



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TEMA:

ANÁLISIS DE LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 7075 SOMETIDO A TRATAMIENTO TÉRMICO DE NORMALIZADO.

Autores:

**Escola Yacelga Stalin Geovanny
Granada Molina Jhonny Patricio**

Director:

Ing. Arguello Maya Édison

Oswaldo

Latacunga

2020



Introducción

- Para este proyecto se mecanizó nueve probetas planas del aluminio 7075 basada en la norma ASTM B 557-15 las cuales fueron sometidas a ensayos de tracción y tratamiento térmico de normalizado.
- El tratamiento térmico de normalizado se realizó en dos grupos de probetas las primeras tres fueron sometidas a temperatura de 300 grados Celsius y las otras tres fueron sometidas a 325 grados Celsius, todas en un tiempo de 12 minutos, las tres probetas restantes no fueron sometidas a ningún tratamiento lo cual nos permitió comparar los resultados de estas probetas con las tratadas térmicamente.
- Se realizó el ensayo de dureza Rockwell basada en la norma ASTM E-18 con el cual se verifica que debido al tratamiento térmico de normalizado aplicado en las probetas de aluminio la dureza del material disminuyó.
- Se realizó el proceso metalográfico basada en la norma ASTM E-03 para verificar el cambio de la microestructura del aluminio, siendo esta diferente en las tres condiciones.



Justificación

- El aluminio junto a sus diferentes aleaciones se ha convertido en uno de los materiales de mayor importancia a nivel industrial dado que ocupan el segundo lugar con respecto a los aceros, las aleaciones de aluminio se usan con fines estructurales, la razón fundamental por la que ha ganado gran importancia es gracias a las propiedades que presentan.
- Por esta razón se decidió realizar un tratamiento térmico por normalizado para después evaluar las propiedades mecánicas de la aleación de Aluminio 7075 mediante los ensayos de dureza, tracción y el análisis microestructural para luego con los datos obtenidos determinar que condición nos brinda las mejores propiedades.

Objetivo general

Analizar la aleación de aluminio 7075 sometido a tratamiento térmico de normalizado y su incidencia en las propiedades mecánicas y microestructural.



Propiedades Mecánicas del Aluminio 7075

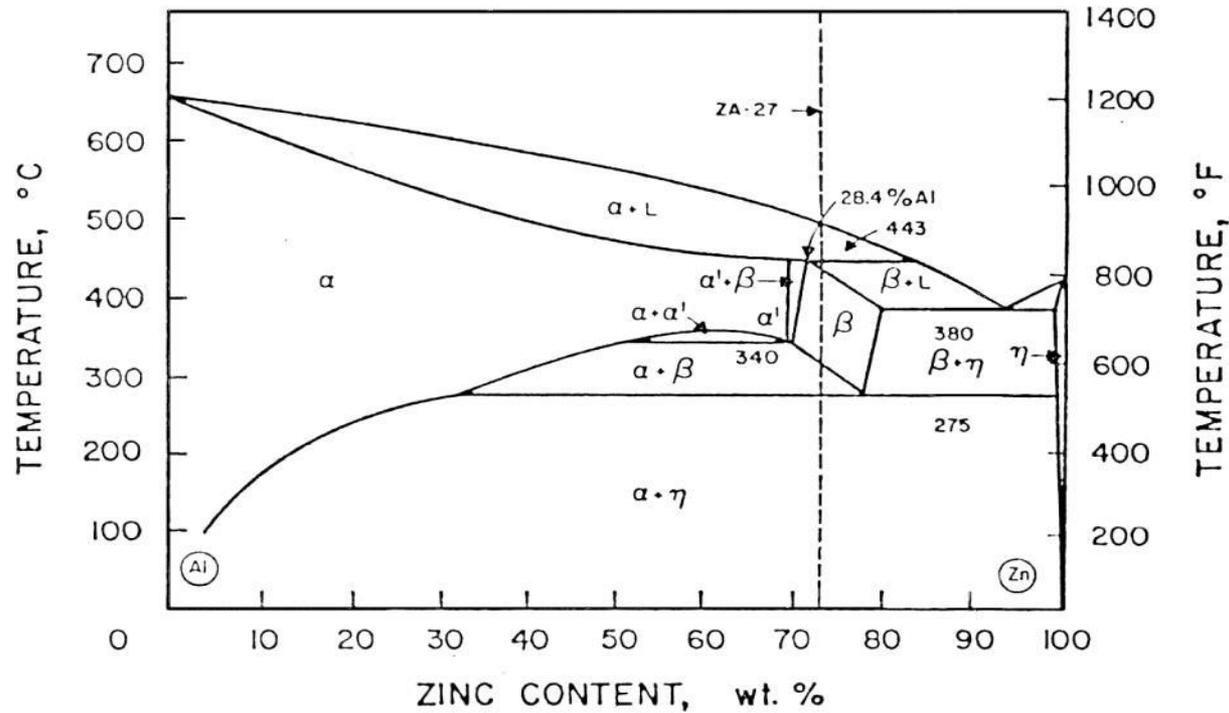
DUREZA BRINELL-HBS	ESPEURA		RESISTENCIA RM MPA		LÍMITE ELÁSTICO RP 0.2 MPAA	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Típico						
180	25	50	530	570	45	500
170	50	80	510	550	430	470
160	80	100	480	515	410	430
145	100		460	490	360	370

Composición Química del Aluminio 7075

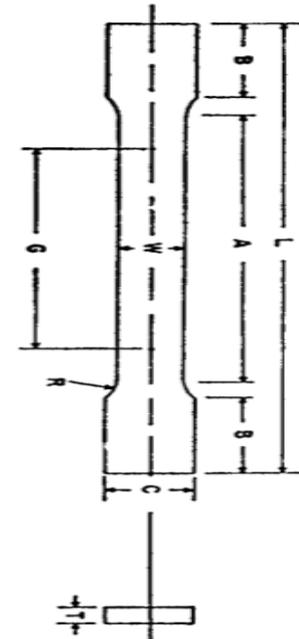
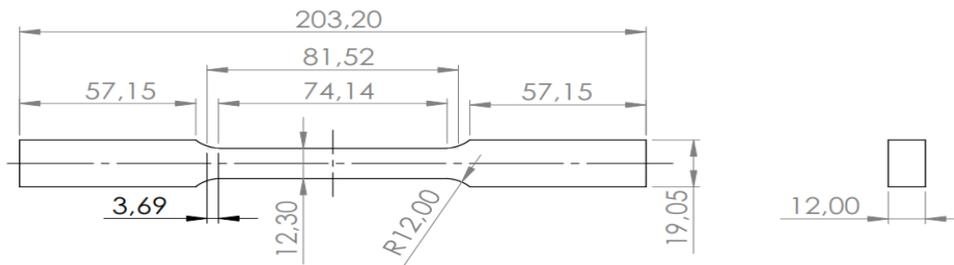
%	CR	CU	FE	MG	MN	NI	SI	TI	ZN	ZR+ T	OTR OS	AL
Min.	0.18	1.2		2.1					5.1			
Max	0.28	2.0	0.5	2.9	0.30	0.05	0.4	0.20	6.1	0.25	0.05	Rest ante



Diagrama de fases de Aluminio-Zinc



Diseño de las probetas de Aluminio 7075 según normativa B557-15



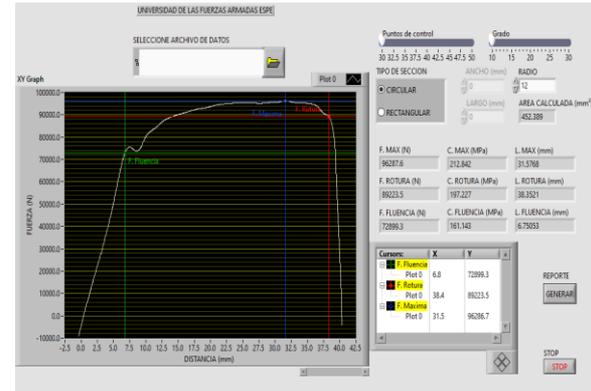
Datos	Valores
G: Longitud de la puerta	2 in ± 0.005
W: Anchura	0.500 in ± 0.010
T: Espesor	0.47 in
R: Radio del filete	0.5 in
L: Longitud total	8 in
A: Longitud de la sección reducida	2.25 in
B: Longitud de la sección de agarre	2 in
C: Anchura de la sección de agarre	0.75 in



