Education.
3. Leygraf, C., Wallinder, I. O., Tidblad, J., & Graedel, T. (2016). Atmospheric corrosion. John Wiley & Sons.
4. Alcántara, J., de la Fuente, D., Chico, B., Simancas, J., Díaz, I., & Morcillo, M. (2017). Marine atmospheric corrosion of carbon steel: A review. Materials, 10(4), 406.
5. Song, Y., Jiang, G., Chen, Y., Zhao, P., & Tian, Y. (2017). Effects of chloride ions on corrosion of ductile iron and carbon steel in soil environments. Scientific reports, 7(1), 6865.
6. Ulum, M. F., Caesarendra, W., Alavi, R., & Hermawan, H. (2019). In-vivo corrosion characterization and assessment of absorbable metal implants. Coatings, 9(5), 282.
7. Brenner, A., Persson, K. M., Russell, L., Rosborg, I., Russell, L., Persson, K. M., ... & Rosborg, I. (2020). Technical and mineral level effects of water treatment, corrosion control. In Drinking Water Minerals and Mineral Balance: Importance, Health Significance, Safety Precautions (pp. 127-148). Cham: Springer International Publishing.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:01 marzo 2023)

<https://fcc.osu.edu/>
<http://www.nace.org/home.aspx>
<http://www.corrosionsource.com>
<https://archive.is/aluminium.matter.org.uk>
<http://www.intercorr.com>
<http://www.corrosion-doctors.org/>
<https://www.elsevier.com/>
<http://www.springer.com/la/>

Otros Materiales de Consulta:
Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales resueltos	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Tareas	10%
Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Prácticas	15%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	25%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>El estudiante de maestría necesita conocer el comportamiento de los materiales metálicos de refuerzo utilizados en el Concreto u Hormigón. Los materiales de refuerzo al estar embebidos en el concreto reaccionan con las especies que permean la porosidad del concreto desarrollando productos de corrosión que fracturan la matriz de concreto y debilitando las propiedades mecánicas estructurales del binomio cemento- acero de refuerzo. Para entender los fenómenos de corrosión en los materiales de construcción tanto en la degradación química de la matriz de concreto como de los procesos de corrosión en el metal de refuerzo, deberá realizar actividades de investigación tendientes a generar y aplicar la normativa y el conocimiento adquirido. Ante tal situación, este curso se ha estructurado de tal forma, que en la primera mitad, el estudiante revise todo el contenido teórico existente para entender los fenómenos de corrosión que se generan cuando las estructuras de concreto armado entran en contacto con su medio ambiente, alcanzando los objetivos de estudio con el desarrollo de un proyecto de investigación de un caso práctico que involucre la interacción de las estructuras de concreto armado con su medio ambiente y el o los mecanismos de corrosión que allí se desarrollan.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la ingeniería de corrosión, prevención y control, con el proceso metodológico de la investigación, a fin de que adquiera los conocimientos teóricos que le permitan elaborar y formular un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales en la industria de la construcción.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Introducción al concreto y procesos de transporte en concreto
Objetivos particulares
Conocerá las características generales del cemento y la formación del concreto.
Temas
1.1 Cemento Portland y reacciones de hidratación

- 1.2 Porosidad y procesos de transporte
- 1.3 Cementos comunes, otros tipos de cementos y sus mezclas
- 1.4 Composición de una solución poro y el contenido de agua
- 1.5 Difusión, succión capilar, permeabilidad, migración y mecanismos.

UNIDAD 2
Degradación del concreto: Aspectos generales
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Identificará los mecanismos de degradación más comunes del concreto. • Estudiará la corrosión como el principal mecanismo de degradación del acero de refuerzo embebido en concreto.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Congelación, ataque por deshielo, por ácidos y agua pura 2.2 Ataque por sulfatos y agua de mar 2.3 Iniciación y propagación de la corrosión 2.4 Velocidad de corrosión y consecuencias 2.5 Comportamiento de otros materiales
UNIDAD 3
Corrosión inducida por carbonatación y cloruros
Objetivos particulares
Conocerá los mecanismos de ataque en presencia de carbonatación y cloruros de estructuras de concreto con refuerzo metálico.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Carbonatación del Concreto 3.2 Efecto de los iones cloruros: Corrosión por picadura, iniciación de la corrosión y velocidad de corrosión. 3.3 Aspectos electroquímicos 3.4 Mecanismo electroquímico de la corrosión. 3.5 Concreto no carbonatado sin cloruros. 3.6 Concreto carbonatado. 3.7 Concreto con cloruros. 3.8 Estructuras bajo condiciones de polarización anódica y catódica.
UNIDAD 4
Diseño y durabilidad: Tecnología del concreto para la prevención de la corrosión
Objetivos particulares
Identificará y aplicará las diferentes técnicas de protección contra la corrosión en estructuras de concreto.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Factores que afectan la durabilidad. 4.2. Inhibidores de corrosión. 4.3. Sistemas de protección superficial

- 4.4. Refuerzo resistente a la corrosión
- 4.5. Inspección y condiciones de evaluación.
- 4.6. Monitoreo
- 4.7. Principios y métodos de reparación – Reparación convencional
- 4.8. Técnicas electroquímicas de reparación

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

De Aprendizaje:

- Búsqueda y consulta de fuentes de información.
- Lectura, síntesis e interpretación.
- Análisis y discusión de casos.
- Discusiones grupales en torno a los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas.
- Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento.
- Visualización de escenarios futuros

De Enseñanza:

- Diálogos simultáneos.
- Dirección de prácticas en laboratorio y actividades de campo.
- Tareas para estudio independiente.
- Exposición con apoyo tecnológico.
- Lectura comentada de artículos científicos.
- Estudio de casos.
- Discusión dirigida.
- Plenaria.
- Resúmenes.
- Exposición de medios didácticos.
- Tutorías y asesorías.

EQUIPO NECESARIO

Proyector, computadora, videos, libros, presentaciones digitales, pintarrón, plumones, borrador, diferentes equipos como potenciómetro, equipos de medición, etc.; para evaluar materiales metálicos y embebidos en estructuras de concreto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cherry, B., & Green, W. (2021). Corrosion and protection of reinforced concrete. CRC Press.
2. François, R., Laurens, S., & Deby, F. (2018). Corrosion and its consequences for reinforced concrete structures. Elsevier.
3. Gjorv, O. E. (2014). Durability design of concrete structures in severe environments. CRC Press.
4. Raupach, M., Elsener, B., Polder, R., & Mietz, J. (Eds.). (2014). Corrosion of Reinforcement in Concrete: Monitoring, Prevention and Rehabilitation Techniques (Vol. 38). Woodhead Publishing.

5. Broomfield, J. P. (2023). Corrosion of steel in concrete: understanding, investigation and repair. Crc Press.
6. Bertolini, L., Elsener, B., Pedferri, P., Redaelli, E., & Polder, R. B. (2013). Corrosion of steel in concrete: prevention, diagnosis, repair. John Wiley & Sons.
7. Myrdal, R. (2014). The electrochemistry and characteristics of embeddable reference electrodes for concrete. Woodhead Publishing.
8. Angst, U. M. (2018). Challenges and opportunities in corrosion of steel in concrete. Materials and Structures, 51, 1-20.
9. El-Reedy, M. A. (2017). Steel-reinforced concrete structures: Assessment and repair of corrosion. CRC press.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso: 09 febrero 2023)

<https://www.corrosionpedia.com/definition/1320/concrete-corrosion>

<https://www.cement.org/>

<https://civilplanets.com/corrosion-in-concrete/>

<http://www.corrosionengineering.co.uk>

Otros Materiales de Consulta:
 Artículos indexados en scopus, JCR, reportes técnicos, normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales resueltos	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Tareas	20%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	40%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	20%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CORROSIÓN EN LA INDUSTRIA PETROLERA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Siendo la industria petrolera la más importante en México, esta experiencia educativa adquiere gran importancia, ya que el estudiante podrá adquirir los conocimientos básicos de los principales procesos de corrosión que se presentan en la industria petrolera nacional. Además, el estudiante adquirirá las herramientas necesarias para evaluar e identificar estos diferentes procesos.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la Ingeniería, con aspectos relevantes para comprender los diferentes procesos de degradación de metal en un ambiente generado en la industria petrolera.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Corrosión en ambientes con CO ₂ disuelto
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos para identificar un proceso de corrosión en un ambiente con CO ₂ disuelto
Temas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos generales de la corrosión en la industria petrolera <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Conceptos 1.2 Tipos 2. Corrosión en ambientes dulces (CO₂) <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Química del CO₂ en agua. 2.2 Corrosión de metales ferrosos y no ferrosos en ambientes con CO₂ y flujo 2.3 Productos de corrosión de metales en ambientes con CO₂ 2.4 Mecanismo de Corrosión de metales en ambientes con CO₂ 2.5 Influencia de la temperatura y pH en la corrosión en ambientes con CO₂ 2.6 Corrosión en sistemas CO₂/H₂S

UNIDAD 2
Corrosión en ambientes con H ₂ S disuelto
Objetivos particulares

Adquirir los conocimientos para identificar un proceso de corrosión en un ambiente con CO₂ disuelto

Temas

- 2.1 Química del CO₂ en agua.
- 2.2 Corrosión de metales ferrosos y no ferrosos en ambientes con H₂S y flujo
- 2.3 Productos de corrosión de metales en ambientes con H₂S
- 2.4 Mecanismo de Corrosión de metales en ambientes con H₂S
- 2.5 Influencia de la temperatura y pH en la corrosión en ambientes con H₂S
- 2.6 Corrosión en sistemas CO₂/H₂S

