

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



INFORME DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE COMPRESIÓN

LIMA - PERÚ

NOVIEMBRE 2019

# ENSAYO DE COMPRESIÓN

ENTREGADO:

07 NOVIEMBRE 2019

ALUMNOS:

---

Huaroto Villavicencio Josué, 20174070I

---

Landeo Sosa Bruno, 20172024J

---

Sotelo Caverio Sergio, 20172125K

PROFESOR:

---

ING. PAREDES JARAMILLO SANTIAGO

# Índice general

<b>1. Objetivos</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco teórico</b>	<b>3</b>
2.1. Norma utilizada . . . . .	5
<b>3. Datos del laboratorio</b>	<b>6</b>
3.1. Descripción del procedimiento . . . . .	7
<b>4. Cálculos y resultados</b>	<b>9</b>
4.1. Latas de leche . . . . .	9
4.1.1. Esfuerzo de compresión . . . . .	9
4.1.2. Variación de la sección . . . . .	10
4.2. Latas de atún . . . . .	11
4.3. Esfuerzo de compresión . . . . .	11
4.4. Contracción total . . . . .	12
4.5. Contracción unitaria . . . . .	13
4.6. Variación de la sección . . . . .	13
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>15</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>16</b>

## **Resumen**

Es necesario en la formación del ingeniero contar con una adecuada formación para tener mayores alcances, sobre todo en el ámbito laboral. El uso adecuado de materiales influye holgadamente en los procesos industriales, mayor aún cuando se tenga que apilar diversos productos, donde el factor peso se vuelve relevante y el adecuado uso del material determine la adecuada conservación del producto. Por esto, en el presente laboratorio se realizaron ensayos a compresión a distintos productos enlatados para determinar las propiedades de estos.

# Capítulo 1

## Objetivos

1. Visualizar los parámetros necesarios para realizar un ensayo de compresión adecuado a la norma.
2. Formar juicios de valor que permitan evaluar correctamente qué material debe ensayarse a compresión, no solamente porque su trabajo sea a compresión, tal vez, aunque no sea frágil requiera conocerse sus parámetros de carga en posiciones extremas o factor de seguridad bajo algún criterio moderno. Formar juicios de valor que permitan evaluar correctamente qué material debe ensayarse a compresión, no solamente porque su trabajo sea a compresión, tal vez, aunque no sea frágil requiera conocerse sus parámetros de carga en posiciones extremas o factor de seguridad bajo algún criterio moderno.
3. Aumentar la visión del alumno UNI hacia los diferentes materiales que usualmente son ensayados a compresión desde las columnas de madera utilizadas en casas prefabricadas hasta ionómeros de vidrio y resina compuesta para el uso de prótesis dentales.

# Informe técnico

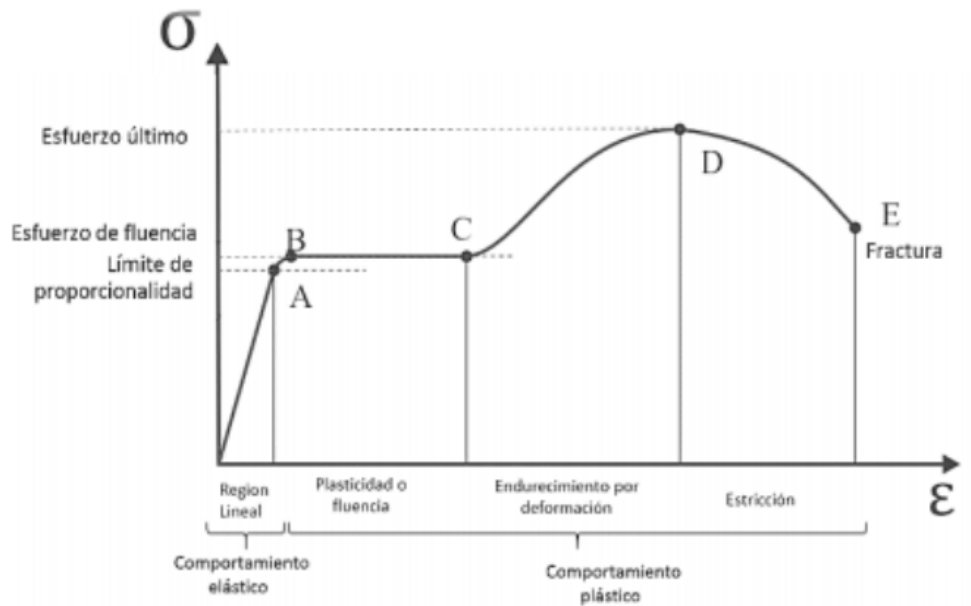
1. **Norma de ensayo.** ASTM E9 - 89a
2. **Lugar.** Laboratorio 4 de Ingeniería Mecánica
3. **Fecha.** 30/10/2019
4. **Temperatura del ambiente.** 20°C
5. **Humedad relativa.** 85 %
6. **Muestra.** Latas marca Ideal Cremosita y Atún Primor en buen estado, medidas detalladas en las siguientes páginas.
7. **Equipo utilizado.** Máquina universal de ensayos
8. **Capacidad de la máquina** 5000 kg

