

ISU CENTRAL TÉCNICO		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	VERSIÓN 2.0 ELAB. 2020/2014. JUNIO 11/2011
SUBCANTIVO FORMATO CÓDIGO: PGT-D031.02	MICROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 02 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN		Página 1 de 1



PERFIL DE TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO

Quito – Ecuador 2025



PERFIL DE TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO

CARRERA: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL

TEMA: Determinar el cambio del tamaño de grano para el acero AISI 1045 mediante un proceso de templado para enfriar en aceite industrial bajo el método de intercepción lineal.

Elaborado por:

SARA VICTORIA DELGADO ALVIA

SANTIAGO RAFAEL ROMÁN SÁNCHEZ

Tutor:

ING. DANIEL CASALIGLIA

Fecha: 30 de enero de 2025

Índice de contenidos

1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Antecedentes	4
1.4. Justificación	5
2.1. ¿Cuáles son las características del acero AISI 1045?.....	6
2.1.1. Metalografía	6
2.1.2. Preparación de muestras metalográficas.....	6
2.1.3. Método de intercepción.....	6
2.2. Templado de aceros.....	7
2.2.1. Diagramas a considerar para realizar el proceso de templado del acero 1045.....	7
2.3. Norma ASTM.....	9

Índice de imágenes

Imagen 1. Demostración del método de intercepción	7
Imagen 2. Diagrama fase Fe-C.....	8
Imagen 3. Diagrama de transformación isométrica	8
Imagen 4. Diagrama TTT del acero 1045.....	9
Imagen 5. Diagrama Temperatura-Tiempo	9

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Composición química del acero 1045	10
Ilustración 2. Tratamiento termico acero 1045.....	10
Ilustración 3. Cronograma de actividades.....	13

Índice de tablas

Tabla 1.....	11
Tabla 2.....	14
Tabla 3.....	14

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 . Número total de granos	6
Ecuación 2. recíproco de numero de el número total de granos	6

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Estudiar el comportamiento del tamaño de grano del acero AISI 1045 al ser enfriado con aceite industrial después de un proceso de templado utilizando el método de intersección lineal con la finalidad de establecer la relación entre el tratamiento térmico y la microestructura del material.

1.2. Objetivos Específicos

- Investigar el comportamiento del tamaño de grano del acero AISI cuando es sometido a un proceso de templado y el método de intersección según norma ASTM E112.
- Aprender el software del microscopio para medir el tamaño de grano de acuerdo a la norma.
- Realizar el proceso de metalografía según todos los lineamientos de ensayos de laboratorio.

1.3. Antecedentes

- Javier Pinon Roballo, Revisión comparativa de las microestructuras de aceros que han sido sometidos a diferentes tratamientos térmicos (2023) Al realizar análisis metalográficos del acero adquirido comercialmente y después de ser tratado térmicamente pudo verificar que el grano del acero se vuelve más uniforme, en el templado se forma la fase de martensita y aumentando las resistencias del material.
- Diego López, Metalografía de Aceros Estructurales al Carbono y Medición del Tamaño de Grano (2018), el procede a realizar un ensayo experimental metalográfico para identificar el material de la probeta donde una de los procesos que utilizó para medir el tamaño de grano fue el método de intersección. Con los resultados obtenidos de las imágenes del microscopio y los

cálculos realizados pudo determinar que el acero de la probeta era el AISI 1045 al comparar las fotomicrografías de otros aceros, al observar la distribución de las propiedades de ferrita y perlita.

- Publicación Semestral Padi Vol. 7 No. Especial 2 81-87 Efecto del Tamaño de Grano Austenítico en el Comportamiento Mecánico para los Aceros AISI 1045 y 4140 Mediante Experimentación y Modelado (2019) Los resultados de las pruebas experimentales y simulaciones indican que el tamaño de grano austenítico crece casi linealmente al inicio, estancándose tras 60 minutos. Aunque afecta a AISI 1045, un TGA (análisis termogravimétrico, técnica termo analítica se mide los cambios) mayor permite un enfriamiento más lento, reduciendo el riesgo de fracturas.