UNIDAD 3

Corrosión Agrietamiento bajo esfuerzos

Objetivos particulares

Adquirir los conocimientos para identificar un proceso de corrosión bajo esfuerzo

Temas

- 3.1 Mecanismo de la corrosión bajo esfuerzos
- 3.2 Agrietamiento por sulfuros en condiciones de esfuerzo
- 3.3 Agrietamiento inducido por hidrógeno en condiciones de esfuerzo
- 3.4 Efecto de la temperatura, pH corrosión bajo esfuerzos
- 3.5 Nucleación y desarrollo de grietas en la corrosión bajo esfuerzos
- 3.6 Corrosión agrietamiento en condiciones de esfuerzo

UNIDAD 4

Corrosión Microbiológica

Objetivos particulares

Desarrollar los conocimientos necesarios para identificar un proceso de corrosión microbiológica

Temas

- 4.1 Corrosión microbiológica en la industria petrolera
- 4.2 Tipos de Microorganismos que tienen influencia en la corrosión metálica
- 4.3 Mecanismo de la corrosión microbiológica
- 4.4 Corrosión microbiológica en metales ferrosos
- 4.5 Corrosión microbiológica en metales no ferrosos
- 4.6 Corrosión Micro-Microbiológica

UNIDAD 5

Corrosión metálica en ambientes con flujo

Objetivos particulares

Adquirir los conocimientos para identificar un proceso de corrosión en ambientes con flujo

Temas

- 5.1 Estudio de la corrosión en ambientes con flujo en la industria petrolera
- 5.2 Electrodo Cilíndrico Rotatorio
- 5.3 Tipos de equipos utilizados para estudiar la corrosión en ambientes con flujo

5.4 Corrosión en ambientes con flujo y H₂S.

5.5 Aplicación de técnicas electroquímicas en el proceso de corrosión de metales en ambientes con flujo

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas)

Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales)

Análisis de diferentes materiales metálicos para determinar la morfología corrosiva

Tareas para estudio individual en clase y extra clase.

Consulta de diferentes artículos especializados

Exposiciones de los estudiantes (investigaciones documentales)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bard, A. J., Faulkner, L. R., & White, H. S. (2022). *Electrochemical methods: fundamentals and applications* (Third Edition). John Wiley & Sons.
2. Okyere, M. S. (2019). *Corrosion Protection for the Oil and Gas Industry: Pipelines, Subsea Equipment, and Structures*. CRC Press.
3. Roberge, P. R. (2019). *Handbook of corrosion engineering* (Third Edition). McGraw-Hill Education.
4. El-Sherik, A. M. (Ed.). (2017). *Trends in oil and gas corrosion research and technologies: Production and transmission*. Woodhead Publishing.
5. Javaherdashti, R., Nwaoha, C., & Tan, H. (Eds.). (2016). *Corrosion and materials in the oil and gas industries*. CRC Press.
6. Bai, P., Zhao, H., Zheng, S., & Chen, C. (2015). Initiation and developmental stages of steel corrosion in wet H₂S environments. *Corrosion Science*, 93, 109-119.
7. Ning, J., Zheng, Y., Young, D., Brown, B., & Nešić, S. (2014). Thermodynamic Study of Hydrogen Sulfide Corrosion of Mild Steel. *Corrosion*, 70(4), 375-389.
8. Galvan-Martinez, R., Orozco-Cruz, R., Mendoza-Flores, J., Contreras, A., & Genesca, J. (2011). Study of the mass transport on corrosion of low carbon steel immersed in sour solution under turbulent flow conditions. *Hydrodynamics-Optimizing Methods and Tools*, 140-158.
9. Groysman, A. (2017). *Corrosion problems and solutions in oil refining and petrochemical industry* (Vol. 61). Gewerbestrasse, Switzerland: Springer International Publishing.
10. Saji, V. S., & Umoren, S. A. (Eds.). (2020). *Corrosion inhibitors in the oil and gas industry*. John Wiley & Sons.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<http://depa.fquim.unam.mx/labcorr/>
<https://fcc.osu.edu/>
<http://www.nace.org/home.aspx>
<http://www.corrosionsource.com>
<https://archive.is/aluminium.matter.org.uk>
<http://www.intercorr.com>
<http://www.corrosion-doctors.org/>
<https://www.elsevier.com/>
<http://www.springer.com/la/>
<https://www.ieee.org/index.html>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Corrosión, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN**SUMATIVA**

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	10%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CORROSIÓN LOCALIZADA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>La corrosión, se genera por diferentes mecanismos, influenciados por el medio, esfuerzos mecánicos, condiciones de flujo y tipo de material y el daño asociado se presenta de diferentes formas, ya sea con pérdida de material de manera uniforme, o bien con daño localizado, como picaduras y/o agrietamiento. Las características fundamentales de cada forma de corrosión se describirán y diferenciarán de acuerdo con parámetros termodinámicos y cinéticos y a los principales parámetros de influencia</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>El estudiante debe adquirir el conocimiento básico para diferenciar las diferentes formas de corrosión, debe aprender cómo se genera y como se presenta en diferentes sistemas metálicos y bajo diferentes condiciones de operación</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Fundamentos
Objetivos particulares
<p>Que el estudiante distinga entre corrosión localizada y corrosión uniforme Asimismo, que comprenda el principio teórico y práctico de métodos de medición novedosos para la cuantificación de corrientes locales</p>
Temas
<p>1.1 Características de la Corrosión Localizada (físicas, termodinámicas y cinéticas) 1.2 Influencia del electrolito 1.3 Técnicas de Laboratorio para medir la Corrosión Localizada 1.4 Técnicas electroquímicas locales, SECM, LEIS, SVET</p>

UNIDAD 2
Tipos de Corrosión Localizada
Objetivos particulares

Que el estudiante aprenda a diferenciar los tipos de corrosión localizada a partir de características físicas y el mecanismo que lo controla para que pueda contrarrestarlo.

Temas

2.1 Picadura
2.2 Galvánica
2.3 Hendidura
2.4 Corrosión asistida por esfuerzo (SCC) y corrosión fatiga.
2.5 Intergranular / Transgranular
2.6 Daños por Hidrogeno
2.7 Dezincificación y desgrafitización
2.8 Corrosión erosión
2.9 Asistida por Flujo (FAC)

UNIDAD 3

Mecanismos

Objetivos particulares

Que el estudiante relacione una determinación experimental con una determinación teórica con la finalidad de dar validez y explicación al experimento.

Temas

3.1 Mecanismo Volmer – Tafel
3.2 Mecanismo Volmer - Heyrovski

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposición del Profesor y participación de los estudiantes,
Presentación, análisis y discusión de temas
Desarrollo de habilidades cognitivas.

EQUIPO NECESARIO

Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering (Third Edition). McGraw-Hill Education.
2. Tan, M. Y., & Revie, R. W. (2012). Heterogeneous electrode processes and localized corrosion. John Wiley & Sons.
3. Talbot, D. E., & Talbot, J. D. (2018). Corrosion science and technology. CRC press.
4. Chandler, K. A. (2014). Marine and offshore corrosion: marine engineering series. Elsevier.
5. Alamri, A. H. (2020). Localized corrosion and mitigation approach of steel materials used in oil and gas pipelines—An overview. Engineering Failure Analysis, 116, 104735.

6. Craig, B. D. (2013). Fundamental aspects of corrosion films in corrosion science. Springer Science & Business Media.
7. Sridhar, N. (2017). Local corrosion chemistry—a review. Corrosion, 73(1), 18-30.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (03 Febrero 2023)

<https://core.ac.uk/download/pdf/297711129.pdf>
<https://www.corrosionpedia.com/definition/741/Localized-corrosion>
<https://www.corrosion-doctors.org/Localized/Introduction.htm>
<http://depa.fquim.unam.mx/labcorr/>
<https://fcc.osu.edu/>
<http://www.nace.org/home.aspx>
<http://www.corrosionsource.com>
<https://archive.is/aluminium.matter.org.uk>
<http://www.intercorr.com>
<http://www.corrosion-doctors.org/>
<https://www.elsevier.com/>
<http://www.springer.com/la/>
<https://www.ieee.org/index.html>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase.	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
INSTRUMENTACIÓN ELECTROQUÍMICA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Es importante que el estudiante en corrosión conozca y aplique las bases de la instrumentación para resolver la problemática de corrosión y electroquímica que se presenta tanto en la infraestructura para los procesos industriales como en la exposición en los medios naturales, así también para la investigación electroquímica a nivel laboratorio.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar los conocimientos necesarios para que el estudiante comprenda la importancia de la instrumentación en el área de corrosión, así como la libertad de crear y proponer nueva instrumentación y/o metodologías de medición.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Circuitos Eléctricos
Objetivos particulares
El estudiante será capaz tanto de reconocer los elementos circuitales tanto pasivos como activos, así como su modelo matemático correspondiente, así como sus fundamentos de operación.
Temas
1.1 Componentes y circuitos eléctricos 1.2 Leyes de Voltaje y Corriente 1.3 Análisis de Mallas y Nodos 1.4 Técnicas de Análisis Circuitales 1.5 Capacitores e Inductores 1.6 Circuitos RL y RC 1.7 Redes de Dos Puertos 1.8 Amplificador Operacional

UNIDAD 2
Medición de Señales Electroquímicas Pequeñas
Objetivos particulares

Se presenta los fundamentos de los parámetros electroquímicos involucrados en el proceso de generación de señales útiles para el control de las señales generadas

Temas

- 2.1 Iones, electrolitos y la cuantización de la carga eléctrica
- 2.2 Transición de la conductividad eléctrica a la iónica en una celda electroquímica
- 2.3 Celdas Galvánicas y de Electrólisis
- 2.4 Leyes de Faraday
- 2.5 Conductancia electrolítica
- 2.6 Medición de la Conductancia Electrolítica
- 2.7 Conductividad

UNIDAD 3

Sensores Electroquímicos

Objetivos particulares

Se presentan los fundamentos de operación, especificaciones y limitaciones de diversos sensores electroquímicos

Temas

- 3.1 Definición de sensor
- 3.2 Transductores
- 3.3 Ecuación de Nernst
- 3.4 Celdas y Electroodos
- 3.5 Electroodos selectivos de Iones
- 3.6 Sensores de Gas
- 3.7 Sensores Amperométricos
- 3.8 Sensores Conductométricos
- 3.9 Sensores de Efecto de Campo (CHEMFETs)

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Desarrollo del proceso de aprendizaje en forma grupal, validando la acumulación de experiencias individuales y colectivas, así como los diferentes puntos de vista ante determinados planteamientos, favorecer un aprendizaje progresivo, partiendo de lo que se domina hasta alcanzar las competencias definidas en los objetivos. Explicación del profesorado: se plantea un caso o problema y se exploran las reacciones suscitadas, resolución de problemas, casos de estudios.

