

## EQUIPOS

Dentro de los equipos que posee la Maestría en Ingeniería de Corrosión es posible mencionar que se cuenta con equipo especializado para el estudio y análisis de los procesos de corrosión, así como para la prevención y control de la corrosión.

Dentro de los equipos que representan la base en el estudio de los procesos de corrosión es posible mencionar a los Potenciostatos Galvanostatos:

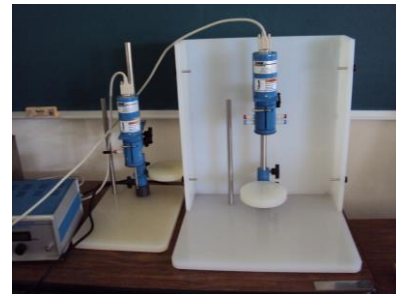


Además de los tradicionales Potenciostatos Galvanostatos de laboratorio, también se cuenta con un equipo específico para estudios de corrosión en campo. Con

este potencióstato es posible realizar mediciones de los procesos de corrosión *in situ*.



Es importante mencionar que en el estudio del mecanismo de la corrosión para circuitos cerrados o tuberías, se cuenta con electrodos cilíndricos rotatorios (ECR), los cuales proporcionan condiciones de flujo turbulento en celdas galvánicas de corrosión. Es importante mencionar que con estos equipos, es posible realizar bajo condiciones de flujo turbulento (régimen de flujo más encontrado a nivel industrial) los estudios pertinentes para el estudio de la corrosión de aceros en medios agresivos típicos de la industria petrolera, tales como estudios de corrosión en ambientes amargos (Solución acuosa con  $H_2S$ ) y/o dulces (Solución acuosa con  $CO_2$ ). Además se puede realizar los estudios necesarios para estudiar y evaluar inhibidores de corrosión utilizados para el control y prevención de la corrosión.



Para verificar la correcta velocidad de rotación de los ECR, se cuenta con tacómetros:



### **Multímetros digitales de alta impedancia**

Se cuenta con multímetros digitales de alta impedancia, los cuales proporcionan de manera rápida y precisa potenciales de corrosión de metales que están expuestos a ambientes agresivos. Además se utilizan en el caso de estudios donde se simula condiciones de protección catódica.



Dentro de los equipos también es posible mencionar que se cuenta con todos los equipos necesarios para el análisis y posterior evaluación de sistemas de recubrimientos.

### **Razadores.**

Los cuales son aditamentos importantes para aplicar un recubrimiento con un espesor específico sobre cualquier sustrato.



**Medidor de porosidad:**

Proporciona el grado de porosidad de un recubrimiento, con lo cual es posible determinar la calidad y posterior aceptación o rechazo de un sistema de recubrimiento.

**Medidor de adherencia:**

con este dispositivo es posible determinar la adherencia de un recubrimiento sobre cualquier sustrato que va desde concreto, pasando por metales ferrosos y no ferrosos.

**Resistómetros.**

Se cuenta con un par de resistómetros los cuales son utilizados para mediciones de resistividad de suelos así como de un sistema de concreto reforzado, con el objetivo de poder realizar con esto un método de control adecuado de un sistema de protección catódica. Este equipo también es utilizado en el estudio de corrosión en suelos a nivel laboratorio.



### **Multímetros Multicombinado.**

Se cuenta con dos multímetros exclusivos para utilizarse en sistemas de protección catódica. Uno es analógico y el otro es digital, para poder llevar a cabo el control de corriente y potencial en las mediciones de un sistema de protección catódica.



### **Interruptor de corriente.**

Este dispositivo es muy importante para realizar los cortes de corriente durante los ensayos de protección catódica. Es necesario para calcular la corriente mínima necesaria que necesita un sistema para estar protegido.



### **Fuentes de poder:**

Dentro de los equipos que se utilizan en el estudio de métodos para prevenir el control de la corrosión, específicamente hablando en la protección catódica, se tienen fuentes de poder con alta sensibilidad la cual puede ser utilizada en el diseño y estudio de la protección catódica.



### **Medidor de espesor de recubrimientos y medidor de rugosidad:**

En el estudio de sistemas de recubrimiento como método de control y prevención de la corrosión, se utiliza este equipo para realizar las mediciones pertinentes sobre una superficie pintada y evaluar la homogeneidad de espesores, punto importante en la inspección de un sistema de recubrimiento para el control de calidad.

Para poder llevar a cabo la aplicación de un sistema de recubrimientos es importante conocer las condiciones superficiales de nuestro sustrato. Este dispositivo es importante para conocer el perfil de anclaje de la superficie de cualquier material después de haber realizado la limpieza superficial.



### **Corrater y Corrosometro**

Dentro de los equipos con los que se cuenta para realización de estudios de corrosión *in situ*, es posible mencionar al corrosometro y al corrater, los cuales proporcionan de manera instantánea la velocidad de corrosión de un metal en campo.