1.4. Justificación

Uno de las limitaciones del laboratorio de tratamientos térmicos de la carrera de mecánica industrial, es que no dispone de un microscopio actualizado donde se permita a los estudiantes puedan realizar prácticas de medición de grano o metalografía de manera efectiva esto se ve justificado con llevar el análisis estructural de las aleaciones metálicas Hierro – Carbono. Por lo tanto, la finalidad de este proyecto es adquirir un microscopio para la investigación que permita a los estudiantes medir el tamaño de grano en probetas de acero después de un proceso de templado, utilizando un microscopio eficiente y comprensible, lo que contribuirá una mejora a la formación práctica de los estudiantes.

2. Marco Teórico

2.1. ¿Cuáles son las características del acero AISI 1045?

El acero AISI 1045 se suele utilizar para la realización de piñones, cuñas, ejes, tornillos y partes de maquinaria pesada por su alta resistencia y dureza. Es un acero que se suele tratar térmicamente para mejorar sus propiedades.

2.1.1. Metalografía

Es la ciencia que estudia la estructura interna y las propiedades físicas y mecánicas de los metales y aleaciones mediante la observación y posterior análisis de la microestructura del material. (El blog de la metalografía, 2023)

2.1.2. Preparación de muestras metalográficas

- Corte
- Desbaste
- Pulido
- Ataque químico
- Limpieza

2.1.3. Método de intercepción

Es uno de los métodos que se usa en la metalografía para calcular el tamaño de la muestra. El tamaño de grano se estima por el número de granos interceptados por 3 o 5 líneas de la fotomicrografía. La longitud es de líneas de milímetro dividida entre el número promedio de granos interceptados por la longitud de intercepción promedio o diámetro de grano. (Ayala, 2018)

2.1.4. Fórmulas según norma ASTM E112

Ecuación 1 . Número total de granos

$$N_L = \frac{N_t}{L_T/M}$$

Ecuación 2. recíproco de numero de el número total de granos

$$L_1 = \frac{1}{N_t}$$

$$G = (-6.6467 \text{ Log}_{10} L_3) - 3.298$$

N_t = número total de granos

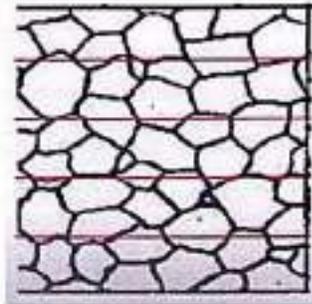
L_T = longitud total (mm)

N_t = número de granos por mm^2

M = magnificación

L_3 = recíproco de número de el número total de granos

Imagen 1. Demostración del método de intercepción



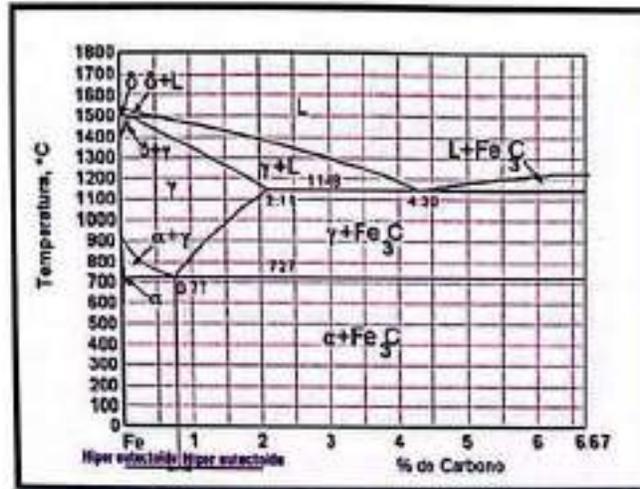
Fuente: (eduweb vids, 2023)

2.2. Templado de aceros

Es considerado la acción de calentar el acero a una temperatura por encima de la temperatura crítica y luego enfriarlo rápidamente en un medio determinado, puede ser por: agua, aceite o aire comprimido. El templado aumenta significativamente la dureza y la resistencia del acero. (Robello, 2023)