EQUIPO NECESARIO

Pintarrón, protoboard, osciloscopio, multímetro, fuente de poder, componentes eléctricos, electrónicos y sensores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bard, A. J., Faulkner, L. R., & White, H. S. (2022). Electrochemical methods: fundamentals and applications (Third Edition). John Wiley & Sons.

2. Ren, F., & Pearton, S. J. (Eds.). (2016). Semiconductor-Based Sensors. World Scientific.
3. Moretto, L. M., & Kalcher, K. (Eds.). (2014). Environmental analysis by electrochemical sensors and biosensors (Vol. 1). New York: Springer.
4. Khoshnoud, F., de Silva, C. W., & Esat, I. (2016). Bio-MEMS Sensors and Actuators.
5. Pei, Z., Zhang, D., Zhi, Y., Yang, T., Jin, L., Fu, D., ... & Li, X. (2020). Towards understanding and prediction of atmospheric corrosion of an Fe/Cu corrosion sensor via machine learning. Corrosion science, 170, 108697.

Ogle, K. (2019). Atomic emission spectroelectrochemistry: real-time rate measurements of dissolution, corrosion, and passivation. Corrosion, 75(12), 1398-1419.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:31 de enero 2023)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2883720/>
<http://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/electrochemical-type.html>
http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/application_note/b7/3a/2b/63/6c/10/46/27/DM00093722.pdf/files/DM00093722.pdf/jcr:content/translations/en.DM00093722.pdf
http://www.electronics-tutorials.ws/opamp/opamp_1.html
<http://www.ti.com/lscds/ti/amplifiers/op-amps/op-amps-overview.page>
<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/video-lectures/lecture-20/>

Otros Materiales de Consulta:
 Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Habilidad en el razonamiento de problemas matemáticos.	Lista de cotejo	Problemas resueltos	20%
Competencias y habilidades en la revisión bibliográfica Redacción.	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Investigación individual.	10%
Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Practicar	15%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	25%

Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La Integridad Estructural está basada en una filosofía que pretende la operación segura y la disponibilidad máxima de la operación de todo tipo de planta industrial. Conceptos de Mecánica de Fractura, Análisis de riesgos, programas de Mantenimiento y normativa regulatoria, son algunos de los parámetros que se deben contemplar para la evaluación adecuada de Integridad y Vida Remanente de los componentes de la planta.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Se pretende que el estudiante adquiera conocimiento de la normativa que rige la integridad estructural de sistemas, estructuras y componentes de plantas de proceso, así como la metodología de evaluación relacionada con mecánica de fractura, análisis de riesgo y análisis causa - efecto asociados.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Requerimientos Básicos
Objetivos particulares
Proporcionar los elementos básicos en el área de integridad estructural desde un punto de vista teórico y en el área de corrosión electroquímica.
Temas
1.1 Código y estándares 1.1.1 Materiales. 1.1.2 Consideraciones de diseño 1.1.3 Condiciones de operación 1.2 Bases de Diseño 1.2.1 Niveles permisibles de esfuerzo. 1.2.2 Selección de materiales y propiedades 1.2.3 Inspección 1.2.4 Bases para seguridad de operación 1.2.5 Diseño basado en criterios de fatiga

UNIDAD 2

Mecánica de fractura
Objetivos particulares
Relacionar los aspectos mecánicos con la parte de degradación metálica de los materiales
Temas
2.1 Los defectos como concentradores de esfuerzos 2.1.1 Sección neta de colapso. 2.1.2 Campo de esfuerzos en la punta de grietas 2.1.3 Intensidad de esfuerzos 2.1.4 Resistencia a la fractura 2.1.5 Esfuerzo planar contra deformación planar 2.1.6 Resistencia residual 2.2 Física de la fractura y crecimientos de grietas. 2.2.1 Crecimiento de grietas por fatiga. 2.2.2 Velocidad de crecimiento de grietas. 2.2.3 Predicción de crecimiento de grietas

UNIDAD 3
Propiedades de los Materiales
Objetivos particulares
Analizar los parámetros que favorecen la corrosión y su incidencia en el tipo de degradación.
Temas
3.1 Factores de geometría. 3.2 Derivación de factores de geometría. 3.3 Análisis de elementos finitos. 3.4 Cargas Estructurales. 3.5 Esfuerzos acumulados y su uso en el análisis de integridad. 3.6 Medidas de control de fractura 3.7 Inspección y pruebas. 3.8 El criterio de energía. 3.9 Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo. 3.10 Modos de carga mixtos. 3.11 Fractura plástica. 3.12 Análisis de estabilidad. 3.13 Reparaciones temporales y permanentes.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

El profesor transferirá los conceptos básicos del tema de forma presencial y los estudiantes deberán profundizar el conocimiento por medio de trabajos escritos, resolución de casos y presentaciones orales durante el semestre escolar.

EQUIPO NECESARIO

Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lesiuk, G., Szata, M., Blazejewski, W., de Jesus, A. M., & Correia, J. A. (Eds.). (2022). Structural Integrity and Fatigue Failure Analysis: Experimental, Theoretical and Numerical Approaches (Vol. 25). Springer Nature.
 2. Hertzberg, R. W., Vinci, R. P., & Hertzberg, J. L. (2020). Deformation and fracture mechanics of engineering materials. John Wiley & Sons.
 3. Saxena, A. (2019). Advanced fracture mechanics and structural integrity. CRC Press.
 4. Broek, D. (2012). Elementary engineering fracture mechanics. Springer Science & Business Media.
 5. Bai, Y., & Bai, Q. (2014). Subsea pipeline integrity and risk management. Gulf Professional Publishing.
- Liebowitz, H. (Ed.). (2018). Fracture of metals: an advanced treatise. Elsevier.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/structural-integrity>
<https://www.open.edu/openlearn/mod/oucontent/view.php?id=3459&printable=1>
<https://vidyatec.com/blog/understand-what-structural-integrity-and-how-it-can-be-avoided/>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase .	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	60%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
MATEMÁTICAS AVANZADAS

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Las matemáticas deben de ser visualizadas como herramientas de trabajo que todo ingeniero debe de dominar para avanzar en el análisis de fenómenos provenientes de distintos fenómenos de la naturaleza. En el caso de la corrosión, un curso formal basado en Transformadas, Integrales y Ecuaciones Diferenciales permitirá al estudiante establecer tanto modelos físicos, así como su resolución, favoreciendo el entendimiento de los fenómenos electroquímicos presentes.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El objetivo del presente curso se enfoca en el análisis y modelado de redes eléctricas, así como de la aplicación de teoremas circuitales que permitan estudiar el comportamiento de interfases solido-líquido y solido-solido bajo diversos ambientes electroquímicos con la intención de estudiar su comportamiento en el tiempo y frecuencia además de analiza su estabilidad. Por otra parte, la EE ayudara al estudiante a comprender el fundamento teórico de técnicas electroquímicas como Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIE) y Ruido Electroquímico (RE) que involucra la aplicación de transformadas y un análisis en el dominio de la frecuencia.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Transformada de Laplace
Objetivos particulares
Aplicar la transformada de Laplace como herramienta para analizar, simplificar y modelar redes eléctricas tanto pasivas como activas.
Temas
1.1 Definición de la transformada de Laplace 1.2 Transformada Inversa de Laplace 1.3 Primer Teorema de Traslación 1.4 Segundo Teorema de Traslación 1.5 Transformada de Derivadas 1.6 Derivada de una Transformada 1.7 Transformada de una Integral 1.8 Transformada de una función periódica

- 1.9 Sistema de Ecuaciones Diferenciales
- 1.10 Elementos eléctricos pasivos
- 1.11 Modelado de elemento eléctricos
- 1.12 Teoremas Fundamentales de circuitos eléctricos
- 1.13 Análisis y reducción de redes eléctricas en el plano complejo
- 1.14 Impedancia eléctrica
- 1.15 Criterios de Estabilidad

UNIDAD 2

Series de Fourier

Objetivos particulares

Establecer los fundamentos de las series de Fourier en sus distintas representaciones y establecer aplicaciones respecto al análisis de las redes eléctricas.

