



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD CÓRDOBA
DEPARTAMENTO METALURGIA

“METALOGRAFÍA Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE METALES FERROSOS”.

1. **Especialidad:** Ingeniería Metalúrgica
2. **Plan:** 95 Adecuado, Ordenanza n° 1058
3. **Nivel:** Cuarto Nivel
4. **Modalidad:** Materia Anual
5. **Dictado:** 4 horas semanales
6. **Área:** Tecnologías Aplicadas
7. **Ciclo lectivo:** 2006
8. **Correlatividades**

8.1 *Materias Correlativas para cursar:* El alumno deberá tener regularizadas las siguientes asignaturas: Metalurgia Física I y Física Química Metalúrgica.

8.2 *Materias Correlativas para rendir:* El alumno deberá tener rendidas y aprobadas las siguientes asignaturas: Física II, Análisis Matemático II, Termodinámica Química, Química Inorgánica y Orgánica, Metalurgia Física I y Física Química Metalúrgica.

9. *Objetivos de la asignatura:* Objetivos En Término De Competencias

El objetivo primero de la cátedra es provocar en el alumno un aprendizaje significativo ya sea por aceptación, ya sea por descubrimiento de nuevos significados; en las tres dimensiones a saber: lógica, cognitiva y afectiva.

En segundo lugar, desarrollar en los alumnos un fuerte compromiso con la responsabilidad social del ingeniero Metalúrgico, como también con la ética y el respeto por el medio ambiente.

El propósito del curso se expresa en los siguientes puntos

- Poner en conocimiento de los alumnos el manejo de técnicas para la preparación y observación microscópica de muestras metálicas, como también los equipos a emplear.
- Desarrollar habilidades para reconocer estructuras micro y macroscópicas con el objeto de relacionar estructura con propiedades física-mecánicas y predecir su comportamiento. El sentido lógico de avance es el siguiente:



- Desarrollar competencias y familiaridad del estudiante para analizar, diseñar y modelizar sistemas de tratamientos térmicos empleando técnicas analíticas y empíricas para la solución de problemas y facilitar la toma de decisiones en la futura actividad profesional.
- Impulsar al futuro profesional a desarrollar una mentalidad creativa insertándose en una realidad cambiante, con conceptos claros de productividad y rentabilidad, sin dejar de lado el cuidado del medio ambiente.

Al término del curso, el alumno deberá ser capaz de

1. Seleccionar, preparar y observar muestras micro y macroscópicas
2. Reconocer microestructuras de aleaciones ferrosas en cualquier estado de tratamiento térmico y no ferrosas (particularmente de aluminio y cobre)
3. Reconocer fácilmente la influencia de cada elemento de aleación en el diagrama Fe-C
4. Determinar las temperaturas y tiempos de permanencia en los tratamientos térmicos de recocido, normalizado, temple y revenido de aleaciones ferrosas.
5. Seleccionar el proceso de temple y revenido en función de las características del material que se desea obtener.
6. Aplicar fluidamente conceptos de templabilidad a fin de determinar el medio de enfriamiento óptimo, tipo de aceros, elementos de aleación etc. (prever resultados)
7. Comprender los mecanismos físico-metalúrgicos que tiene lugar en la transformación isotérmica de la austenita. Aplicar estos conceptos para la ejecución de tratamientos isotérmicos de recocido, austempering, martempering, etc.
8. Decidir sobre el uso de tratamientos subcero.
9. Reconocer la normativa y sistemas de designación de tratamientos térmicos, según los diferentes estados.
10. Conocer, comparar y decidir el empleo de equipamiento para tratamientos térmicos (hornos, sistemas de calentamiento, control de temperaturas, tolerancias, etc.)

Metodología de enseñanza y sistema de evaluación

La materia se organizará en clases teórico-prácticas empleando por lo general la técnica de una exposición didáctica, utilizando de marcadores, transparencias, presentaciones de Power Poit ® , etc. También se empleará frecuentemente los volúmenes del Metal Handbook a fin de relacionar los tratamientos térmicos con las estructuras resultantes.