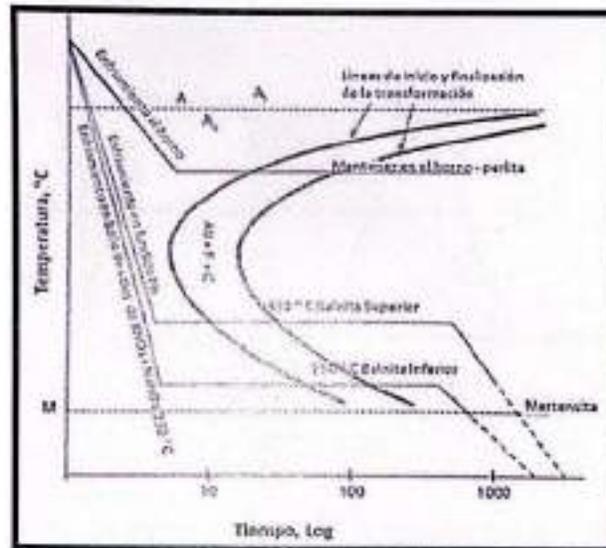
2.2.1. Diagramas a considerar para realizar el proceso de templado del acero 1045.

Imagen 2. Diagrama fase Fe-C



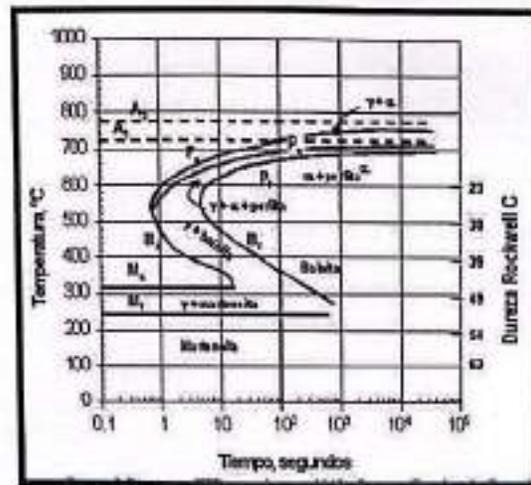
Fuente: (Roballo, 2023)

Imagen 3. Diagrama de transformación isométrica



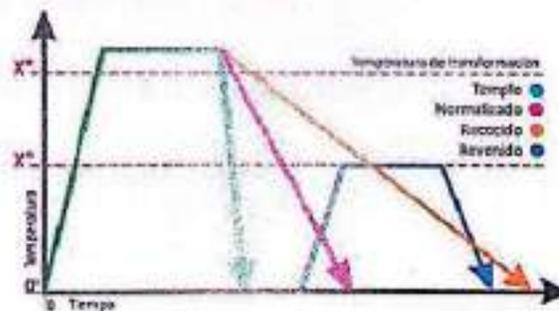
Fuente: (Roballo, 2023)

Imagen 4. Diagrama TTT del acero 1045



Fuente: (Roballo, 2023)

Imagen 5. Diagrama Temperatura-Tiempo



Fuente: (Sapón, 2019)

X° 820 - 850

2.3. Norma ASTM

AISI / SAE 1045 es un acero resistente a la tracción media, de alta resistencia y buena maquinabilidad, responde al tratamiento térmico para ser endurecido. Por su dureza y tenacidad es utilizado para la fabricación de componentes de maquinaria.

Ilustración 1. Composición química del acero 1045

Acero Grado Ingeniería		Referencia 1045				
Norma comparable: AISI/SAE: 1045 DIN: Ck45 AFNOR: XC45 UNI: C45 BS: BS8 A45	Composición Química: (Análisis en %)	C	Mn	Si	S	P
		0.43 - 0.52	0.60 - 0.90	0.20 - 0.40	Max. 0.05	Max. 0.04

C 0.43 / 0.50% P max. 0.04%
 Mn 0.60 / 0.90% S max. 0.05%
 Si 0.15 / 0.30%
 Acero al carbón 1045

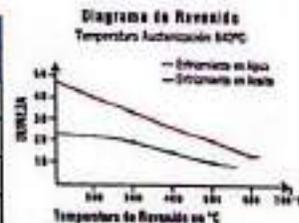
Tratamientos Térmicos:

Forja: 1150° - 1200°C, enfriar lento (en cenizas).
 Recocido: 760° - 815°C, enfriar en horno.
 Normalizado: 870° - 950°C, enfriar en aire.
 Templado: 830° - 855°C, enfriar en agua o aceite.
 Revenido: 300° - 650°C, enfriar en aire.