Temas

- 2.1 Propiedades Generales
- 2.2 Función Trigonométrica
- 2.3 Función Exponencial
- 2.4 Representación Compleja
- 2.5 Aplicación de las Series de Fourier a las redes eléctricas
- 2.6 Fenómeno de Gibbs

UNIDAD 3

Transformada de Fourier

Objetivos particulares

Establecer los fundamentos de la transformada de Fourier tanto en su naturaleza continua como discreta y establecer aplicaciones respecto al análisis de las redes eléctricas.

Temas

- 2.1 Introducción
- 2.2 Derivación de la Transformada de Fourier
- 2.3 Propiedades Básicas de la Transformada de Fourier
- 2.5 Aplicaciones a los circuitos eléctricos
- 2.4 Procesamiento de Señales

UNIDAD 4

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Objetivos particulares

Establecer los fundamentos de las ecuaciones diferenciales ordinarias y primer y orden superior que permita el modelado de redes eléctricas en el plano temporal

Temas

- 4.1 Fundamentos
- 4.2 Separación de variables
- 4.3 Ecuaciones Lineales
- 4.4 Ecuaciones Exactas
- 4.5 Modelos Lineales
- 4.6 Modelos No lineales
- 4.7 Modelado de sistema de ecuaciones de primer orden
- 4.8 Ecuaciones Lineales Homogéneas con Coeficientes Constantes
- 4.9 Coeficientes Indeterminados
- 4.10 Variación de Parámetros
- 4.10 Modelado de Redes Eléctricas

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Desarrollo del proceso de aprendizaje en forma grupal, validando la acumulación de experiencias individuales y colectivas, así como los diferentes puntos de vista ante determinados planteamientos, favorecer un aprendizaje progresivo, partiendo de lo que se domina hasta alcanzar las competencias definidas en los objetivos. Explicación del profesorado: se plantea un caso o problema y se exploran las reacciones suscitadas, resolución de problemas, casos de estudios. Uso de software para la resolución de ecuaciones diferenciales como MATLAB o Wolfram Mathematica

EQUIPO NECESARIO

Pintarrón, protoboard, osciloscopio, multímetro, fuente de poder, componentes eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boyce, W. E., DiPrima, R. C., & Meade, D. B. (2021). Elementary differential equations and boundary value problems. John Wiley & Sons.
2. Logan, J. D. (2013). Applied mathematics. John Wiley & Sons.
3. Zill, D. G. (2020). Advanced engineering mathematics. Jones & Bartlett Learning.
4. O'neil, P. V. (2017). Advanced engineering mathematics. Cengage learning.
5. Rice, R. G., Do, D. D., & Maneval, J. E. (2023). Applied mathematics and modeling for chemical engineers. John Wiley & Sons.
6. Pipes, L. A., & Harvill, L. R. (2014). Applied mathematics for engineers and physicists. Courier Corporation.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso: 31 de enero del 2023)

<https://ocw.mit.edu/index.htm>
http://www.ee.nthu.edu.tw/~sdyang/Courses/Circuits/Ch13_Std.pdf
<https://www.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-signals/ee-fourier-series/v/ee-fourier-series-intro>
<https://www.mathworks.com/help/curvefit/fourier.html?requestedDomain=se.mathworks.com>

<http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=3607&view=html>
<http://www.maplesoft.com/support/help/Maple/view.aspx?path=dsolve>
https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall08/cos323/precepts/ode_maple.html

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Habilidad en el razonamiento de problemas matemáticos.	Lista de cotejo	Problemas resueltos	20%
Competencias y habilidades en la revisión bibliográfica Redacción.	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas	Investigación individual.	10%
Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Practicar	15%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	25%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
METALURGIA PARA CORROSIONISTAS

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La comprensión del papel de la metalurgia en el proceso de corrosión permitirá una visión integral de la fenomenología y una formación multidisciplinaria en los estudiantes al fortalecer sus conocimientos.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Relacionar los conocimientos del área de metalurgia y ciencia de los materiales con el proceso de corrosión y su influencia en el tipo de degradación metálica, así como su disminución mediante tratamientos térmicos.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos generales de los materiales (características físicas, químicas y mecánicas)
Temas
1.1 Clasificación de los materiales 1.2 Principales aplicaciones 1.3 Tabla periódica de los elementos

UNIDAD 2
Estructura atómica
Objetivos particulares
Relacionar los conocimientos a nivel atómico con las propiedades anticorrosivas de los metales.
Temas
2.1 Estructura Atómica 2.2 Enlace atómico 2.3 Alotropía del carbono 2.4 Celdas unitarias y estructuras cristalinas 2.5 Imperfecciones en los arreglos atómicos

UNIDAD 3

Instrumentación en Metalurgia
Objetivos particulares
Conocer las herramientas de un metalurgista en el área de corrosión electroquímica
Temas
3.1 Principios de microscopía 3.2 Tipos de microscopios 3.3 Instrumentación en Altas Temperaturas

UNIDAD 4
Tratamientos térmicos
Objetivos particulares
Aplicar y conocer los principales tratamientos térmicos con la finalidad de modificar las propiedades mecánicas de los materiales metálicos y su influencia en las propiedades anticorrosivas de los metales.
Temas
1.3 Clasificación de aceros 1.4 Diagrama Fe-C 1.5 Normalizado, Revenido, Recocido, Templado 1.6 Clasificación de aceros inoxidables.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
Exposición del Profesor y participación de los estudiantes, Presentación, análisis y discusión de temas Desarrollo de habilidades cognitivas. Realización de prácticas de laboratorio que implique la aplicación de tratamientos térmicos y su efecto en la resistencia a la corrosión.

EQUIPO NECESARIO
Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección. Microscopio óptico, mufla y potencióstato/galvanostato

BIBLIOGRAFÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Heidersbach, R. (2018). Metallurgy and corrosion control in oil and gas production. John Wiley & Sons. 2. Lahiri, A. K. (2017). Applied Metallurgy and Corrosion Control. Indian Institute of Metals (ed.) Applied Metallurgy and Corrosion Control, 1738. 3. Mandal, S. K. (2015). Steel metallurgy: Properties, specifications, and applications. McGraw-Hill Education. 4. Askeland, D. R., & Wright, W. J. (2017). Ciencia e ingeniería de materiales . Cengage Learning. 5. Cottrell, A. (2019). An introduction to metallurgy. CRC Press.

6. Chen, X., Li, J., Cheng, X., Wang, H., & Huang, Z. (2018). Effect of heat treatment on microstructure, mechanical and corrosion properties of austenitic stainless steel 316L using arc additive manufacturing. *Materials Science and Engineering: A*, 715, 307-314.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:31 de enero 2023)

https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/40280/mod_resource/content/1/materia_comp/tema-6-comportamiento-mecanico-de-los-materiales-compuestos.pdf
<https://www.unifiedalloys.com/blog/stainless-grades-families>
<https://www.weldingandndt.com/types-of-steel-classification-of-steel/>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase	10%
Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Practicas	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	50%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
PROCESOS DE GALVANIZADO

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
Uno de los recubrimientos más empleado para combatir la corrosión y que no daña al medio ambiente es sin duda el galvanizado en caliente como en frío. Asimismo, es un proceso económico y sencillo de controlar que puede ser aplicado a diversas formas metálicas tanto pequeñas como grandes.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Se busca que el estudiante conozca los diferentes procesos de galvanizado, las etapas que conlleva, ventajas y desventajas, así como el proceso de corrosión de este.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Introducción a los Recubrimientos Metálicos
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos generales de los recubrimientos metálicos (características físicas, químicas y mecánicas).
Temas
1.1 Clasificación y tipos de recubrimientos metálicos 1.2 Principales aplicaciones 1.3 Características físicas químicas y mecánicas 1.4 Características y Ventajas del Zinc 1.5 Historia del Galvanizado 1.6 Definición de Galvanizado 1.7 Beneficios del Galvanizado 1.8 Principales aleaciones de Zinc 1.9 Pasivación de Zinc

UNIDAD 2
Galvanizado en caliente
Objetivos particulares
Conocer ampliamente el proceso de Galvanizado en caliente, teniendo en cuenta costos de producción, tiempo de elaboración, calidad, normativas ambientales y demanda en el mercado nacional.

Temas
2.1 Principales variables en el proceso de galvanizado en caliente
2.2 Normativa mexicana del proceso Galvanizado en Caliente
2.3 Ventajas y limitaciones del proceso industrial
2.4 Control de Calidad del Galvanizado en Caliente
2.5 Restauración del recubrimiento
2.6 Relación precio calidad en los procesos de Galvanizado en Caliente

UNIDAD 3
Galvanizado en frío
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos generales de los galvanizados en frío
Temas
3.1 Principales características físicas y químicas de un galvanizado en frío
3.2 Campo de Aplicación
3.3 Ventajas y Desventajas
3.4 Normativa ambiental
3.5 Métodos de aplicación
3.6 Principales usos

UNIDAD 4
Metalizado
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos generales del Metalizado
Temas
1.1 Características principales del Metalizado
1.2 Ventajas y desventajas
1.3 Variables que afectan la eficiencia del proceso
1.4 Normativa ambiental y Control de Calidad en el proceso
1.5 Acabado del proceso

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales. • Visitas industriales a empresas • Trabajos prácticos de investigación

EQUIPO NECESARIO
Proyector para la exposición en clase

BIBLIOGRAFÍA
1. Kuklík, V., & Kudlacek, J. (2016). Hot dip galvanizing of steel structures. Butterworth-Heinemann.
2. Maaß, P., & Peißker, P. (Eds.). (2011). Handbook of hot-dip galvanization.