En estas clases teórico-prácticas siempre comenzarán con una relación con conceptos anteriormente desarrollados mediante preguntas o exposición dialogada a fin de hacer más significativos los conocimientos.

Se complementará permanentemente con ejemplos tomados de los textos como de casos reales surgidos en la industria.

En las actividades prácticas la estrategia metodológica tendrá un fuerte componente en la “Teoría Uno” (Perkins). La posibilidad de generar actividades que permitan “aprender haciendo” hará que los alumnos logren evaluar lo realizado y autoevaluarse como parte integrante de un equipo mediante el trabajo organizado y buena programación. El trabajo individual permitirá la internalización de los conceptos mediante el aprendizaje significativo.

El trabajo grupal servirá principalmente para profundizar el dominio de conceptos y principios.

Se pondrán en común lo elaborado con una dinámica de grupo que permita el debate de las producciones individuales y grupales a fin de encontrar divergencias, convergencias y complementariedad.

El docente permitirá un espacio de profundización y discusión de los temas tratados, como también de guía y esclarecedor de situaciones problemáticas planteadas.

9. Evaluación

La evaluación se realiza con el fin de ajustar progresivamente la acción pedagógica a las necesidades y características de los alumnos, a la vez que permite evaluar el contenido, el proceso de construcción del conocimiento y el cumplimiento de las intenciones educativas, que a su vez servirán como instrumentos de ajustes pedagógicos.

Por otra parte, evaluación contribuirá como factor capaz de producir información sistemática y veraz que oriente los elementos y estructuras del Curriculum.

Se han previsto tres formas evaluativas a saber:

9.1 Evaluación diagnóstica

La misma está prevista al inicio de la materia mediante una encuesta y posteriormente un debate que cumplirá además una función de introducir al alumno en la materia y generar interés por la aplicación práctica de la misma.

La evaluación diagnóstica continuará a lo largo de todo el proceso ya que permitirá ajustar el nivel de contenidos impartidos y la ayuda pedagógica. En esta etapa subsiguiente ésta podrá llevarse a cabo mediante la solicitud de respuestas a 3 o 4 preguntas clave al inicio del desarrollo de cada unidad.

9.2 Evaluación formativa

Esta se llevará a cabo a lo largo de todo el desarrollo de la misma.

Los contenidos conceptuales serán evaluados en forma permanente por los docentes, para lo que utilizarán preguntas específicas a lo largo del desarrollo de las unidades, evaluaciones parciales de las unidades temáticas más importantes y coloquios en los que el alumno deberá:

- **Explicar** los distintos fenómenos observados.
- **Ejemplificar** los fenómenos discutidos u observados, en la realidad cotidiana o industrial.
- **Aplicar** lo observado a otros casos.
- **Justificar** las respuestas ofrecidas, indicar causas de la respuesta.
- **Comparar hacia similitud o contraste** es decir demostrar conocimiento de las leyes que indican que tal fenómeno sucede a menos que ocurra tal o cual cosa y viceversa.
- **Contextualizar** Aplicación de los fenómenos y aspectos teóricos al caso concreto que se quiere resolver.

Instrumentos: resolución de casos/situaciones problema, construcción de mapas conceptuales o de ideas, elaboración de diagramas y gráficos, formulación de hipótesis sobre los fenómenos observados en la experimentación, etc.

Los contenidos actitudinales se evaluarán también en forma continua (pueden utilizarse listas de cotejo) en el que los indicadores serían: predisposición al aprendizaje continuo, abordaje de la tecnología “sin miedos” pero con prudencia y responsabilidad,

interés por el mantenimiento preventivo, preocupación por el descubrimiento de áreas de riesgo, predisposición para el trabajo grupal. etc.

