



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS				TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA			
CODIGO:6346	UNIDADES:3			REQUISITOS: 6331			
HORAS/SEMANA: 3	TEORÍA:3	PRÁCTICA:	LABORATORIO:3	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Noveno

### PROPOSITO

El Ingeniero Metalúrgico debe conocer la estructura y características físicas, químicas y mecánicas que tienen los diferentes metales y aleaciones de que están hechas las piezas y elementos metálicos que conforman las maquinarias, equipos o muebles. Para ello se basa en bibliografías, en ensayos destructivos y en ensayos no-destructivos. En muchas ocasiones es conveniente o necesario no destruir la muestra, en estos casos se aplican las diferentes técnicas de ensayos no-destructivos.

Una de las industrias que más utilizan al Ingeniero Metalúrgico por su conocimiento de los materiales en general es la industria petrolera, la cual, es la mas importante de nuestro país; por lo tanto se le brinda la oportunidad de capacitarse en el área de ensayos no destructivos para que su desenvolvimiento en el trabajo sea adecuado y útil.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### TEMA I:

Objetivo General: Que el estudiante entienda la importancia de los ensayos no destructivos y conozca la gama de técnicas existentes.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá apreciar la utilidad de los E.N.D. como herramienta para la evaluación de los materiales, sus aplicaciones y su importancia económica.

#### TEMA II:

Objetivo General: Que el estudiante entienda la magnitud y alcance de la técnica de Inspección “Radiografía Industrial”.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá aprender los conceptos teóricos fundamentales de la técnica. Conocerá los equipos utilizados para trabajar con Radiografía y aprenderá a usarlos para realizar una buena Radiografía y su interpretación.

#### TEMA III:

Objetivo General: Qué el estudiante entienda la magnitud y alcance de la técnica de Inspección “ultrasonido”.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá entender los conceptos teóricos fundamentales de la técnica. Aprenderá a manejar adecuadamente los equipos para hacer una inspección e interpretará acertadamente los resultados.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 1 / 7
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



<b>ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA</b>			
<b>CODIGO:6346</b>	<b>UNIDADES:3</b>			<b>REQUISITOS: 6331</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 3</b>	<b>TEORÍA:3</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:3</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Noveno</b>

**TEMA IV:**

Objetivo General: El estudiante deberá entender la magnitud y alcance de la técnica de inspección “líquidos penetrantes”.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá aprender a realizar adecuadamente una inspección con líquidos penetrantes y conocerá los conceptos fundamentales de la técnica.

**TEMA V:**

Objetivos General: El estudiante deberá entender la magnitud y alcance de la técnica de inspección “Partículas Magnéticas”.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá aprender a realizar adecuadamente una inspección con “Partículas Magnéticas” y conocerá los conceptos fundamentales que rigen ésta técnica de inspección.

**TEMA VI:**

Otras técnicas

Objetivo General: El estudiante deberá conocer el alcance de otras técnicas de inspección no destructiva, no tradicionales.

Objetivos Específicos: El estudiante deberá aprender conceptos de otras Técnicas de Inspección, tales como “Corrientes Inducidas”, “Emisión Acústica”, “Trazadores Radiactivos”, etc., que le permitan tener un conocimiento mas amplio de los ensayos no destructivos.

**EVALUACION:**

Durante el semestre se harán cinco (5) exámenes parciales, los cuales constarán de una parte teórica y una parte práctica, que representarán un 100% de la nota definitiva.

**CONTENIDOS:**

**TEMARIO:**

TEMA I: Introducción - Generalidades - Clasificación y Aplicaciones de los E.N.D. según fundamentos, aplicación y estado actual de desarrollo, empleo racional de los E.N.D.- Etapas básicas de la inspección - Factores económicos - Aplicaciones generales de los métodos de E.N.D.

TEMA II: Radiología Industrial.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 2 / 7
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



<b>ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA</b>			
<b>CODIGO:6346</b>	<b>UNIDADES:3</b>			<b>REQUISITOS: 6331</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 3</b>	<b>TEORIA:3</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:3</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Noveno</b>

CAPITULO I. Origen de la Radiación penetrante. Revisión de conceptos elementales de la estructura atómica y molecular. Isótopos naturales y artificiales, radiactividad: emisión de partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  - Origen de los Rayo.

CAPITULO II: Características de la radiación y su inter-relación con la materia. Naturaleza electromagnética de los Rayos X, Rayos  $\gamma$ , espectro electromagnético. Propiedades básicas de los Rayos X y  $\gamma$ , su naturaleza dual . Energía de la radiación. Unidades de medidas. Absorción. Efecto eléctrico, Compton y formación de pares. Radiación dispersa.