John Wiley & Sons.

3. Pokorný, P., Tej, P., & Kouřil, M. (2017). Evaluation of the impact of corrosion of hot-dip galvanized reinforcement on bond strength with concrete—a review. *Construction and Building Materials*, 132, 271-289.
4. Yu, Z., Hu, J., & Meng, H. (2020). A review of recent developments in coating systems for hot-dip galvanized steel. *Frontiers in Materials*, 7, 74.
5. Yeomans, S. R. (2016). Galvanized steel reinforcement. *Corrosion of steel in concrete structures*, 111-129.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www.nationalmaterial.com/galvanized-steel-types-uses-benefits/>

<https://galvanizeit.org/>

<https://gaa.com.au/galvanizing-process/>

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de escala numérica y rubricas	Tareas	20%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo	Participación en clase	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
SELECCIÓN DE MATERIALES

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La primera barrera de prevención de corrosión es la adecuada selección de los materiales de fabricación de los diversos componentes involucrados en procesos industriales. La selección adecuada no se basa exclusivamente en experiencias previas, ni en la extrapolación de datos de la literatura.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Conocerá y aplicará la metodología y el conocimiento básico que le permita seleccionar, con una base de diseño, el material más adecuado para un uso específico.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Aleaciones ferrosas
Objetivos particulares
Identificará las aleaciones ferrosas en general, así como se involucrará en la selección de aceros inoxidables contra la corrosión.
Temas
1.1 Aceros al carbono 1.2 Hierro fundido 1.3 Acero de baja aleación de alta resistencia 1.4 Aceros inoxidables y su selección

UNIDAD 2
Aleaciones y metales no ferrosos
Objetivos particulares
Clasificará e identificará los distintos tipos de aleaciones y metales no ferrosos.
Temas
2.1 Aluminio y sus aleaciones 2.2 Cobre y sus aleaciones 2.3 Plomo y sus aleaciones 2.4 Magnesio y sus aleaciones 2.5 Níquel y sus aleaciones

2.6 Metales y aleaciones especiales
2.7 Titanio y sus aleaciones
2.8 Zinc y sus aleaciones
UNIDAD 3
Selección de materiales
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Discutirá los aspectos técnicos económicos en la selección de un material para controlar o prevenir la corrosión. • Identificará distintos software para el monitoreo de la corrosión, análisis de diseño, así como bases de datos.
Temas
3.1 Aspectos técnico-económicos
3.2 Asistencia computarizada para la selección de materiales

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

De Aprendizaje:

- Búsqueda y consulta de fuentes de información.
- Lectura, síntesis e interpretación.
- Análisis y discusión de casos.
- Discusiones grupales en torno a los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas.
- Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento.
- Visualización de escenarios futuros

De Enseñanza:

- Diálogos simultáneos.
- Dirección de prácticas en laboratorio y actividades de campo.
- Tareas para estudio independiente.
- Exposición con apoyo tecnológico.
- Lectura comentada de artículos científicos.
- Estudio de casos.
- Discusión dirigida.
- Plenaria.
- Resúmenes.
- Exposición de medios didácticos.
- Tutorías y asesorías.

EQUIPO NECESARIO

Proyector, computadora, videos, libros, presentaciones digitales, pintarrón, plumones, borrador y software de diseño y selección de materiales para el control y la prevención de la corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hashmi, M. S. J. (2014). Comprehensive materials processing. Elsevier.
2. Hansen, D. A., & Puyear, R. B. (2017). Materials selection for hydrocarbon and chemical plants. Routledge.
3. Bahadori, A. (2014). Corrosion and materials selection: a guide for the chemical and petroleum industries. John Wiley & Sons.
4. Ashby, M. F., & Johnson, K. (2013). Materials and design: the art and science of material selection in product design. Butterworth-Heinemann.
5. Ashby, M. F., Shercliff, H., & Cebon, D. (2019). Materials: engineering, science, processing and design. Butterworth-Heinemann.
6. Kutz, M. (2002). Handbook of Materials Selection. John Wiley&Sons. Inc., Publication, United States of America.
7. Emovon, I., & Oghenenyero, O. S. (2020). Application of MCDM method in material selection for optimal design: A review. Results in Materials, 7, 100115.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www.corrosionpedia.com/definition/6939/material-selection>
http://rip.eng.hawaii.edu/wp-content/uploads/2018/11/materialSelection_20181024.pdf
https://www.one-eighty-degrees.com/materials_selection_analysis/

Otros Materiales de Consulta:
 Artículos indexados en scopus, JCR, reportes técnicos, normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	20%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	20%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
SOLDADURA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>La experiencia educativa soldadura permite al estudiante conocer los principales procesos de la tecnología de la soldadura, así como la soldabilidad que pueden tener algunos metales y aleaciones. Es importante mencionar, esta experiencia educativa proporcionará los conocimientos necesarios para relacionar los cambios metalúrgicos, que sufre un metal, producto de los ciclos térmicos de los procesos de soldadura con las propiedades mecánicas de dicho metal.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>El objetivo fundamental de esta experiencia educativa es tratar de conseguir que la enseñanza de la soldadura, sus técnicas afines, su problemática y su control de calidad adquieran los niveles adecuados para esta importante técnica de fabricación y mantenimiento de tan amplia implantación en nuestro entorno industrial.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Introducción a la Soldadura
Objetivos particulares
<p>Adquirir los conocimientos básicos relacionados con soldadura para identificar la soldabilidad en metales y sus procedimientos de acuerdo con el material empleado.</p>
Temas
<p>1 Introducción 1.1 Generalidades sobre la soldadura 1.1.1 Concepto de la unión 1.1.2 Concepto de soldadura 1.1.3 Metalurgia de la soldadura 1.2 Generalidades sobre los procedimientos de soldar 1.2.1 Procedimiento de soldadura autógena 1.2.2 Procedimiento de la soldadura eléctrica 1.2.3 Procedimiento de la soldadura por arco 1.2.4 Procedimiento de soldadura por resistencia eléctrica 1.3 Simbolización de la soldadura sumergido 1.4 Soldabilidad de metales</p>

- 1.4.1 Procedimientos para acero y el hierro colado
- 1.4.2 Procedimientos para metales no ferrosos

UNIDAD 2
La soldadura con gas
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos necesarios para identificar la soldadura por gas.
Temas
2 La soldadura con gas 2.1 La secuencia de la soldadura 2.2 Llamas soldantes 2.3 Llama oxiacetilénica 2.4 Equipo para soldadura con gas 2.4.1. Tipos de fundentes para soldadura por gas. 2.5 Características de las soldaduras oxiacetilénicas

UNIDAD 3
La soldadura eléctrica por arco
Objetivos particulares
Comprender y clasificar los métodos de soldadura por arco eléctrico.
Temas
3. La soldadura eléctrica por arco 3.1 Métodos de soldadura por arco 3.2 El arco eléctrico 3.3 Constitución de la soldadura 3.4 Tipo de electrodos 3.5 Clasificación de los electrodos 3.6 Funciones de los revestimientos 3.7 Clasificación de los revestimientos 3.8 Características y defectos de los electrodos revestidos 3.9 Soldadura por arco con gas inerte y electrodo de metal – MIG

UNIDAD 4
Soldadura eléctrica por resistencia
Objetivos particulares
Adquirir los conocimientos para usar la soldadura eléctrica por resistencia.
Temas
4. Soldadura eléctrica por resistencia 4.1 Generalidades 4.2 Soldadura por puntos 4.3 Soldadura por costura 4.3.1 Soldabilidad de los metales 4.3.2 Máquinas de soldar por los rodillos 4.3.3 Técnicas de la soldadura de costuras de rodillos

UNIDAD 5
Otros procesos de soldadura
Objetivos particulares
Clasificar y comparar otros procesos de Soldadura
Temas
5.1. Normalización. 5.2 Soldadura con termita 5.3 Soldadura por inducción 5.5 Soldadura por arco en hidrogeno atómico 5.6 Soldadura por haz de electrones 5.7 Soldadura por láser 5.8 Soldadura por ultrasonido 5.9 Soldadura por explosión 5.11 Soldadura por fricción.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas)
 Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales)
 Análisis de diferentes materiales metálicos para determinar la morfología corrosiva
 Tareas para estudio individual en clase y extra clase.
 Consulta de diferentes artículos especializados
 Exposiciones de los estudiantes (investigaciones documentales)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Phillips, D. H. (2023). Welding engineering: an introduction. John Wiley & Sons.
2. Singh, R. (2020). Applied welding engineering: processes, codes, and standards. Butterworth-Heinemann.
3. Lippold, J. C. (2014). Welding metallurgy and weldability. John Wiley & Sons.
4. Easterling, K. (2013). Introduction to the physical metallurgy of welding. Elsevier.
5. Katayama, S. (Ed.). (2013). Handbook of laser welding technologies. Elsevier.
6. Xu, S., Wang, H., Li, A., Wang, Y., & Su, L. (2016). Effects of corrosion on surface characterization and mechanical properties of butt-welded joints. Journal of Constructional Steel Research, 126, 50-62.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:20/01/2023)

<http://www.aws.org/>

<http://www.weldingtypes.net/>
<http://earlbeck.com/types-of-welding.html>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Corrosión, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	10%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	40%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	50%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
TÉCNICAS DE INSPECCIÓN I