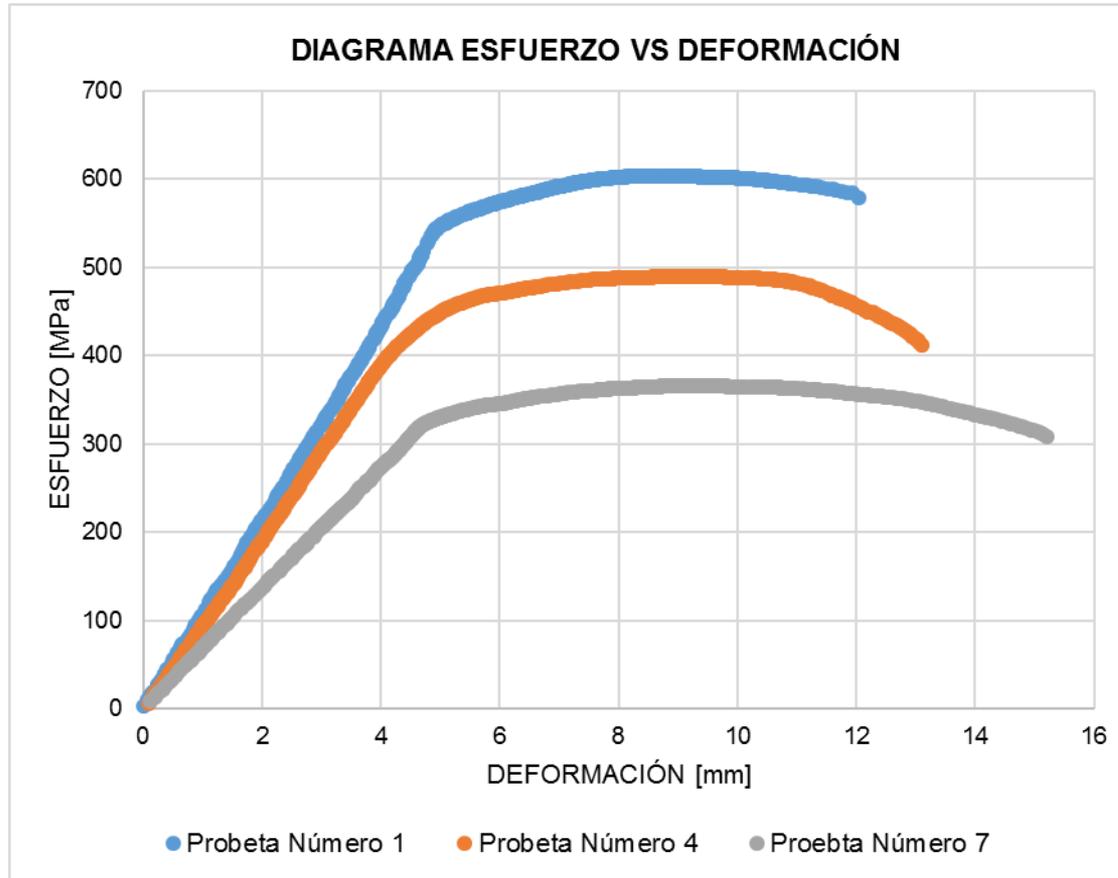
Tratamiento térmico de normalizado



Puesta a punto de la máquina universal Time Shijin serie WAW-600C



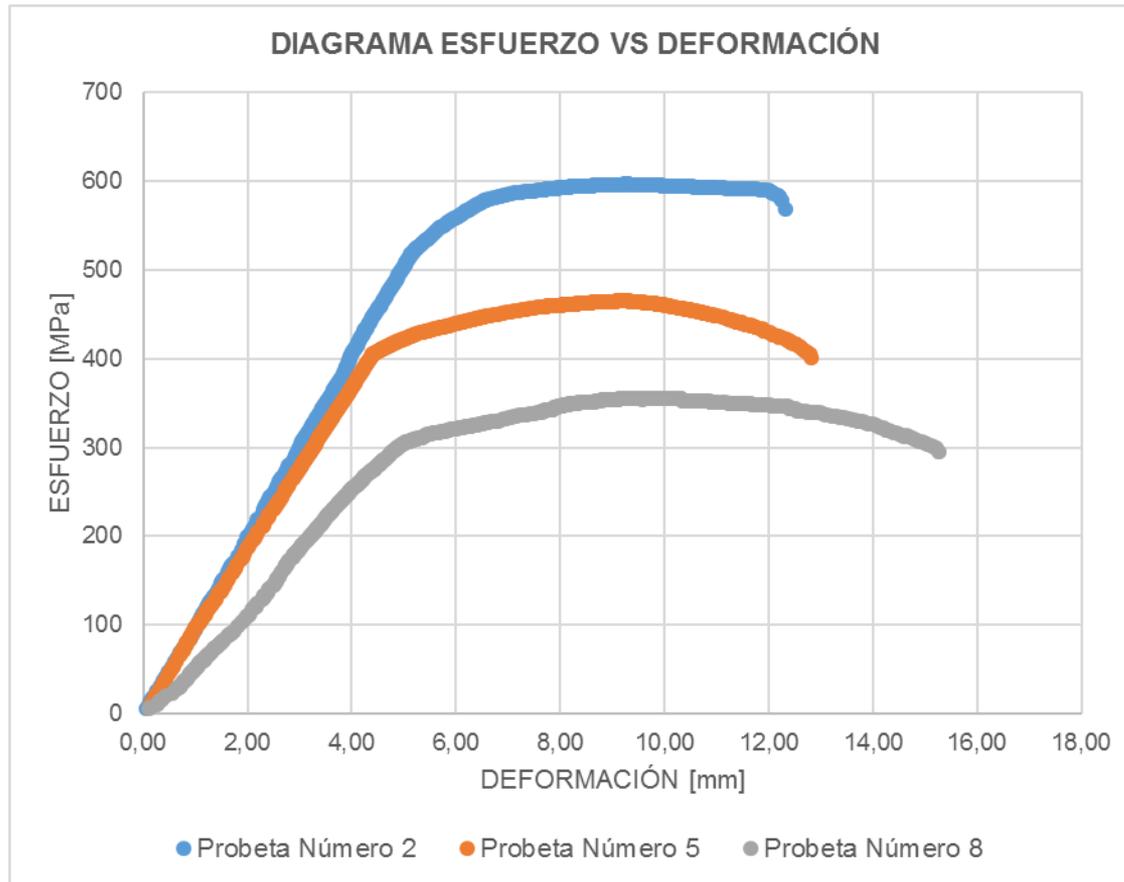
Comparación de las probetas en condición original y con tratamiento térmico de normalizado de 300°C y 325°C.



Probeta 1. Condición Original
Probeta 4. Tratamiento térmico normalizado 300°C.
Probeta 7. Tratamiento térmico a 325° C.