Ilustración 2. Tratamiento termico acero 1045

Tratamiento Térmico	Temperatura °C	Medio de Enfriamiento
Forja	850 / 1100	Cenizas o Arena
Temple	815 / 870	Aceite
Normalizado	850 / 900	Aire
Recocido total	815 / 885	Horno
Revenido	Ver Diagrama	Aire

*Tener presente que los tratamientos térmicos modifican las propiedades mecánicas de origen del material.



El tiempo de sostenimiento a esta temperatura es de 1 hora + 1 hora por pulgada de espesor o diámetro de la pieza. Posteriormente se enfría en el horno o al aire.

3. Etapas de desarrollo del Proyecto

Tabla 1.

Actividades

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	IMÁGENES
ETAPA INICIAL	Investigar los recursos necesarios para hacer el Análisis metalográfico de acuerdo a la norma ASTM E112.	
	Comprar los materiales e implementos.	
	Cortar el eje	
	Refrentar las probetas en el torno	
	Lijar las probetas	
	Pulir las probetas	
	Realizar el ataque químico	
ETAPA FINAL	Introducir las probetas del horno para templar	

Sacar las probetas del horno y enfriar con aceite industrial	
Lijar las probetas	
Pulir las probetas.	
Realizar el ataque químico de las probetas.	
Medir el tamaño de grano de las probetas de Acuerdo a la imagen proyectada por el Microscopio.	
Conclusiones Después del tratamiento termico pudimos comprobar que el acero aisi 1045 enfriado en aceite industrial es más lento por lo tanto se transforma gradualmente de austenita a martensita, así que obtiene mayor tenacidad, el tamaño de grano se achica en resumen el enfriamiento por aceite ofrece un equilibrio entre dureza y tenacidad lo que lo convierte en una opción versátil para la industria	

Fuente: Propia

4. Alcance

Medir el tamaño de grano del acero AISI 1045 al ser uno de los aceros más utilizados en la industria mediante el método de intercepción a razón de que este es uno de los métodos más sencillos para medir el tamaño de grano de los aceros. Se realiza el proceso de metalografía según norma antes y después del proceso templado con dos probetas del acero de 5 mm y 7 mm.

5. Cronograma

Ilustración 3. Cronograma de actividades

TEMA: Determinar el cambio del tamaño de grano para el acero AISI 1045 mediante un proceso de templeado para enfriar en aceite industrial bajo el método de intersección lineal.		TABLA DE DESEMPEÑO 100% <i>Nota</i> CUMPLIDO "O" 50% <i>Nota</i> EN PROCESO "O" 0% <i>Nota</i> NO CUMPLIDO "O"																		
OBJETIVO: Estudiar el comportamiento del tamaño de grano del acero AISI 1045 al ser enfriado con aceite industrial después de un proceso de templeado utilizando el método de intersección lineal con la finalidad de establecer la relación del tratamiento térmico y la microestructura del material.																				
		SEMANA 1 SEMANA 2																		
		L Ma M J V L Ma M J V																		
FASE	ITEM	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	PODERACION																
INICIAL	1	Investigar todos los recursos necesarios para hacer un análisis metalográfico de acuerdo a la norma	Tecista 1-2	10%	x	x	x	x												
	2	Realizar una inspección al laboratorio de tratamientos térmicos para saber los recursos disponibles	Tecista 1-2	5%						x	x	x	x							
	3	Realizar una lista de todos los elementos y recursos no disponibles en el laboratorio de procesos térmicos	Tecista 1-2	2%						x	x	x	x							
	4	Gestionar los elementos y recursos faltantes	Tecista 1-2	2%						x	x	x	x							
	5	Cotizar materiales, elementos y recursos no disponibles para hacer el análisis metalográfico	Tecista 1-2	10%																
EJECUCIÓN	6	Comprar los materiales e implementos	Tecista 1-2	15%																
	7	Plantear los posibles escenarios de los resultados de la investigación	Tecista 1-2	5%																
	8	Realizar el proceso de templeado al acero 1045	Tecista 1-2	25%																
	9	Someter la probeta a enfriamiento de acuerdo a la norma con aceite industrial	Tecista 1-2	2%																
	10	Realizar un análisis metalográfico de la probeta	Tecista 1-2	5%																
FINAL	11	Hacer una comparación del comportamiento del grano de la probeta	Tecista 1-2	1%																
	12	Escribir las conclusiones de acuerdo al resultado obtenido	Tecista 1-2	4%																
	13	Determinar si en la investigación estuvo de acuerdo a los escenarios planteados	Tecista 1-2	10%																
	14	Realizar los documentos de sustento de toda la investigación.	Tecista 1-2	1%																
	15	Exponer los resultados	Tecista 1-2	3%																
				100%	100					0										