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>El estudiante de maestría necesita conocer el comportamiento de los materiales metálicos y los métodos de inspección, para evaluar su desempeño en condiciones de uso, con la finalidad de detectar, prevenir y corregir la degradación de las propiedades anticorrosivas de los materiales metálicos para extender su vida útil. La aplicación de los métodos de Inspección en campo y el monitoreo de la corrosión en línea, detecta los fenómenos de corrosión en tuberías, en estructuras de concreto armado, en equipos de proceso y en tanques de almacenamiento, e incluso en condiciones submarinas con equipo robotizado. En Técnicas de Inspección I, se deberá realizar actividades de investigación tendientes a aplicar las metodologías de la inspección de sistemas de protección catódica, así como de los métodos de monitoreo de la corrosión en campo y el conocimiento adquirido en un proyecto sobre un programa de inspección y monitoreo.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la ingeniería de corrosión, prevención y control, con el proceso metodológico de la investigación, a fin de que adquiera los conocimientos teóricos que le permitan elaborar y formular un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales metálicos en campo, al aplicar los métodos de inspección y su normativa.</p> <p>El curso se ha estructurado de tal forma, que en la primera mitad, el estudiante revise todo el contenido teórico existente para la detección de los métodos de inspección y los fenómenos de corrosión que se generan cuando los materiales y equipos trabajan en condiciones críticas a temperatura y presión en campo, alcanzando los objetivos de estudio con el desarrollo de un proyecto de inspección de un caso práctico que involucre la evaluación de un sistema de protección catódica sobre alguna estructura metálica en condiciones de uso y el monitoreo y seguimiento de la velocidad de corrosión sobre un proceso en campo.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Monitoreo e inspección de la corrosión en campo
Objetivos particulares

Aprender las bases y usos de las técnicas de inspección de la corrosión
Temas
1.1 Revisión de los métodos electroquímicos para monitoreo de la VC.

UNIDAD 2
Inspección de sistemas de protección catódica
Objetivos particulares
Aprender las bases y usos de las técnicas de inspección en sistemas de protección catódica.
Temas
2.1 Potenciales tubo-suelo y potencial Redox 2.2 Inspección con la técnica gradientes de potencial (DCVG) 2.3 Inspección con la técnica seguimiento de potencial (CIPS) 2.4 Otros métodos de inspección

UNIDAD 3
Monitoreo de la Corrosión en línea
Objetivos particulares
Aplicación de las técnicas de monitoreo de la velocidad de corrosión en campo.
Temas
3.1 Cupones de pérdida de peso vs mediciones electroquímicas 3.2 Sondas electroquímicas para el monitoreo en línea 3.3 Equipos y sistemas para el monitoreo de la corrosión

UNIDAD 4
Normatividad
Objetivos particulares
Aprender y aplicar la normatividad de los métodos de inspección.
Temas
4.1 Normativa para el monitoreo e inspección de la corrosividad en campo. 4.2 Normatividad para la inspección de sistemas de protección catódica en campo.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales. • Lecturas extramuros del estudiante. • Se desarrollará un programa de prácticas de laboratorio para que el estudiante corrobore lo explicado en clase. • En la segunda mitad del curso cada estudiante desarrollará un proyecto experimental bajo la supervisión del profesor y/o instructor de campo sobre un problema de monitoreo e inspección de la corrosividad en campo y que expondrá en forma oral, además entregará un informe de resultados al final del curso y que cumpla con el formato del proyecto Aula.

EQUIPO NECESARIO

1. Materiales y reactivos para que cada estudiante pueda realizar su programa de prácticas de monitoreo e inspección y su proyecto experimental de clase.
2. Equipo de DCVG y de CIS y que deberá contar con un sistema interruptor de corriente geo-referenciado con GPS y adquisidor de datos.
3. Electrodo de referencia (Cu/CuSO₄ y Ag/AgCl) y Medidor de potenciales tubo/suelo on/off.
4. Libros, artículos y normas.
5. Proyector para la exposición en clase.

BIBLIOGRAFÍA

1. Papavinasam, S. (2021). Electrochemical polarization techniques for corrosion monitoring. In Techniques for corrosion monitoring. Woodhead Publishing.
2. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering (Third Edition). McGraw-Hill Education
3. Syngellakis, S. (Ed.). (2017). Corrosion: Material Performance and Cathodic Protection (Vol. 99). WIT Press.
4. Lahiri, A. K. (2017). Applied Metallurgy and Corrosion Control. Indian Institute of Metals (ed.) Applied Metallurgy and Corrosion Control, 1738.
5. Groysman, A. (2014). Corrosion in systems for storage and transportation of petroleum products and biofuels: identification, monitoring, and solutions. Springer Science & Business Media.
6. Khalili, P., & Cawley, P. (2018). The choice of ultrasonic inspection method for the detection of corrosion at inaccessible locations. NDT & E International, 99, 80-92.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://inspectioneering.com/tag/cathodic+protection>
https://www.usbr.gov/tsc/training/webinars-corrosion/2014-02_TestingCathodicProtectionSystems/2014-02_TestingCathodicProtectionSystems_slides_508.pdf
http://neiwppc.org/wp-content/uploads/2019/08/Cathodic-Protection_slides.pdf

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en scopus, JCR, reportes técnicos, normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales resueltos	20%

Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Prácticas	20%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rúbrica	Proyecto (Documento)	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
TÉCNICAS DE INSPECCIÓN II

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>El estudiante de maestría necesita conocer el comportamiento de los materiales metálicos y los métodos de inspección, para evaluar su desempeño en condiciones de uso, con la finalidad de detectar, prevenir y corregir la degradación de las propiedades anticorrosivas de los materiales metálicos para extender su vida útil. La aplicación de los métodos de Inspección en campo y la Inspección basada en riesgo (RBI) por sus siglas en inglés, detecta los fenómenos de corrosión en tuberías, en sistemas de pinturas y recubrimientos, en estructuras de concreto armado, en equipos de proceso y en tanques de almacenamiento, e incluso en condiciones submarinas con equipo robotizado. En Técnicas de Inspección II, se deberá realizar actividades de investigación tendientes a aplicar la metodología de la Inspección basada en riesgo y su normativa, así como de los métodos no destructivos y el conocimiento adquirido en un proyecto sobre un programa de inspección. Previo a esta EE optativa, el estudiante debió haber acreditado la EE optativa de Técnicas de Inspección I.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Familiarizar al estudiante graduado de las diferentes ramas de la ingeniería de corrosión, prevención y control, con el proceso metodológico de la investigación, a fin de que adquiera los conocimientos teóricos que le permitan elaborar y formular un proyecto de investigación en la búsqueda de soluciones a problemas de materiales metálicos en campo, al aplicar los métodos de inspección y su normativa.</p> <p>El curso se ha estructurado de tal forma, que en la primera mitad, el estudiante revise todo el contenido teórico existente para la detección de los métodos de inspección y los fenómenos de corrosión que se generan cuando los materiales y equipos trabajan en condiciones críticas a temperatura y presión en campo, alcanzando los objetivos de estudio con el desarrollo de un proyecto de inspección de un caso práctico que involucre la interacción de los métodos de inspección no destructivos con alguna estructura metálica en condiciones de uso y el o los mecanismos de corrosión que allí se desarrollan.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Introducción a los métodos de inspección

Objetivos particulares
Aprender las bases y usos de las técnicas de inspección
Temas

UNIDAD 2
Métodos no destructivos
Objetivos particulares
Aprender las bases y usos de las técnicas no-destructivas
Temas
2.1 Inspección visual, líquidos penetrantes y partículas magnéticas 2.2 Radiografía de rayos X y rayos gama 2.3 Corrientes de Eddy 2.4 Ultrasonido 2.5 Termografía

UNIDAD 3
Inspección de sistemas de pinturas y recubrimientos
Objetivos particulares
Aprender y aplicar las bases de las técnicas de inspección de recubrimientos
Temas
3.1 Propiedades de pinturas y recubrimientos 3.2 Tipos de pinturas y recubrimientos 3.3 Tipos de fallas en pinturas y recubrimientos 3.4 Herramientas y equipos de inspección

UNIDAD 4
Inspección basada en riesgo
Objetivos particulares
Aprender y aplicar las bases de la técnica de inspección basada en riesgos
Temas
4.1 Principios de análisis de riesgos 4.2 Programas de aseguramiento de integridad mecánica y vida residual 4.3 Programas de Mantenimiento 4.4 Normatividad

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales. • Lecturas extramuros del estudiante. • Se desarrollará un programa de prácticas de laboratorio para que el estudiante corrobore lo explicado en clase. • Cada estudiante desarrollará un proyecto experimental sobre un problema de inspección de materiales campo y que expondrá en forma oral, además

entregará un informe de resultados al final del curso y que cumpla con el formato del proyecto Aula.

EQUIPO NECESARIO

1. Materiales y reactivos para que cada estudiante pueda realizar su programa de prácticas y proyecto experimental de clase.
2. Equipo de rayos X y de ultrasonido y que deberá contar con una PC portátil actualizada.
3. Medidor de espesores y sistemas para la evaluación de recubrimientos.
4. Libros, artículo y normas.
5. Programa de software para la evaluación del riesgo en equipos y sistemas metálicos operando en condiciones críticas.
6. Proyector para la exposición en clase.