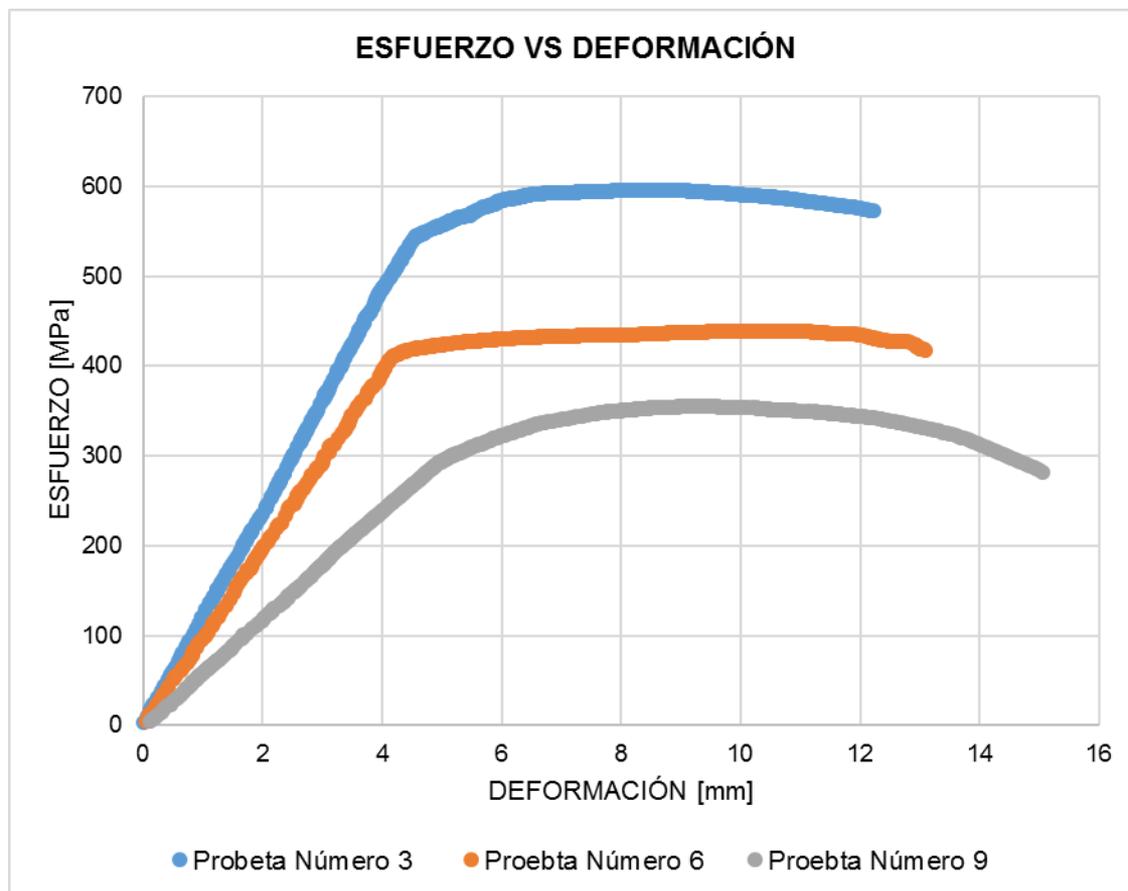
Comparación de las probetas en condición original y con tratamiento térmico de normalizado de 300°C y 325°C.



Probeta 2. Condición Original
Probeta 5. Tratamiento térmico normalizado 300°C.
Probeta 8. Tratamiento térmico a 325° C.



Comparación de las probetas en condición original y con tratamiento térmico de normalizado de 300°C y 325°C.



Probeta 3. Condición Original
Probeta 6. Tratamiento térmico normalizado 300°C.
Probeta 9. Tratamiento térmico a 325° C.



Ensayo de tracción de las probetas.

PROBETAS EN ESTADO ORIGINAL			
Número de Probeta	Esfuerzo Máximo [Mpa]	Esfuerzo de Rotura [Mpa]	Esfuerzo de fluencia [Mpa]
1	604,1	578,64	543,5
2	596,44	568,6	517,7
3	596.06	572.41	544.5
Media	598,87	573,22	535,17
Desviación Estándar	4,536180478	5,068375808	15,13186483

PROBETAS A 300° CELSIUS			
Número de Probeta	Esfuerzo Máximo [Mpa]	Esfuerzo de Rotura [Mpa]	Esfuerzo de fluencia [Mpa]
4	480,6	412,02	406,72
5	464,83	400,61	405,34
6	448.95	417.79	404.27
Media	464,79	410,14	405,44
Desviación Estándar	15,82503186	8,74293429	1,228264358

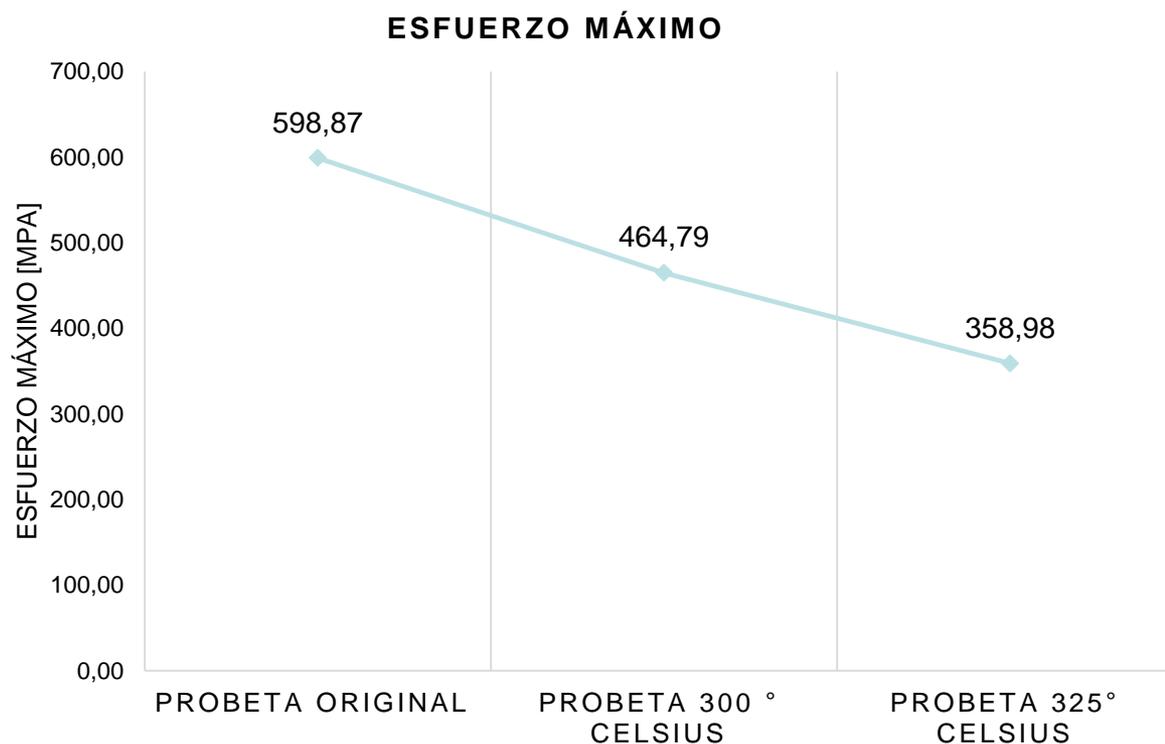


Ensayo de tracción de las probetas.