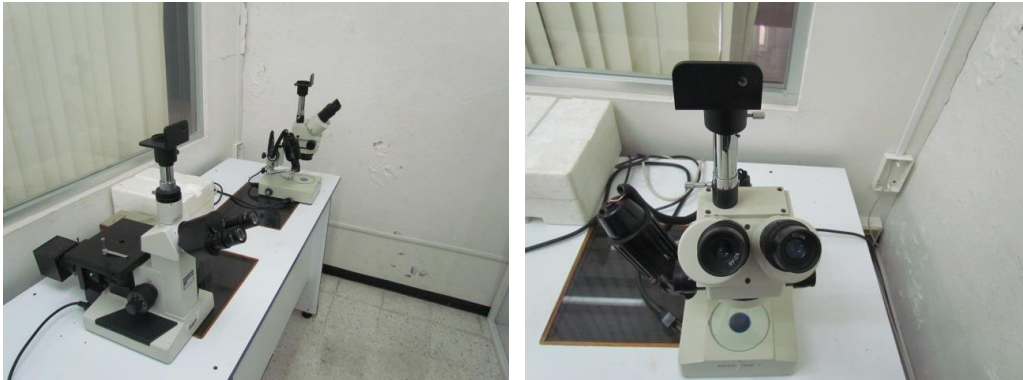
### **Medidor de espesores ultrasónico:**

Con el objetivo de medir el posible desgaste del espesor de material de cualquier estructura, se cuenta con un equipo medidor de espesor que opera a través de ultrasonido.



### **Microscopios ópticos**

Se cuenta con microscopios ópticos metalográficos y estereoscopio, los cuales entre otras cosas son utilizados para determinar la morfología de corrosión.



### **Ferritoscopio:**

Para evaluar la cantidad de ferrita contenida en un material de acero y poder conocer la posibilidad de comportarse de alguna manera u otra se cuenta con equipo que realiza las mediciones de la cantidad, en por ciento, de la ferrita contenida en la estructura de cualquier material ferroso.



### **Medidor de dureza portátil:**

Para conocer el nivel de dureza de cada uno de los aceros o material no ferroso con los cuales se trabaja en laboratorio, o cuando los trabajos de investigación se realizan en campo, se cuenta con un equipo portátil que realiza estas mediciones y las presenta en distintas escalas.





### Medidores multiparamétricos HACH

Para la realización de mediciones en condiciones acuosas in situ, de los procesos de corrosión, es necesario conocer algunos parámetros fisicoquímicos tales como pH, oxígeno disuelto, contenido sales, etc., para lo cual el medidor multiparamétrico Hach proporciona con gran sensibilidad al obtener dichos parámetros.



### Corte y desbaste de piezas.

Se cuenta con el equipo necesario para corte y desbaste de piezas metálicas, esto con la finalidad de preparar superficialmente los cupones corrosimétricos que serán evaluados en las celdas galvánicas



### **Lijado y Pulido de piezas metálicas**

Se cuenta con una lijadora con inclinación y suministro de agua automático, para enfriamiento de las muestras al momento de lijarlas. También se cuenta con una pulidora para preparar la superficie de las muestras metálicas hasta pulido espejo, lo cual es utilizado para caracterización microestructural de las piezas metálicas.



### **Baño de limpieza ultrasónica.**

Se cuenta con un baño ultrasónico, el cual se utiliza principalmente en la limpieza de las muestras metálicas una vez que fueron expuestas al medio corrosivo.



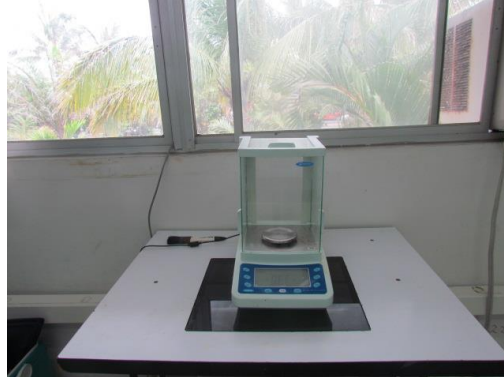
### **Baño María**

En el caso de mediciones de procesos de corrosión a temperaturas de 40 a 80°C, se cuenta con un baño maría, el cual se utiliza para mantener una temperatura constante durante todo el proceso de medición de los parámetros de corrosión.



### Equipos menores.

Se cuenta también con equipos menores, los cuales son utilizados en la preparación de soluciones. Entre estos equipos podemos mencionar a las balanzas analíticas, medidor de pH, Parrillas de agitación y calentamiento.