Fuente: Propia

6. Talento humano

Tabla 2.

Talento humano

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	DELGADO ALVIA SARA VICTORIA	INVESTIGADOR	MECÁNICA INDUSTRIAL
2	ROMÁN SÁNCHEZ SANTIAGO RAFAEL	INVESTIGADOR	MECÁNICA INDUSTRIAL

Fuente: Propia

7. Recursos materiales

Tabla 3.

Recursos y materiales

EQUIPOS Y MATERIALES	CANTIDAD
Microscopio	1
Probetas de acero AISI 1045	2
Nital	1
Pinzas	1
Sierra	1
Aceite industrial	1
Software de dibujo	1
Lijas de agua	8
Vidia	1

Alcohol

1

Fuente: Propia

8. Asignaturas de apoyo

- Ciencias de materiales
- Proyectos
- Procesos térmicos

9. Bibliografía

Ayala, D. M. (2018). Metalografía de Aceros Estructurales al Carbono y Medición del tamaño de grano. ESPOCH, 2.

eduweb vids. (2023). *Método de Intersección Lineal o de Heyn | Método para Calcular*

Tamaño de Grano. Obtenido de eduweb vids:

<https://www.youtube.com/watch?v=kCf25ISQ6hk>

El blog de la metalografía. (16 de mayo de 2023). *Introducción a la metalografía:*

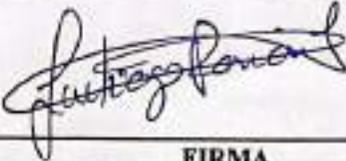
Conceptos básicos de la preparación de muestras, técnicas de observación y análisis de microestructuras. Obtenido de <https://metalografia.es/?p=262>

Roballo, J. A. (2023). Revisión comparativa de las microestructuras de aceros que han sido sometidos a diferentes tratamientos térmicos. *Ingenio Magno*, 78-90.

REALIZADO POR:

SARA VICTORIA DELGADO ALVIA	
NOMBRE	FIRMA

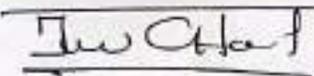
REALIZADO POR:

SANTIAGO RAFAEL ROMÁN SÁNCHEZ	
NOMBRE	FIRMA

REVISADO POR:

ING. DANIEL CASALIGLIA	
NOMBRE	FIRMA

APROBADO POR:

ING. IVAN CHOCA	
NOMBRE	FIRMA



CARRERA: Mecánica Industrial

FECHA DE PRESENTACIÓN:

22 de noviembre de 2025

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:

Delgado Alvia Sara Victoria

Román Sánchez Santiago Rafael

TÍTULO DEL PROYECTO TÉCNICO: Determinar el cambio del tamaño de grano para el acero AISI 1045 mediante un proceso de templado para enfriar en aceite industrial bajo el método de Intercepción lineal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

CUMPLE

NO CUMPLE

• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN

• ANÁLISIS

• DELIMITACIÓN.

• PROBLEMÁTICA

• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

GENERALES:

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO

SI

NO

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI

NO

JUSTIFICACIÓN:		
	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE:		
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:		
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE EL PROYECTO TÉCNICO A REALIZAR	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:		
	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS: OBSERVACIONES :		
CRONOGRAMA : OBSERVACIONES :		

FUENTES DE INFORMACIÓN:

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado

el diseño de proyecto técnico por las siguientes razones:

- a) _____
- _____
- _____
- b) _____
- _____
- _____

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: ING. DANIEL CASALIGLIA



**22 DE NOVIEMBRE DE 2024
FECHA DE ENTREGA DE INFORME**