BIBLIOGRAFÍA

1. Singh, R. (2014). Corrosion control for offshore structures: cathodic protection and high-efficiency Coating. Gulf Professional Publishing.
2. Knudsen, O. Ø., & Forsgren, A. (2017). Corrosion control through organic coatings. CRC Press.
3. Li, Y., Yan, B., Li, W., Jing, H., Chen, Z., & Li, D. (2017). Pulse-modulation eddy current probes for imaging of external corrosion in nonmagnetic pipes. NDT & E International, 88, 51-58.
4. Raichev, R., Veleva, L., & Valdez, B. (2009). Corrosión de metales y degradación de materiales. Editorial UABC, 155-170
5. Roberge, P. R. (2019). Handbook of corrosion engineering. McGraw-Hill Education.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www.elcometer.com/es/inspeccion-revestimientos/inspeccion-revestimientos.html>
<https://www.icorr.org/coating-and-inspection-training/>
https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/GuideToProtective-CoatingsInspectionMaintenance2012_508.pdf

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en scopus, JCR, reportes técnicos, normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de dos pruebas objetivas	2 exámenes parciales resueltos	20%

Competencias Habilidades Capacidad de análisis	Aplicación de escala numérica	Practicas	20%
Aplicación del método científico Capacidad de análisis.	Proyecto integrador Rubrica	Proyecto (Documento)	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de pruebas objetiva	Examen Final	30%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
TÉCNICAS EXPERIMENTALES I

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>Se presentan los aspectos básicos de las técnicas experimentales más utilizadas para la caracterización superficial de materiales a nivel estructural, morfológico y topográfico. Con el conocimiento adquirido de cada una de las técnicas de caracterización que se verán en este curso, el estudiante tendrá la habilidad y capacidad de poder distinguir que información proporciona cada una de las técnicas, los requerimientos básicos de la preparación de los materiales antes de poder ser analizados y los alcances de poder complementar varias de ellas, para lograr un análisis completo del material en estudio.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Preparar al estudiante en las técnicas experimentales más relevantes de análisis de materiales que existen a nivel estructural, mecánico y tribológico, entregándole una visión teórica y práctica de cómo usar cada técnica para obtener la mayor información posible.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Introducción
Objetivos particulares
<p>Identificar las necesidades de análisis superficial sobre materiales. Plantear las distintas opciones de análisis superficial en materiales.</p>
Temas
1.1 Antecedentes

UNIDAD 2
Preparación de muestras
Objetivos particulares
<p>Identificar los distintos procedimientos bajo normativa nacional e internacional para la preparación de muestras en las distintas técnicas y equipos a utilizar.</p>
Temas
5.1 Introducción
5.2 Preparación de muestras
UNIDAD 3

Análisis estructural	
Objetivos particulares	
Analizar estructuralmente el material para identificar fases, estructuras y/o enlaces.	
Temas	
3.1 Difracción de Rayos X (XRD)	
3.2 Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)	
3.3 Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM)	
3.4 Microscopía de Fuerza Atómica (AFM)	
UNIDAD 4	
Análisis químico	
Objetivos particulares	
Evaluar elementos y composición química de fases o elementos contenidos en el material.	
Temas	
4.1.	Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS)
4.2.	Espectroscopía de Foto-electrones Emitidos (XPS)
4.3.	Espectrofotómetro de Descarga Luminiscente (GDS)
UNIDAD 5	
Análisis mecánico	
Objetivos particulares	
Evaluar el comportamiento de los materiales mediante ensayos de dureza en sus distintos grados.	
Temas	
5.1.	Microdureza Vickers
5.2.	Técnicas de nanoindentación
UNIDAD 6	
Tribología	
Objetivos particulares	
Estudiar y analizar el efecto del desgaste en los materiales, así como identificar las técnicas para evaluar el fenómeno.	
Temas	
6.1.	Introducción
6.2.	Pruebas para evaluar la resistencia al desgaste.
6.3.	Tribocorrosión

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

De Aprendizaje:

- Búsqueda y consulta de fuentes de información.
- Lectura, síntesis e interpretación.
- Análisis y discusión de casos.
- Discusiones grupales en torno a los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas.
- Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento.
- Visualización de escenarios futuros

De Enseñanza:

- Diálogos simultáneos.
- Dirección de prácticas en laboratorio.
- Tareas para estudio independiente.
- Exposición con apoyo tecnológico.
- Lectura comentada de artículos científicos.
- Estudio de casos.
- Discusión dirigida.
- Plenaria.
- Resúmenes.
- Exposición de medios didácticos.
- Tutorías y asesorías.

EQUIPO NECESARIO

Proyector, computadora, videos, libros, presentaciones digitales, pintarrón, plumones, borrador, diferentes equipos como XRD, SEM; Durómetro, tribómetro, equipos de medición, etc; para estudiar superficialmente materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Clarebrough, L. M. (2021). Electron microscopy of interfaces in metals and alloys. Routledge.
2. Hutchings, I., & Shipway, P. (2017). Tribology: friction and wear of engineering materials. Butterworth-heinemann.
3. Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W., Scott, J. H. J., & Joy, D. C. (2017). Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer.
4. Kittel, C. (2012). Introducción a la física del estado sólido. Reverté.
5. Zolotoyabko, E. (2014). Basic concepts of X-ray diffraction. John Wiley & Sons.
6. Taheri, M. L., Stach, E. A., Arslan, I., Crozier, P. A., Kabius, B. C., LaGrange, T., ... & Sharma, R. (2016). Current status and future directions for in situ transmission electron microscopy. Ultramicroscopy, 170, 86-95.
7. Goldstein, J. (Ed.). (2012). Practical scanning electron microscopy: electron and ion microprobe analysis. Springer Science & Business Media.
8. Bunaciu, A. A., UdrişTioiu, E. G., & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-ray diffraction: instrumentation and applications. Critical reviews in analytical chemistry, 45(4), 289-299.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://www.atrainnovation.com/microscopia-electronica-de-barrido-sem-utilidades/>
<https://www.nanoscience.com/techniques/atomic-force-microscopy/>
<https://www.technologynetworks.com/analysis/articles/sem-vs-tem-331262>

Otros Materiales de Consulta:

Artículos indexados en scopus, JCR, reportes técnicos, normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de 2 pruebas objetivas	2 exámenes parciales	30%
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escalas numéricas.	Tareas o trabajos asignados	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	40%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
TÉCNICAS EXPERIMENTALES II

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>Junto con la necesidad de crear y fabricar nuevos tipos de materiales, está la necesidad de poder caracterizarlos apropiadamente. El desarrollo tecnológico está basado sobre la explotación apropiada de las propiedades de los materiales. Es imposible saber cómo utilizar cualquier material sólo si tenemos la capacidad previa de poder caracterizarlos con un conjunto apropiado de técnicas experimentales. Usualmente la propiedad óptica y térmica superficial de un material cambia respecto a su composición, espesor y elementos que lo componen. Por esto dependiendo del estudio que se desea realizar habrá que utilizar la técnica más apropiada. Hay técnicas que dan información más del interno del sólido y otras que más bien lo hacen sólo de su superficie. Como parte de la introducción se entrega una visión general de distintos tipos de técnicas de análisis. Previo a esta EE optativa, el estudiante debió haber acreditado la EE optativa de Técnicas Experimentales I.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Preparar al estudiante en las técnicas experimentales más relevantes de análisis óptico, eléctrico y térmico de materiales que existen, entregándole una visión teórica y práctica de cómo usar cada técnica para obtener la mayor información posible.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Espectroscopias ópticas
Objetivos particulares
<p>Desarrollar los conocimientos mínimos necesarios para realizar una caracterización de un material mediante espectroscopias ópticas</p>
Temas
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción • Preparación de muestras • Espectroscopias ópticas <ul style="list-style-type: none"> FTIR UV-Vis Raman

Elipsometría
Reflexión y Transmisión
Fotoluminiscencia

UNIDAD 2

Análisis Térmicos

Objetivos particulares

Desarrollar los conocimientos mínimos necesarios para realizar una caracterización de un material mediante análisis térmico

Temas

Análisis Térmicos

- Análisis termogravimétrico (TGA)
- Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

UNIDAD 3

Resonancia magnética nuclear (RMN)

Objetivos particulares

Desarrollar los conocimientos mínimos necesarios para realizar una caracterización de un material resonancia magnética nuclear

Temas

Resonancia magnética nuclear (RMN)
Concepto RMN
Preparación de muestras para RMN
Análisis RMN

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas)
Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales)
Análisis de diferentes materiales metálicos para determinar la morfología corrosiva
Tareas para estudio individual en clase y extra clase.
Consulta de diferentes artículos especializados
Exposiciones de los estudiantes (investigaciones documentales)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Richards, S. A., & Hollerton, J. C. (2023). Essential practical NMR for organic chemistry. John Wiley & Sons.
2. Thompson, J. M. (2018). Infrared spectroscopy. CRC Press.
3. Jiles, D. C. (2017). Introduction to the electronic properties of materials. CRC Press.
4. Kemp, W. (2017). Organic spectroscopy. Bloomsbury Publishing.
5. Perkowitz, S. (2012). Optical characterization of semiconductors: infrared, Raman, and photoluminescence spectroscopy. Elsevier.
6. Țucureanu, V., Matei, A., & Avram, A. M. (2016). FTIR spectroscopy for carbon family study. Critical reviews in analytical chemistry, 46(6), 502-520.
7. Lin, C., Skufca, J., & Partch, R. E. (2020). New insights into prediction of weak π - π complex association through proton-nuclear magnetic resonance analysis. BMC chemistry, 14(1), 1-10.
8. Passos, M. L., & Saraiva, M. L. M. (2019). Detection in UV-visible spectrophotometry: Detectors, detection systems, and detection strategies. Measurement, 135, 896-904.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (8 de Febrero de 2023)

<https://investigacion.us.es/scisi/sgi/servicios/rmn>
<https://www.bruker.com/es/products/mr/nmr.html>

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas en Scopus o JCR, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN			
SUMATIVA			
Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	10%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen final	60%
Total			100%