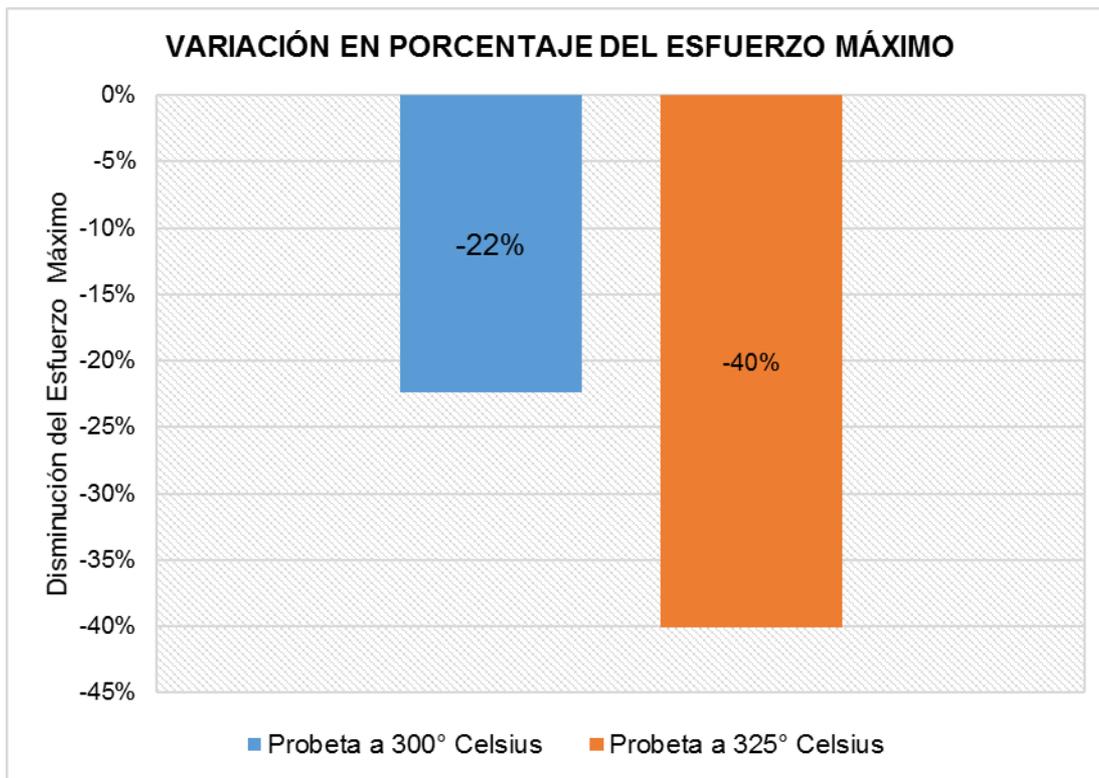
PROBETAS A 325°C			
Número de Probeta	Esfuerzo Máximo [Mpa]	Esfuerzo de Rotura [Mpa]	Esfuerzo de fluencia [Mpa]
7	366,5	308,71	319,19
8	355,27	295,43	306,49
9	355,16	281,71	293,56
Media	358,98	295,28	306,41
Desviación Estándar	6,515629926	13,50059752	12,815172



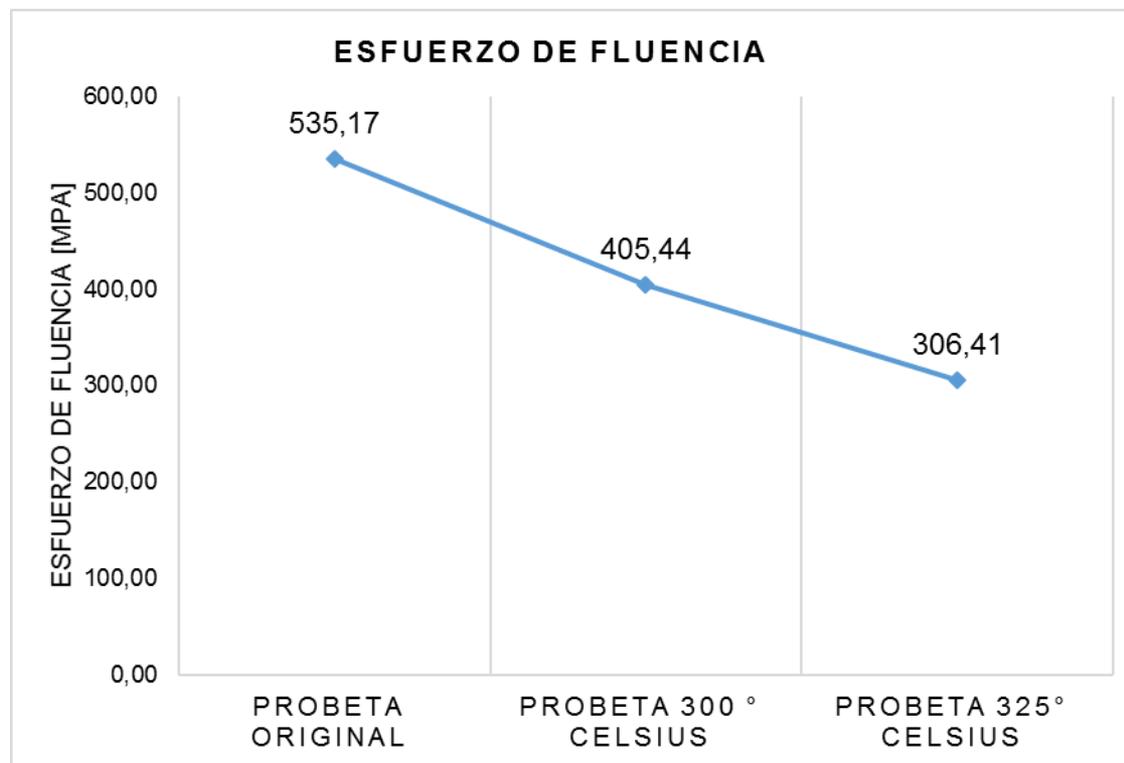
Comparación de la media de las propiedades mecánicas de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



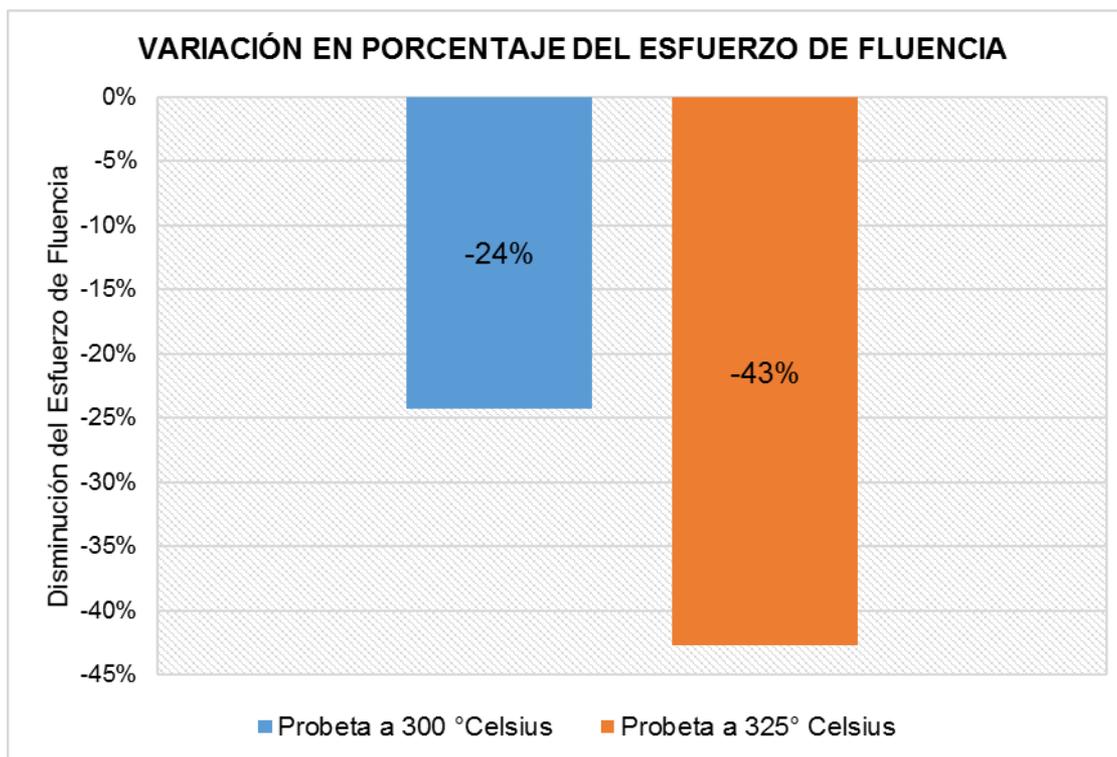
Variación en porcentaje de las propiedades mecánicas.