CAPITULO III. Generación y equipos de rayos X. Introducción. Rayos X, característicos y continuos. El tubo de Rayos X. Descripción de los elementos que lo forman. Sistema de rectificado de la corriente alterna. Kilovoltaje y miliamperaje. Sistema de protección del equipo.

CAPITULO IV. Fuentes y equipos de Rayos  $\gamma$ . Desintegración de los átomos radiactivos. Vida media de un isótopo. Actividad específica unidades. Características del Co 60 e Ir 192. El equipo de Rayos. Descripción de sus componentes.

CAPITULO V. Seguridad. Efectos de las diferentes clases de partículas y radiación. Dosímetros. El roentgen , el rad y el rem (R.B.E.). Procedimientos de protección: sistemas de seguridad. Capa hemireductora. Seguridad contra los peligros de la electricidad en equipos de Rayos X.

CAPITULO VI. La radiografía como registro de la imagen. Descripción de la película radiográfica. Descripción del proceso de formación de la imagen. Procesado de la película radiográfica. Densidad de la película. Sensibilidad o calidad radiográfica: Contraste. Definición. Exposición. Latitud. Tipos de películas. Granulado. Factores geométricos. Penumbra y distorsión.

CAPITULO VII. Técnicas y procedimientos de radiografiado. Variables que intervienen en la formación de la imagen . tipo de película. Pantallas reforzadoras. Influencia de las diferentes variables de la exposición. Determinación del tiempo de exposición en un equipo de Rayos X. Influencia de la posición de la película respecto a la pieza y tamaño del foco, en la calidad radiográfica. Control de la radiación dispersa. El procesado de la película.

CAPITULO VIII. La interpretación radiográfica. Factores que intervienen en la lectura de radiografías. Condiciones ambientales. Evaluación de discontinuidades. Lectura de radiografías. Normas y criterios de aceptación.

TEMA III: ULTRASONIDO

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 3 / 7
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



<b>ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA</b>			
<b>CODIGO:6346</b>	<b>UNIDADES:3</b>			<b>REQUISITOS: 6331</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 3</b>	<b>TEORÍA:3</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:3</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Noveno</b>

**CAPITULO I. FUNDAMENTOS.** Propagación de ondas en diversos medios. Características de las ondas: Período, frecuencia, velocidad, amplitud, impedancia acústica, atenuación, presión acústica y longitud de onda. Comportamiento de las ondas. Incidencia perpendicular: superficies límites. Incidencia oblicua. Leyes de reflexión y refracción. Generación de ondas. Efectos piezoeléctrico. Frecuencia características fundamental. Excitación por impulsos. Materiales piezoeléctricos.Campo próximo y lejano de un oscilador. Tipos de ondas: de compresión, transversales, de superficie y de Lamb - Eco y sombra de un obstáculo en un campo ultrasónico. Heterogeneidades. Efecto de la orientación, tamaño, rugosidad, morfología y naturaleza de la discontinuidad.

**CAPITULO II.EQUIPOS.** Características. Sistemas de excitación. Frecuencia de excitación. Sistemas de emisión y recepción: resonancia. Transferencia e impulso eco. Diagramas de bloques y componentes. Palpadores. Bloques de calibración y referencia.

**CAPITULO III. TECNICAS OPERATORIAS.** Calibración ensayo de contacto. Ensayo de inmersión. Muestras con superficies paralelas. Muestras cilíndricas. Uniones soldadas. Normas.

**CAPITULO IV. INTERPRETACION DE INDICACIONES.** Tipos de discontinuidades detectables. Detección e identificación de la discontinuidad. Guías para la interpretación. Criterios de aceptación o rechazo (normal).

**TEMA IV. LIQUIDOS PENETRANTES..**

**CAPITULO I. PRINCIPIOS BASICOS Y EQUIPOS.** Fundamentos. Capilaridad Ventajas y limitaciones del método. Naturaleza y propiedades de los penetrantes y reveladores. Sistemas de ensayo. Equipos auxiliares.

**CAPITULO II: PROCEDIMIENTOS E INDICACIONES.** Factores de selección. Penetrantes. Reveladores. Etapas del ensayo. Ejemplos. Normas y criterios de aceptación.

**TEMA V: PARTICULAS MAGNETICAS**

**CAPITULO I. INTRODUCCION Y PRINCIPIOS BASICOS DEL MAGNETISMO.** Ventajas y desventajas del método. Fundamentos. Campos de escape. Formación de indicaciones. Sistema de magnetización. Desmagnetización, principios del método.