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CORROSIÓN**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
TEMAS SELECTOS DE CORROSIÓN

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La problemática existente en las industrias debido a problemas de corrosión es necesaria mitigarla con técnicas y/o métodos actualizados, por tal razón, este curso tratará aspectos particulares de corrosión de un determinado tema. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, estos cursos no contarán con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado por la Academia de Ingeniería de Corrosión y Protección y en su caso aprobarlo o modificarlo.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Proporcionar al estudiante conocimiento sobre temas emergentes o aspectos particulares novedosos en la ciencia e ingeniería de la corrosión, con el propósito de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Tema Selecto de Corrosión
Objetivos particulares
Presentar un tema en desarrollo o de reciente aparición, exclusivo del área de corrosión
Temas
Los temas se sujetarán a los criterios del Catedrático que impartirá el tema a desarrollar en la Experiencia Educativa.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas) Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales) Análisis de diferentes materiales metálicos para determinar la morfología corrosiva Tareas para estudio individual en clase y extra clase. Consulta de diferentes artículos especializados Exposiciones de los estudiantes (investigaciones documentales)

EQUIPO NECESARIO

Aula equipada con: pintarrón, mesas, sillas, escritorio con silla, computadora con cañón, pantalla, marcadores, borrador, apuntador láser; biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y laboratorio de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

Se asignará de acuerdo con el tema por desarrollar

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Se asignará de acuerdo con el tema por desarrollar

Otros Materiales de Consulta:

Revistas indexadas del área de Corrosión, Reportes técnicos, Normas, etc.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

Aspecto a Evaluar	Forma de Evaluación	Evidencia	Porcentaje
Competencias Habilidades Actitudes Valores	Aplicación de listas de cotejo y escala numérica	Tareas	10%
Investigación Dominio del tema Fluidez	Aplicación de listas de cotejo y rubricas	Presentación en clase Documento.	30%
Conocimientos adquiridos en clase	Aplicación de una prueba objetiva	Examen resuelto	60%
Total			100%

B. Programas de estudio

1) ESTRUCTURA DEL PROGRAMA Y PERSONAL ACADÉMICO

FORTALEZAS	ACCIONES PARA AFIANZARLAS	DEBILIDADES (PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS)	ACCIONES PARA SUPERARLAS
Los objetivos y metas planteados fueron establecidos para que el egresado se integre al sector de investigación y/o productivo.	Análisis bianual de manera colegiada de los objetivos y metas del plan de estudios en relación con las necesidades del país en los diferentes sectores ya sea académico, productivo y social. Continuar con el seguimiento de los egresados mediante el "Ciclo virtual de conferencias "Experiencias del Egresado MIC"	A través del estudio de factibilidad, se ha detectado desempleo o complicación para encontrar un trabajo por parte de los egresados.	Mejorar la vinculación del posgrado con el sector productivo. Aunque la UV tiene una bolsa de trabajo, desarrollar una bolsa de trabajo externa en alguna de las redes sociales exclusivamente para los egresados de la MIC
Se cuenta con un PAB compenetrado con la orientación del programa. El 100% de los miembros del PAB pertenecen al SNII y el 64% son Perfil deseable PRODEP	Seguir realizando proyectos de investigación y graduar estudiantes, así como publicar los resultados.	No todos los miembros del PAB son SNII nivel I.	Impulsar codirección de tesis y por lo tanto la generación de artículos para publicar en revistas indexadas.
Las LGAC's son las idóneas para la formación	Generar trabajos en cada LGAC para que quede	Se tiene el registro de una estancia postdoctoral	Aplicar a convocatorias para captar

completa del estudiante.	nutrida y se fortalezcan.	(2015-2017) para apoyar el programa, así como nutrir a las LGAC.	estudiantes postdoctorales.
--------------------------	---------------------------	--	-----------------------------

2) ESTUDIANTES

FORTALEZAS	ACCIONES PARA AFIANZARLAS	DEBILIDADES (PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS)	ACCIONES PARA SUPERARLAS
El promedio de eficiencia terminal de las primeras 10 generaciones es del 65.5%	Continuar apoyando al estudiante mediante un proceso administrativo ágil y una carga de materias accesible en el plan de estudios para que cumplan con los requisitos de egreso en tiempo y forma	Al menos un estudiante ha desertado en los primeros semestres en 8 de las 11 generaciones que han concluido el plan de estudios.	Fortalecer la tutoría académica y enseñanza tutorial mediante la inclusión de un académico externo que esté relacionado a las LGAC's.
A partir de la última reestructuración del plan de estudios, han ingresado un total de 8 estudiantes extranjeros al programa	Realizar conferencias virtuales con difusión internacional a través de las redes sociales para promocionar a la maestría.	Únicamente han ingresado estudiantes extranjeros hispanohablantes	Realizar una página del posgrado simultánea en idioma inglés, así como promocionar al posgrado cuando se asista a foros internacionales.
Todos los estudiantes tienen la posibilidad de realizar una estancia de investigación mediante los	Los académicos deben gestionar y colaborar con investigadores de distintas instituciones para que sus asesorados lleven	No existe las herramientas necesarias de retroalimentación del desempeño académico	Tener base de datos de evaluación de profesores y en reuniones continuas planear la mejora de las

programas de movilidad.	a cabo esta actividad.		actividades en cada asignatura.
Existen las relaciones con académicos de universidades y centros de investigación nacional e internacional, debido a la participación en proyectos de investigación.	Promover la participación de los académicos en proyectos externos con otras instituciones nacionales e internacionales. Participación en redes de investigación, así como en redes temáticas.	Se cuentan con pocos casos de movilidad internacional.	Fomentar la participación de estudiantes en eventos internacionales para que realicen los contactos y se puedan desplazar hacia dependencias internacionales.

3) INFRAESTRUCTURA

FORTALEZAS	ACCIONES PARA AFIANZARLAS	DEBILIDADES (PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS)	ACCIONES PARA SUPERARLAS
Se cuenta con los espacios suficientes de aulas para clases y sala de conferencias.	Se gestionarán recursos para su mejor acondicionamiento.	El acervo bibliográfico y de software no se actualiza de manera regular.	Solicitar en forma regular al centro de Información de la USBI la adquisición de volúmenes y suscripción a revistas científicas para su acceso digital.
El Programa cuenta con su propia página web, así como el servicio de una red inalámbrica para los estudiantes y profesores investigadores.	Se debe de trabajar en el fortalecimiento de la página electrónica e incrementar la información en ella.	Los espacios existentes no están acondicionados totalmente para desarrollar investigación.	Gestionar ante las autoridades y fuentes externas el financiamiento para desarrollar estas obras y remodelación.
El programa cuenta con una	Acondicionar el espacio y	No se cuenta con bibliografía de	Gestionar ante las autoridades

gran área destinada a una biblioteca, la cual no cuenta con el acervo bibliográfico actualizado.	seleccionar el acervo relacionado a las LGAC's del Programa.	libros y revistas científicas actualizadas.	competentes la compra de membresía a revistas científicas y/o base de datos.
--	--	---	--

4) RESULTADOS Y VINCULACIÓN

FORTALEZAS	ACCIONES PARA AFIANZARLAS	DEBILIDADES (PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS)	ACCIONES PARA SUPERARLAS
La cobertura del Programa es amplia y tiene su demanda principal en carreras del área técnica de la UV.	Promocionar semestralmente el posgrado en las aulas de las carreras de ingeniería.	El número de académicos que tienen vinculación con otras instituciones son mínimos.	Exhortar a los académicos a que participen activamente en foros nacionales y gestionen convenios de colaboración con instituciones o centros de investigación.
Se cuentan con investigadores reconocidos a nivel nacional	Fomentar la publicación de los resultados de las investigaciones en revistas de alto impacto indizadas y arbitradas.	Existe demanda por servicios por parte de la industria, pero no existen los mecanismos viables para llevarlos a cabo.	Incentivar a los académicos para generar catálogo de servicios y reunirse con autoridades para implementar un sistema de servicios a la industria.

C. Plan de Mejoras

Dentro de los objetivos del plan de mejoras se tiene planeado:

- Fortalecer, mantener y reestructurar la pertinencia del plan de estudios acorde a las necesidades del entorno académico, industrial y social.
- Mantener y/ o aumentar la tasa de eficiencia terminal, esto con la finalidad de darle calidad y prestigio al programa de posgrado y participar en el SNP.
- Mejorar el nivel de consolidación de la planta académica. Esto es, aumentar el porcentaje de académicos del PAB dentro del Sistema Nacional de Investigadores, y que todos alcancen el Perfil deseable PRODEP. Se debe promover la vinculación entre los profesores que cultivan las LGAC del programa para poder publicar artículos de alto impacto y realizar proyectos de Investigación y con esto, se ayude a los investigadores a consolidarse.
- Dar seguimiento continuo al desempeño académico y fomentar programas de intercambio nacionales e internacionales. Es importante que se mejore el procedimiento de ingreso realizando campañas de difusión nacional e internacional del programa de maestría para aumentar la matrícula de ingreso.
- Actualizar los software con los que se cuenta para acceder a recursos bibliográficos actualizados y de calidad, contar con espacios de oficina para todo el personal docente, contar con espacios de trabajo para los estudiantes y finalmente aumentar los espacios del laboratorio de investigación y mejorar su equipamiento.
- Consolidar el impacto socioeconómico del programa a través de proyectos y egresados, consolidar la vinculación con universidades nacionales e internacionales y fortalecer las actividades de servicios y cursos a la industria.