9.3 Evaluación Sumativa

La realización de trabajos prácticos con las características antes mencionadas constituye la manera en que se ha decidido realizar esta fase de la evaluación.

En estos trabajos se evaluará:

- Claridad conceptual
- Relevamiento de información pertinente
- Análisis de los datos obtenidos
- Justificación
- Comparación y contraste
- Conclusiones

A los efectos descriptos en los párrafos precedentes se ha instrumentado también otro instrumento complementario consistente en un coloquio personal donde se revisan todas las actividades desarrolladas en el período lectivo y los contenidos de la materia. Este coloquio se lleva a cabo a fecha cercana al examen final que acredita la materia.

11. Planificación horaria

Clase N°	Fecha	Tema Previsto
1		Micrografía
2		Micrografía
3		Trabajo practico No 1
4		Trabajo práctico No 2
5		Sistema Hierro Carbono. Puntos críticos. Soluciones sólidas
6		Sistema Hierro Carbono. Reacciones a Temperatura constante. Análisis de procesos de enfriamiento. Estructuras resultantes
7		Trabajo práctico No 3
8		Trabajo práctico No 3
9		Tratamientos Térmicos. Generalidades, variables de procesos. Recocido y Normalizado. Determinación de temperaturas.
10		Recocido y Normalizado. Recocidos usuales. Ejemplos. Microestructuras.
11		Temple: Teoría, Velocidad crítica de temple medios de enfriamiento. Microestructuras
12		Temple Tipos de Temple, Experiencia de Piling y Linch. Análisis de variables
13		Trabajo práctico No 4
14		Tratamiento de Revenido. Concepto. Modificación de propiedades. Etapas.
15		Tratamiento de Revenido. Estructuras. Doble revenido. Fenómenos de fragilidad.
16		Trabajo práctico No 5
17		Visita a Fábrica

18		Evaluación Primer cuatrimestre
19		Templabilidad. Concepto. Métodos de determinación. Diámetros críticos. Severidad de temple. Ensayo Jominy. Análisis de resultados. Cálculo de Temple.
20		Trabajo práctico No 6
21		Trabajo práctico No 7
22		Tamaño de Grano. Propiedades. Análisis de la norma.
23		Tratamientos Isotérmicos. Generalidades. Recocido isotérmico. Austempering
24		Tratamientos Isotérmicos. Martempering. Patenting. Trat. Sub-cero
25		Normalización de los aceros
26		Aceros Inoxidables: clasificación. T. Térmicos. Propiedades, selección y aplicación.
27		Trabajo práctico No 8
28		Trabajo práctico No 8
29		Fundiciones: Clasificación. T. Térmicos más comunes. Propiedades, selección y aplicación.
30		Cambios de volumen de los TT
31		Trabajo práctico No 9
32		Equipamiento empleado en Tratamientos Térmicos

12. Contenidos

11.1 Programa: Los contenidos de la materia se han organizado en base a 8 unidades, y se presentan a continuación:

UNIDAD 1: Sistema Fe-C: Generalidades. Estados alotrópicos. Puntos críticos de los aceros. Diagrama meta estable. Reacciones a temperatura constante. Análisis de diversas aleaciones. Diagrama estable. Formación de grafito. Influencia de aleantes y velocidad de enfriamiento. Constituyentes microscópicos de las aleaciones Fe-C enfriadas lentamente.

UNIDAD 2: Tratamientos Térmicos : Recocido de regeneración con austenización completa.. Recocidos globulares. Recocidos más recomendables. Teoría del normalizado. Aplicaciones del normalizado. Teoría de temple. Influencia de la velocidad de enfriamiento. Tipos de temples. Transformaciones microscópicas durante el revenido. Austenita residual. Doble revenido. Fragilidad “azul”. Fragilidad de Krupp.

UNIDAD 3: Tratamientos isotérmicos de los aceros: Curva de la “S”. Transformaciones de la austenita a diversas temperaturas. Microestructuras. Austempering. Martempering. Recocidos isotérmicos. Tratamiento sub cero.