**CAPITULO II. EQUIPOS Y FORMACION DE INDICACIONES.** Introducción. Sistemas de rectificación de la corriente alterna. Equipos de magnetización. Partículas, clasificación y propiedades. Métodos de ensayo. Necesidad de la desmagnetización, equipos.

**CAPITULO III. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO VARIABLES.** Magnetización con corriente continua y corriente alterna. Dirección del campo magnético. Parámetros de magnetización. El uso de partículas secas o

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>DESDE:</b>	<b>VIGENCIA HASTA:</b>	<b>HOJA 4 / 7</b>
--	---	---------------	------------------------	-----------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS				TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA			
CODIGO:6346	UNIDADES:3			REQUISITOS: 6331			
HORAS/SEMANA: 3	TEORIA:3	PRÁCTICA:	LABORATORIO:3	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Noveno

húmedas. El método continuo y el método residual. Elección del equipo. Influencia de las características de la muestra.

CAPITULO IV. INDICACIONES Y APLICACIONES ESPECIALES. Factores que intervienen en la interpretación. Tipos de indicaciones. Procedimientos para hacer las indicaciones permanentes. Aplicaciones. Normas y criterios de aceptación.

TEMA VI: OTRAS TECNICAS

CAPITULO I. Corrientes Inducidas. Fundamentos. Alcance. Ventajas y Desventajas. Equipos. Inspección. Inspección.

CAPITULO II. Emisión Acústica. Fundamentos. Alcance. Ventajas y Desventajas. Equipos. Inspección.

CAPITULO III. Trazadores radiactivos. Fundamentos. Alcance. Ventajas y Desventajas. Equipos. Inspección.

REQUISITOS:

1.- Formales: Haber aprobado Comportamiento Mecánico

2.- Académicas: El estudiante deberá ser capaz de:

2.1 Redactar informes sobre hechos realizados por él.

2.2 Aplicar los conocimientos generales adquiridos en las áreas de física y química de los primeros semestres.

HORAS DE CONTACTO:

La asignatura se dictará en seis (6) horas semanales constituidas como sigue:

Teoría: Tres (3) horas

Laboratorio: Tres (3) horas

Además el estudiante debe dedicarle un número de tres (3) horas semanales para el repaso de la materia vista.

PROGRAMACION CRONOLOGICA

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 5 / 7
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA

CODIGO:6346

UNIDADES:3

REQUISITOS:

6331

HORAS/SEMANA:  
3

TEORÍA:3

PRÁCTICA:

LABORATORIO:3

SEMINARIO:

TRABAJO  
SUPERVISADO:

HORAS TOTALES  
DE ESTUDIO: 6

SEMESTRE:  
Noveno

TEMA	HORAS	SEMANAS
Introducción	12	1ra.-2da.
Radiología Industrial	16	3ra.-5ta.
Ultrasonido	24	5ta.-9na.
Líquidos penetrantes	14	9na.-11va.
Partículas magnéticas	14	12va.-14va.
Otros ensayos no destructivos	16	14va.-16va.

### BIBLIOGRAFIA

#### Texto Básico

Introducción a los métodos de Ensayos No - Destructivos.

#### Libros de Consulta

Nondestructive Testing, General Dynamics.

Nondestructive Testing Handbook, McMaster Rober.

Nondestructive Testing, Mc Gonnagle.

Comprobación de Materiales sin destrucción, Krautkrämer

Nondestructive Testing and Quality Control ASM Vol. 11

Principles of Penetrants, Carl E. Betz.

Se encuentran en la Biblioteca de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales

APROBADO EN CONSEJO DE  
ESCUELA:

APROBADO EN CONSEJO DE  
FACULTAD:

DESDE:

VIGENCIA  
HASTA:

HOJA  
6 / 7



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

TIPO DE ASIGNATURA: ELECTIVA TECNICA

CODIGO:6346

UNIDADES:3

REQUISITOS:

6331

HORAS/SEMANA:  
3

TEORÍA:3

PRÁCTICA:

LABORATORIO:3

SEMINARIO:

TRABAJO  
SUPERVISADO:

HORAS TOTALES  
DE ESTUDIO: 6

SEMESTRE:  
Noveno

APROBADO EN CONSEJO DE  
ESCUELA:

APROBADO EN CONSEJO DE  
FACULTAD:

DESDE:

VIGENCIA  
HASTA:

HOJA  
7 / 7