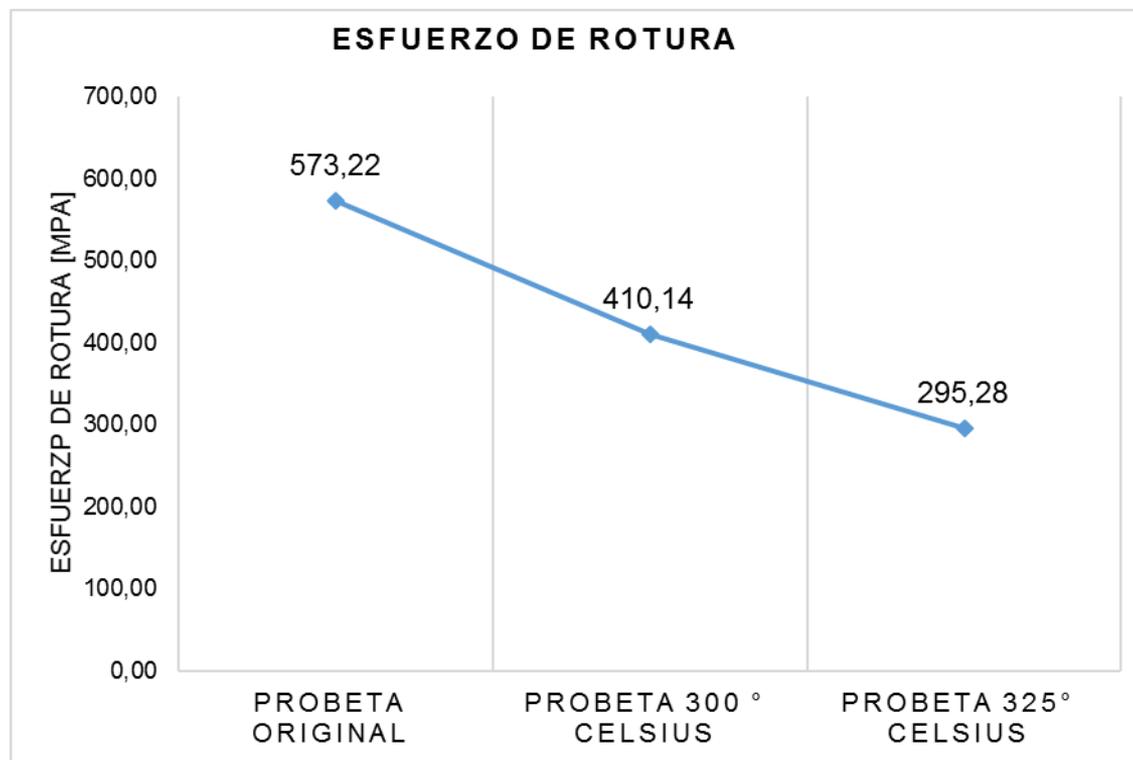
Comparación de la media de las propiedades mecánicas de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



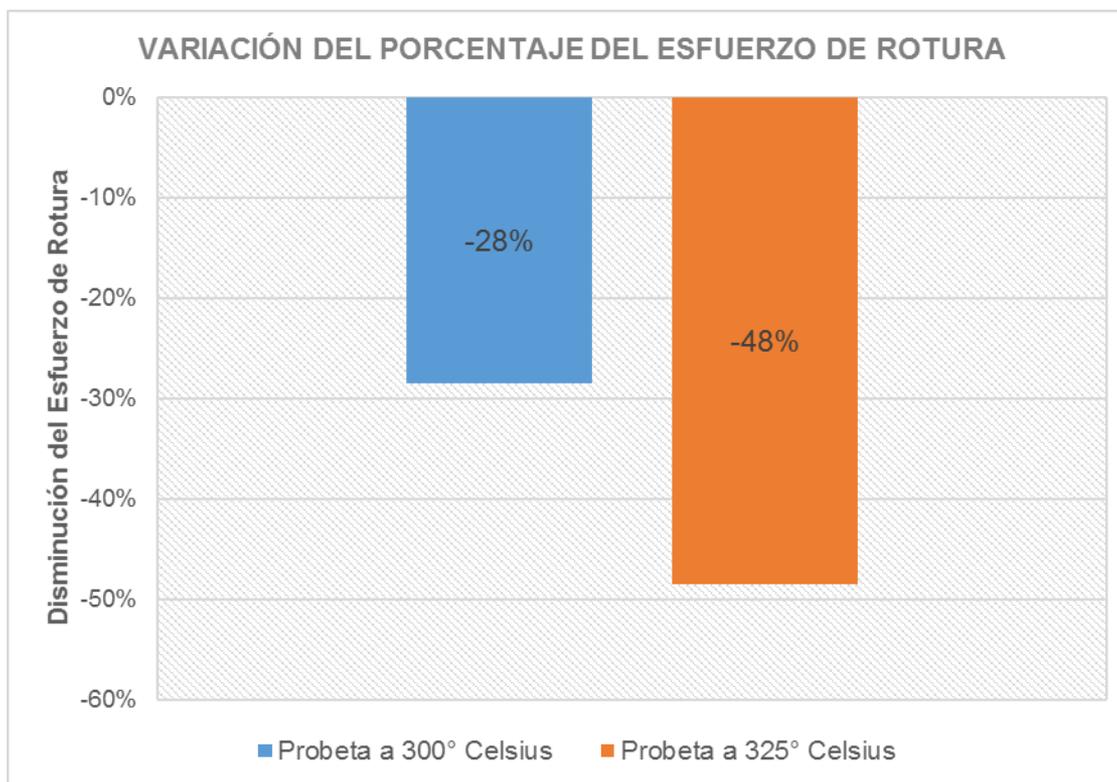
Variación en porcentaje de las propiedades mecánicas.



Comparación de la media de las propiedades mecánicas de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



Variación en porcentaje de las propiedades mecánicas.



Cálculo de la elongación.

PROBETA EN ESTADO ORIGINAL

Número de Probeta	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Elongación(%)
1	50,8	60,82	20%
2	50,8	60,68	19%
3	50,8	60,4	19%
Promedio	50,8	60,63	19%
Desviación Estándar del porcentaje de Elongación			0,21

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} * 100\%$$

PROBETA CON TRATAMIENTO TÉRMICO NORMALIZADO A 300° CELSIUS

Número de Probeta	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Elongación(%)
4	50,8	61,01	20%
5	50,8	61,18	20%
6	50,8	61,37	21%
Promedio	50,8	61,19	20%
Desviación Estándar del porcentaje de Elongación			0,18

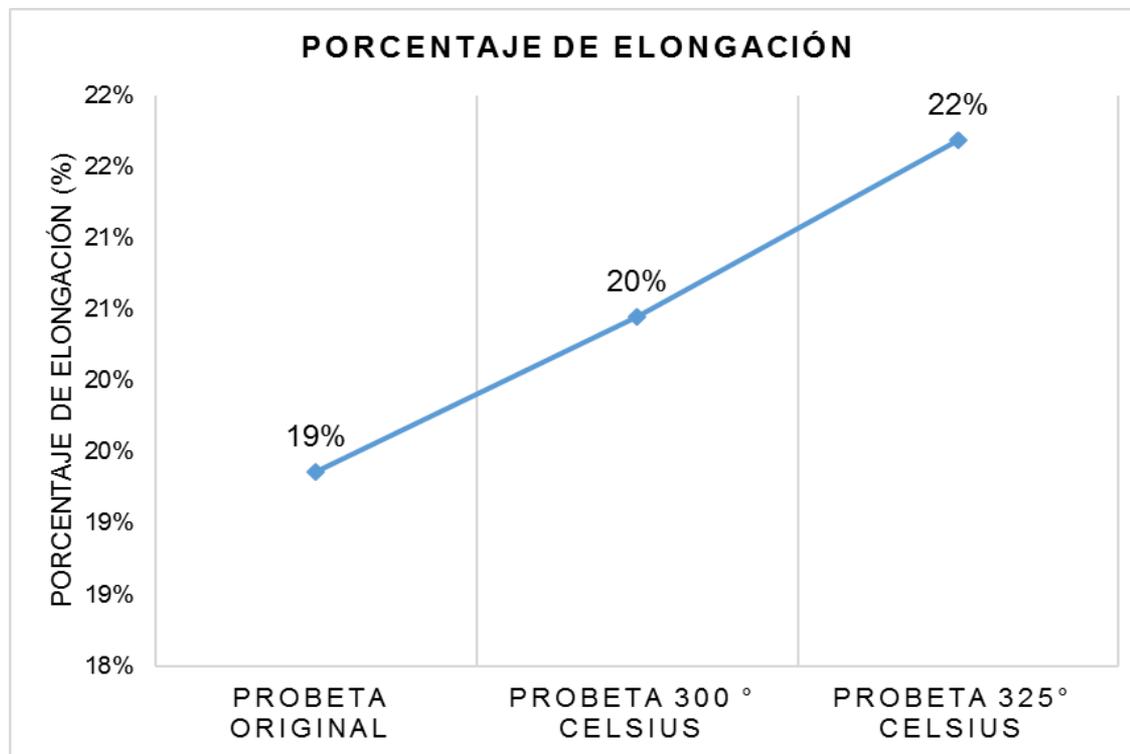


Cálculo de la elongación.