UNIDAD 4: Tratamientos térmicos con cambio de composición: Cementación, Nitruración, Cianuración etc. Fundamentos, parámetros del proceso, instalaciones y equipos, atmósferas y generadores. Aceros para tratamientos termoquímicos. Propiedades, selección y aplicación.

UNIDAD 5: Templabilidad. Definición, determinación. Diámetro crítico ideal. Diámetro crítico real. Medios de enfriamiento. Ensayo Jominy. Teorías de Jominy y Grossmann. Selección del medio de enfriamiento y del material.

UNIDAD 6: Normalización: Clasificación de los aceros (norma AISI, SAE, etc.). Influencia de los elementos de aleación. Costos.

Aceros de temple y revenido al C y aleados: Aceros de herramientas. Acero de resortes. Aceros de cementación. Aceros de nitruración. Aceros rápidos. Aceros indeformables. etc. Aleaciones comerciales, propiedades, selección y aplicación.

UNIDAD 7: Aceros inoxidables: Clasificación. Influencia de los elementos de aleación. Tratamientos térmicos. Propiedades, selección y aplicación.

UNIDAD 8: Fundiciones: Clasificación. Tratamientos térmicos más comunes. Propiedades, selección y aplicación.

11.2 Trabajos Prácticos

Se prevé la ejecución de los siguientes trabajos prácticos:

Trabajo práctico No 1: Macroscopía: Preparación de probetas para determinación de sentido de fibra de piezas forjadas, sentido de laminación de planos y observación de fracturas.

Trabajo práctico No 2: Microscopía: Proceso de preparación de muestras micrográficas, selección y manejo de reactivos de ataque y observación microscópica

Trabajo práctico No 3: Diagrama Fe-C. Análisis de estructuras para distintos porcentajes de C. Previsión de estructuras resultantes. Manejo del diagrama estable y meta estable.

Trabajo práctico No 4: Recocido, normalizado y Temple: Determinación de temperaturas, Ejecución de estos tratamientos, control de dureza y micrográfico.

Trabajo práctico No 5: Revenido: Determinación de Temperaturas, control de proceso, trazado de curvas de dureza vs. temperatura de revenido. Influencia de los elementos de aleación.

Trabajo práctico No 6: Templabilidad: Determinación de diámetro crítico, Ensayo Jominy. Determinación de medios de enfriamiento más convenientes

Trabajo práctico No 7: Tratamientos Isotérmicos: Determinación de variables, ejecución de TT, ejemplos de aplicación.

Trabajo práctico No 8: Tamaño de Grano: Determinación de tamaño de grano de usando los métodos Comparativo, Planimétrico y de Intercepción en probetas de acero al C, inoxidables, latones y aluminios.

Trabajo práctico No 9: Cambios de Volumen en los TT: Presentación de casos, temple de aros y de varillas, ejemplos. Solución a problemas típicos.

Prof.: Ing. Roberto Juan GARAY

JTP: Ing. Oscar CORTÉZ

12. Bibliografía

1. TRATAMIENTO TÉRMICOS DE LOS ACEROS J. Apraiz Barreiro
2. ACEROS ESPECIALES Y OTRAS ALEACIONES J. Apraiz Barreiro
3. PRÁCTICA METALOGRAFICA G.L. Kehl
4. PRINCIPIOS DE METALURGIA FÍSICA E. Reed Hill
5. METALES Y ALEACIONES Calvo Rodes
6. METALURGIA MECÁNICA Dieter
7. ATLAS OF MICROSTRUCTURE (Metal Handbook Vol. 7) Publicación AMS
8. FASE DIAGRAMS (Metal Handbook Vol. 8) Publicación AMS
9. HEAT TREATING (Metal Handbook Vol. 4) Publicación AMS
10. ATLAS OF ISOTHERMAL TRANSFORMATIO DIAGRAMS Publicación Iron and Steel Institute