Es importante mencionar que aunado a los equipos antes mencionado, el sistema de la Universidad Veracruzana (UV) proporciona el acceso a los estudiantes de posgrado a cualquier equipo que pertenezca a una dependencia diferente a la de su adscripción, siempre y cuando la dependencia sea de la UV. Además, LA Maestría en Ingeniería de Corrosión está apoyada por investigadores del Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (MICRONA), tanto para dirigir proyectos de tesis (Miembro del NAB), como impartiendo cátedra. Dentro del apoyo técnico y de equipos, que proporciona MICRONA están:

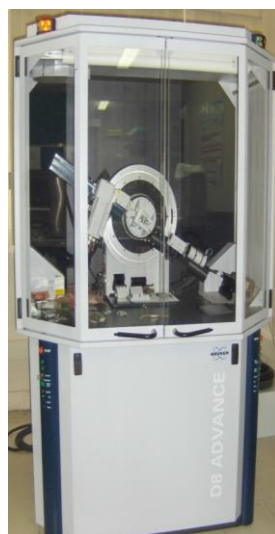
### **Microscopio Electrónico de Barrido JEOL 7600F**

Este equipo representa una herramienta muy útil en la caracterización superficial de la muestra metálica, tanto para determinar morfologías del proceso corrosivo, como para caracterizar productos de corrosión.



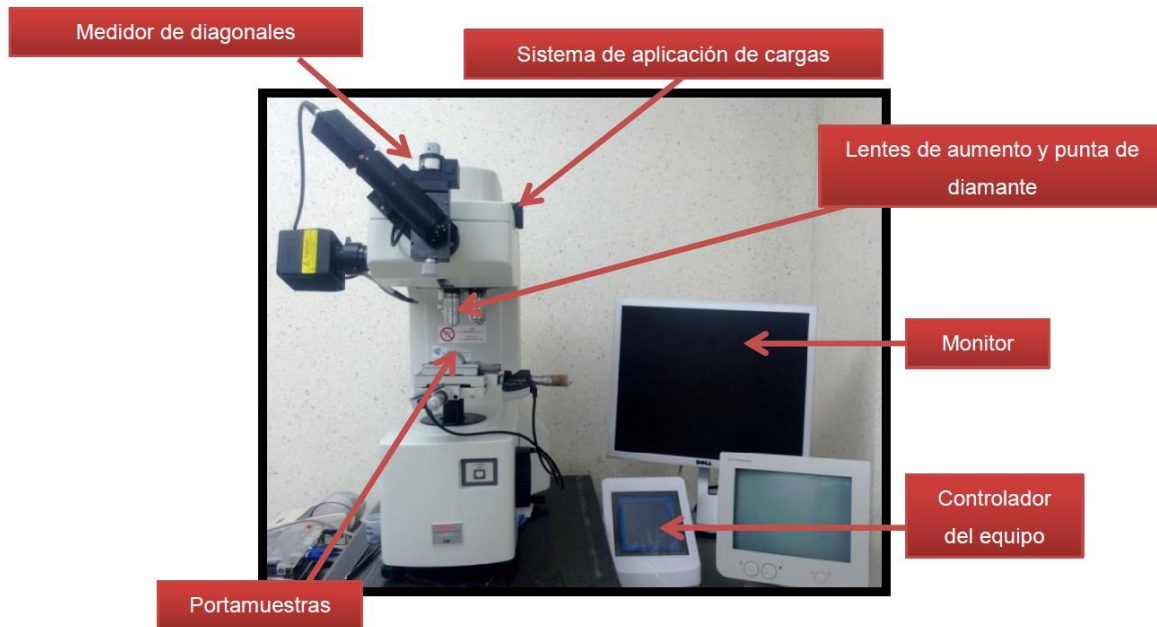
### **Difractómetro de Rayos X Bruker D8 Advance**

El Difractómetro de rayos X proporciona la identificación cualitativa de la composición de las fases cristalinas de una muestra metálica, así como también la identificación de los productos de corrosión generados en un proceso corrosivo.



## Microdurómetro

Se Es un Microdurómetro Vickers (HM-124, Mitutoyo) con una punta de diamante, aplicando cargas desde 0.001 kgf hasta 0.5. Con este equipo es posible realizar perfiles de dureza en una muestra metálica.



## MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA (MFA)

Es un equipo Nanoscope, con una punta de silicio recubierta de diamante empleando el modo de contacto y de fuerza lateral, para calcular la rugosidad junto con la topografía y el coeficiente de fricción. Este equipo es utilizado en la caracterización superficial de muestras metálicas atacadas en ambientes agresivos



## ESPECTROSCOPIA RAMAN

El equipo Raman es un equipo Thermo Scientific modelo DRX, que utiliza un láser de Argón con longitud de onda de 532 nm, ocupando un objetivo de 100X en un rango de 50 a 1000  $\text{cm}^{-1}$ .

Con este equipo es posible caracterizar los productos de corrosión de metales que fueron atacados en medios específicos