PROBETA CON TRATAMIENTO TÉRMICO NORMALIZADO A 325° CELSIUS			
Número de Probeta	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Elongación(%)
7	50,8	62,51	23%
8	50,8	62,3	23%
9	50,8	60,64	19%
Promedio	50,8	61,817	22%
Desviación Estándar del porcentaje de Elongación		1,02	



Comparación de la media de elongación de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



Cálculo de la tenacidad.

Probeta en Estado Original	
Número de	Tenacidad
Probeta	(N)
1	10,79
2	11,22
3	11,57
Promedio	11,193
Desviación	0,3907
Estándar	

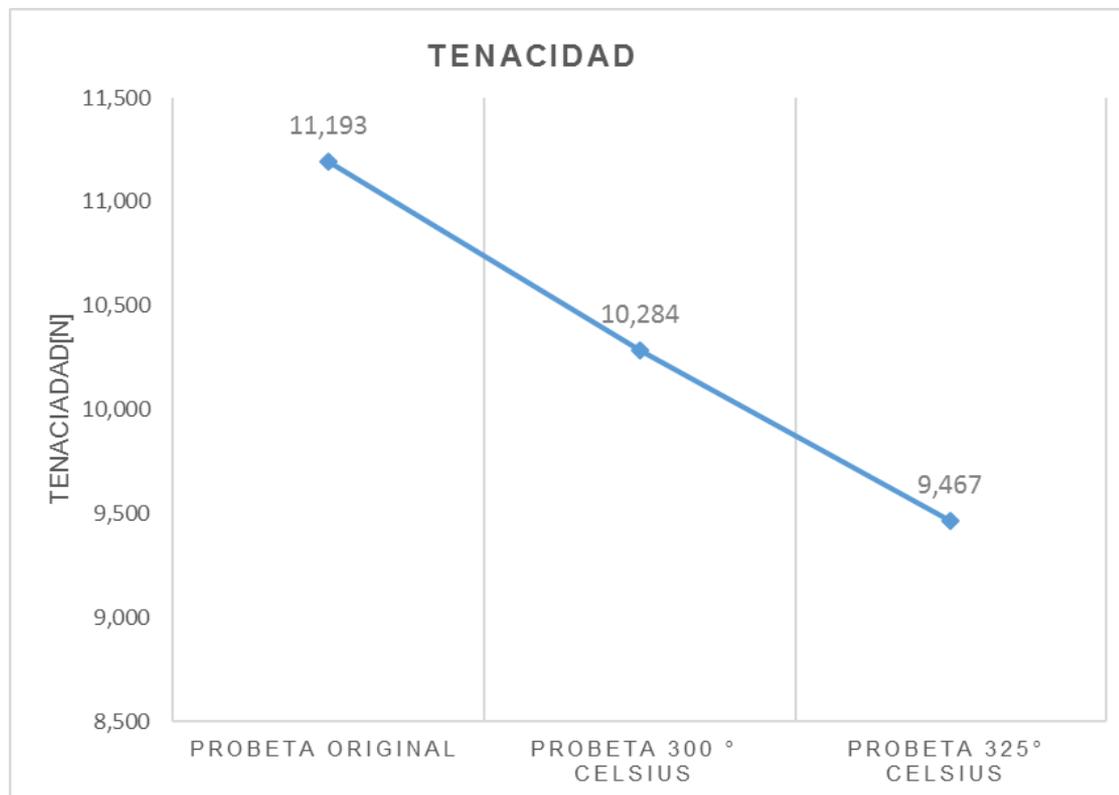
Probeta con Tratamiento de Normalizado a 300°Celsius	
Número de	Tenacidad
Probeta	(N)
4	9,612
5	9,67
6	11,57
Promedio	10,284
Desviación	1,1141
Estandar	

Probeta con Tratamiento de Normalizado a 325°Celsius	
Número de	Tenacidad
Probeta	(N)
7	9,36
8	9,4
9	9,64
Promedio	9,467
Desviación	0,1514
Estándar	

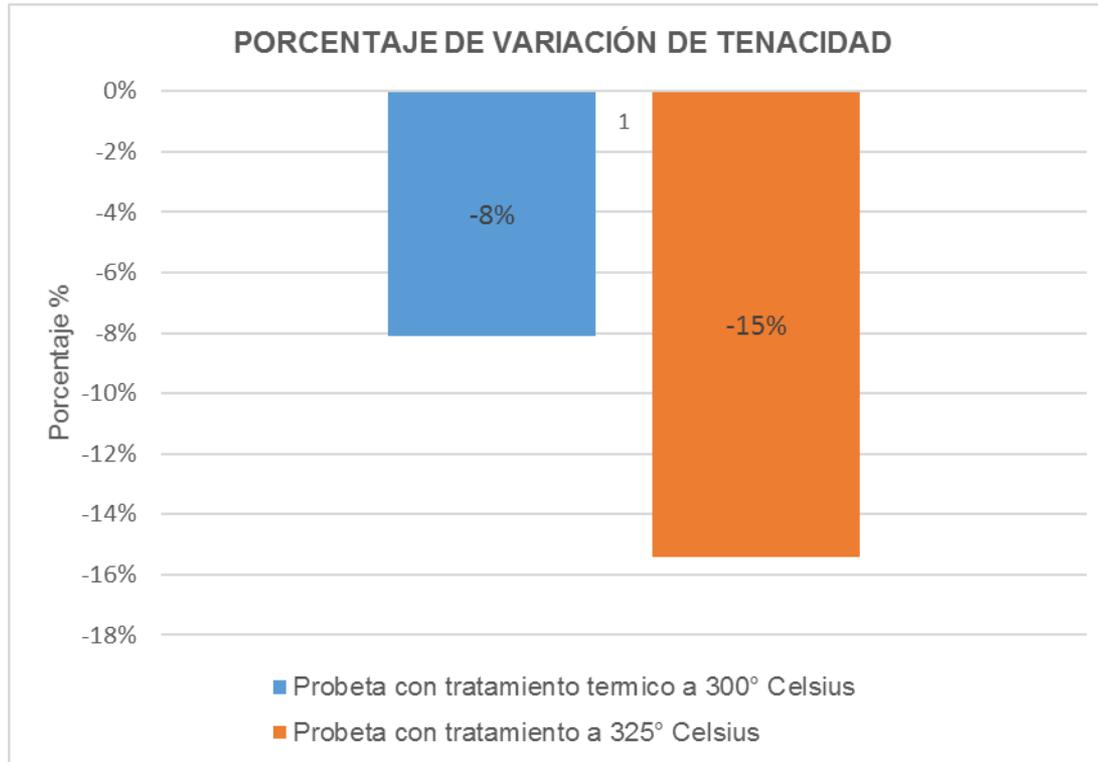
$$T = \int_0^{\varepsilon} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon$$



Comparación de la media de tenacidad de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



Variación en porcentaje de la tenacidad.



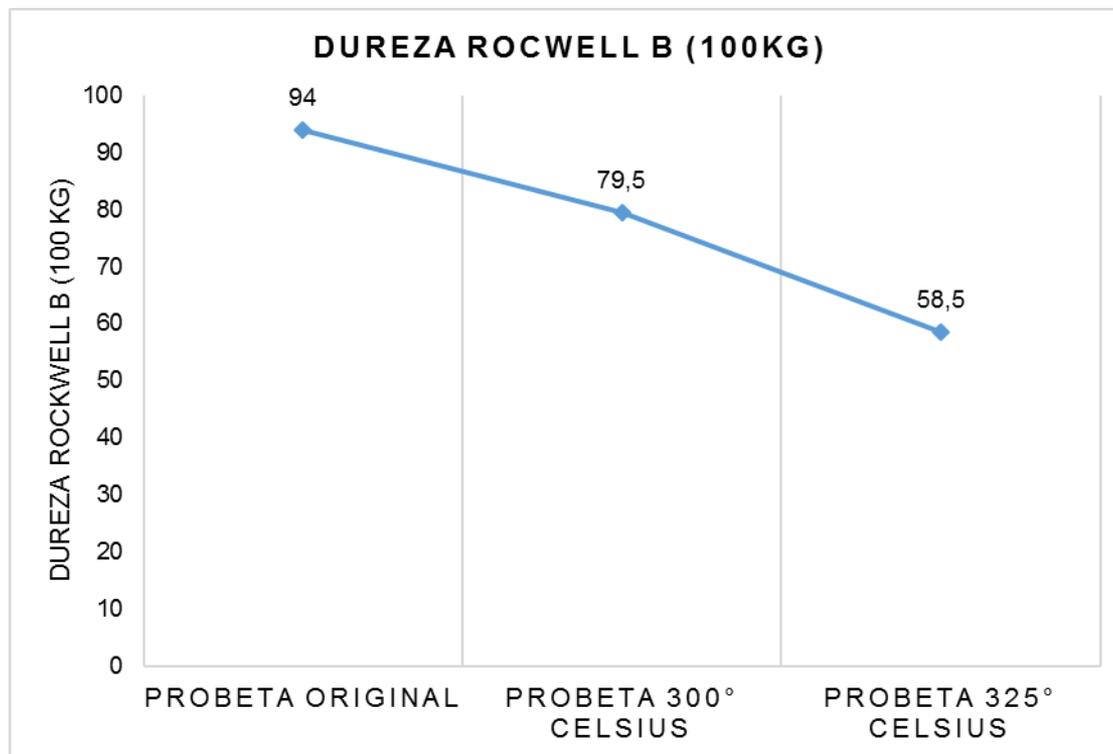
Ensayo de Dureza.

ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL B

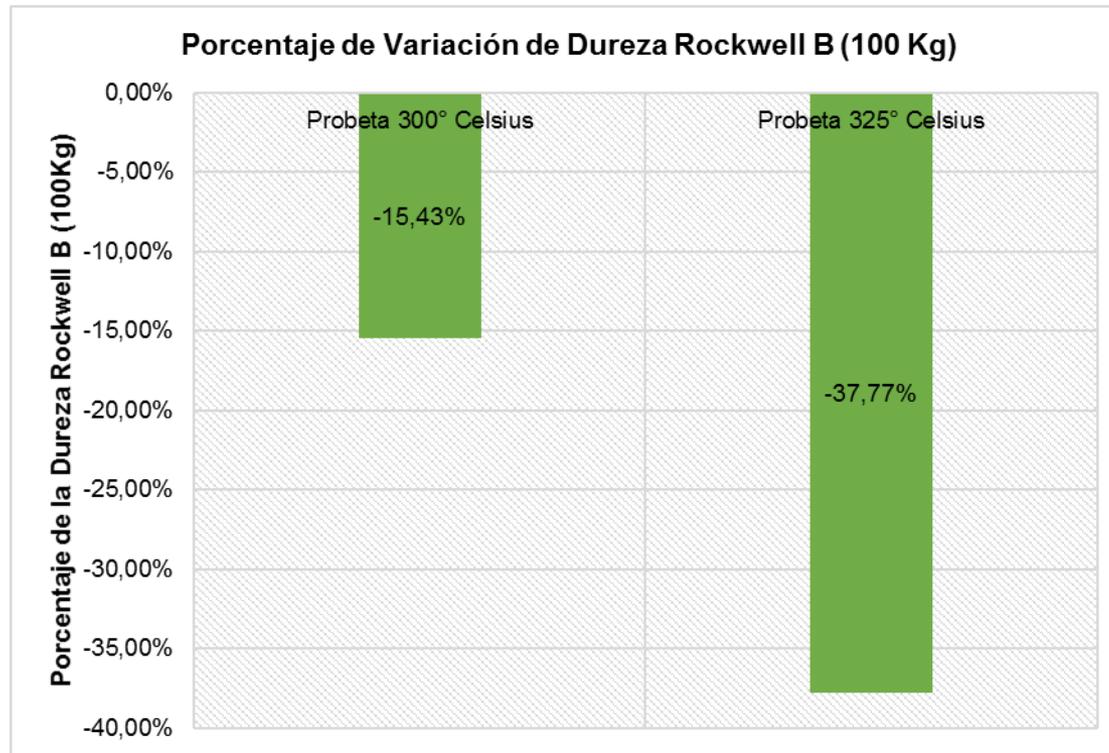
Probeta Original		Probeta 300° Celsius		Probeta 325° Celsius	
Número de Prueba	Valor (HRB)	Número de Prueba	Valor (HRB)	Número de Prueba	Valor (HRB)
1	93	1	75	1	58
2	93,5	2	78	2	60
3	93	3	81	3	59
4	94,5	4	81,5	4	58,5
5	96	5	82	5	57
Valor Promedio	94	Valor Promedio	79,5	Valor Promedio	58,5
Desviación Estándar	1,27	Desviación Estándar	2,95	Desviación Estándar	1,11



Comparación de la media de dureza de las probetas en condición original y con tratamiento normalizado a 300° C y 325° C.



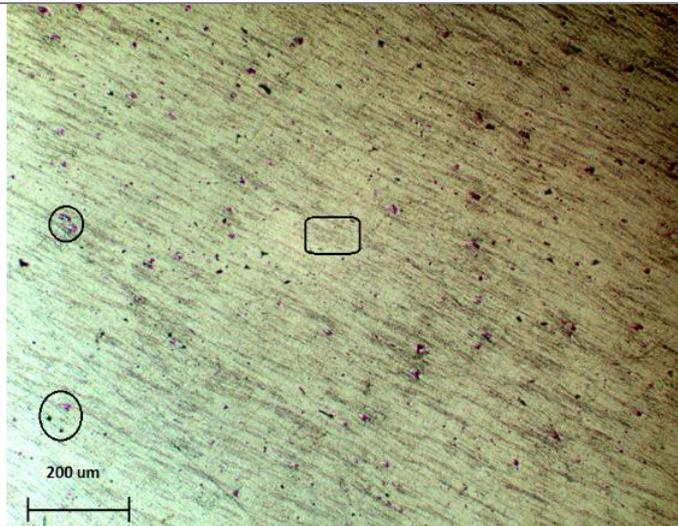
Variación en porcentaje de la dureza.



Ensayo Metalográfico.

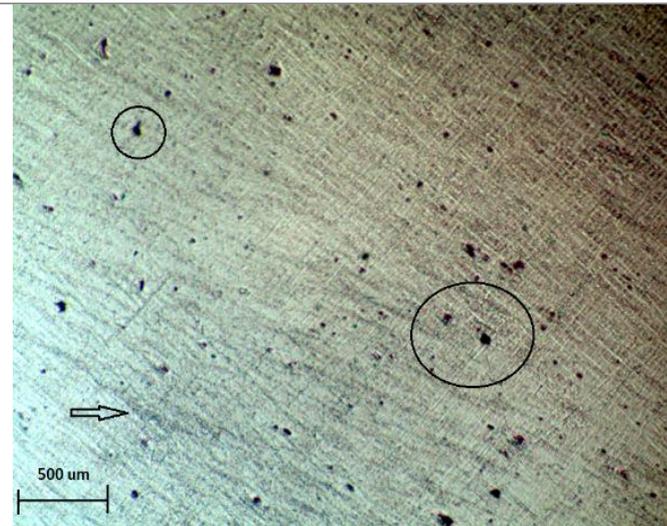
Comparación de imágenes 200X

Sin tratamiento



Comparación de imágenes 500X

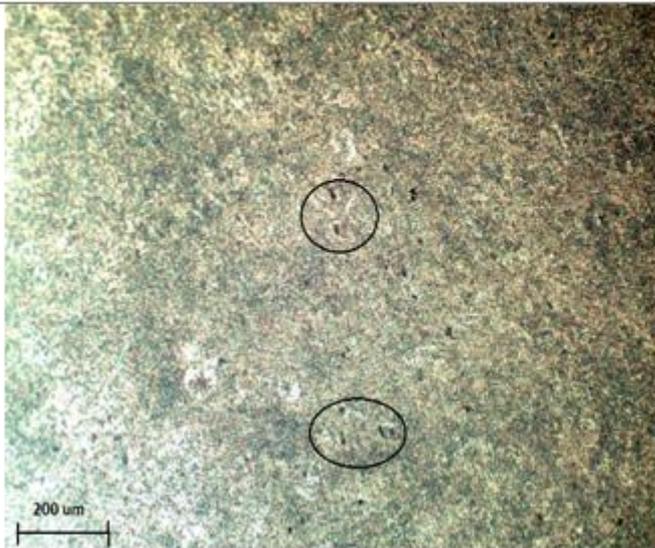
Sin tratamiento



Ensayo Metalográfico.

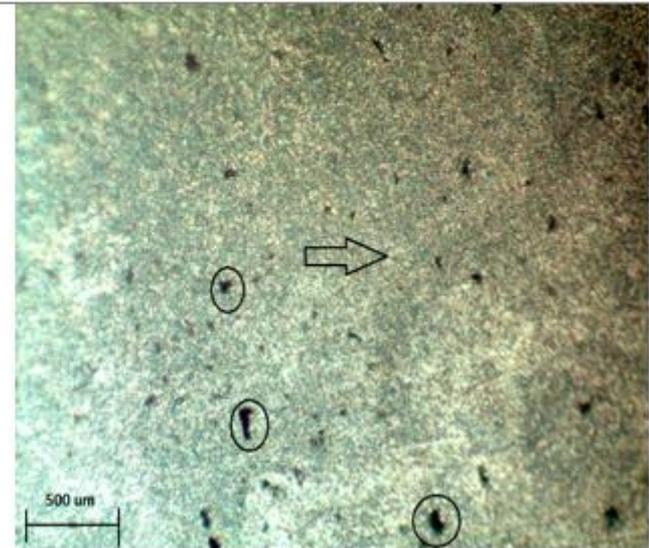
Comparación de imágenes 200X

Tratamiento a 300 ° Celsius por 12 minutos



Comparación de imágenes 500X

Tratamiento a 300 ° Celsius por 12 minutos

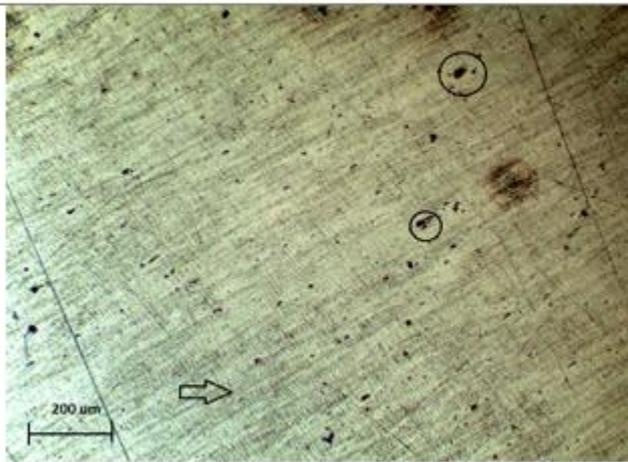


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Ensayo Metalográfico.

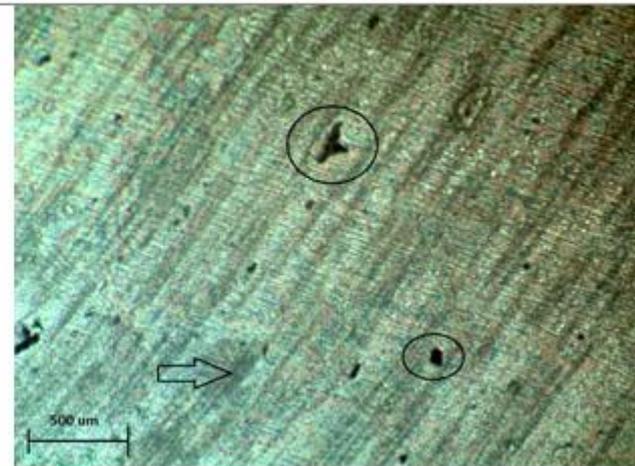
Comparación de imágenes 200X

Tratamiento a 325° Celsius por 12 minutos



Comparación de imágenes 500X

Tratamiento a 325° Celsius por 12 minutos



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Conclusiones.

- Mediante la información recopilada, se conoció que el aluminio presenta condiciones y propiedades requeridas para el diseño de estructuras mecánicas.
- El mantenimiento a la máquina universal Time Shijin serie WAW-600C disponible en el laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, se lo realizó en los sistemas hidráulico y eléctrico, en especial en la creación de una nueva interfaz para la interacción entre máquina-humano en el software Labview para obtención de datos en tiempos reales, aunque debido a la instalación de un sensor de presión no adecuado, en tesis anteriores la señal saliente tiene mucho ruido es por eso que se optó por un filtrado de señal en el mismo software que permitió tener una señal más limpia pero no completamente libre de ruido.



Conclusiones.

- De un total de nueve probetas de aluminio 7075 seis fueron tratadas térmicamente por normalizado en el horno de mufla en intervalos de temperatura de 300 °C, y 325 °C en un tiempo de 12 minutos, y las tres restantes en condiciones originales, lo cual permitió adquirir datos que posteriormente fueron comparados entre si determinando que existía disminución de las propiedades mecánicas en las probetas tratadas térmicamente, el medio de enfriamiento fue a temperatura ambiente como lo requiere un tratamiento de normalizado
- Se realizó ensayos de tracción a las nueve probetas en la máquina universal Time Shijin serie WAW-600C luego de su puesta a punto, obteniendo la curva esfuerzo vs deformación que permite identificar la variación de las propiedades mecánicas del material al ser tratado térmicamente en comparación con su condición original.



Conclusiones.

- En el ensayo de dureza Rockwell se identificó los valores de dureza de cada una de las probetas en condiciones originales y con tratamiento térmico de 300° y 325° C mostrando que en condición original del material tienen mayor dureza que tratadas térmicamente.
- Al analizar la microestructura de las diferentes muestras se evidencia que la muestra sin tratamiento térmico es la que tiene menor número de precipitaciones de un tamaño pequeño seguido por las muestras que fueron tratadas térmicamente con tratamiento térmico de normalizado estas tienen variaciones en los precipitados encontrados los cuales aumentan su número y tamaño según la temperatura a la que se realizó el tratamiento, es decir que la muestra de 300° Celsius contiene menor número de precipitados y de tamaño menor a la muestra de 325° Celsius.
- Se concluye que en condiciones originales el material tiene las mejores propiedades mecánicas para ser utilizado en estructuras, a diferencia de las probetas tratadas térmicamente determinando que a mayor temperatura las propiedades mecánicas disminuyen en mayor porcentaje, a menos que necesitemos un material dúctil para lo cual utilizaríamos el tratamiento de normalizado a 325 °C.