# Capítulo 2

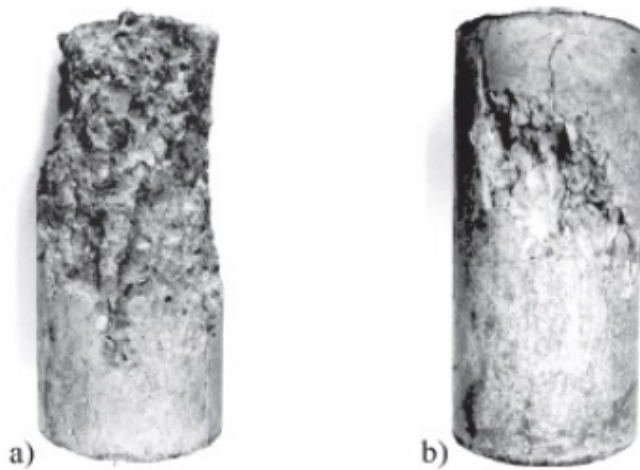
## Marco teórico

Ya sea se requiera verificar o diseñar una pieza que formará parte de una máquina, uno de los primeros pasos será inevitablemente, determinar el material con que será elaborado, el cual tener las características y propiedades mecánicas necesarias para que esta pieza pueda cumplir las funciones de manera segura y duradera. Uno de los parámetros a determinar, será su límite de resistencia a la compresión, si es que esa pieza, durante su funcionamiento futuro, estará sometida a esos tipos de esfuerzos. Este ensayo se hará en las probetas del material a ensayar, como se explicó en los objetivos, no nos limitaremos al campo metalúrgico pues hay un universo de materiales esperando que la ingeniería y la ciencia les eche un vistazo. Las probetas tendrán forma cilíndrica con diámetros determinados según ciertas normas. Para evitar el error, es necesario que ambas bases del cilindro sean paralelas, y se prensarán en prensas especiales (valga la redundancia), una de cuyas placas debe ser fija, para evitar la distribución no uniforme de los esfuerzos sobre la probeta. La fuerza irá aumentando progresivamente hasta que la probeta falle por rotura, debido a que esta falla es la más evidente.

Las curvas del ensayo de compresión son muy análogas a los de tracción para ciertos materiales, en nuestro laboratorio tenemos una máquina universal de ensayos, pero hay muchos tipos de máquinas universales de ensayo; dependiendo de las características de estas, este diagrama se puede obtener en uno o dos pasos. Cuando la máquina solo registra la fuerza aplicada, se calcula el esfuerzo ( $\sigma$ ), que es la fuerza ( $F$ ) actuando por unidad de área ( $A$ ), usualmente a este esfuerzo se le da un signo negativo (-) para ser luego tratado en un estado de esfuerzos en un círculo de Mohr (por su naturaleza tensorial como se vio en Resistencia de Materiales I) y utilizando el módulo de elasticidad del material y la ley de Hooke se calcula la deformación. En la figura se observa la curva esfuerzo-deformación, donde el eje de las abscisas corresponde a la deformación unitaria y el eje de las ordenadas a el esfuerzo unitario.



Hay materiales que presentan menor resistencia a la compresión (la mayoría), pero hay otros, como lo son los materiales frágiles, que poseen muy buena resistencia a la compresión, entre los más importantes tenemos al hormigón. En la siguiente imagen apreciamos cómo falla un material (una columna para este caso) sometido a compresión:



**Figura 1. Falla característica de especímenes en compresión: a) CS, b) CRFA**



## 2.1. Norma utilizada

### NORMA ASTM E9

Norma que se aplica a ensayos de compresion de probetas metalicas a temperatura ambiente.



Designation: E 9 – 89a (Reapproved 2000)

An American National Standard

### Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation E 9; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

#### 1. Scope

1.1 These test methods cover the apparatus, specimens, and procedure for axial-load compression testing of metallic materials at room temperature (Note 1). For additional requirements pertaining to cemented carbides, see Annex A1.

NOTE 1—For compression tests at elevated temperatures, see Practice E 209.

1.2 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The metric equivalent values cited in the standard may be approximate.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:

E 209 Test Methods for Compression Testing of Metallic

E 251 Test Methods for Performance Characteristics of Metallic Bonded Resistance Strain Gages<sup>3</sup>

#### 3. Terminology

3.1 **Definitions:** The definitions of terms relating to compression testing and room temperature in Terminology E 6 and Specification E 171, respectively, shall apply to these test methods.

##### 3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 **buckling**—In addition to compressive failure by crushing of the material, compressive failure may occur by (1) elastic instability over the length of a column specimen due to nonaxiality of loading, (2) inelastic instability over the length of a column specimen, (3) a local instability, either elastic or inelastic, over a small portion of the gage length, or (4) a twisting or torsional failure in which cross sections rotate over each other about the longitudinal specimen axis. These types of failures are all termed *buckling*.

3.2.2 **column**—a compression member that is axially loaded

#### 1. Test Specimens

7.1 **Specimens in Solid Cylindrical Form**—It is recommended that, where feasible, compression test specimens be in the form of solid circular cylinders. Three forms of solid

cylindrical test specimens for metallic materials are recognized, and designated as short, medium-length, and long (Note 4). Suggested dimensions for solid compression test specimens for general use are given in Table 2.

NOTE 4—Short specimens typically are used for compression tests of such materials as bearing metals, which in service are used in the form of thin plates to carry load perpendicular to the surface. Medium-length specimens typically are used for determining the general compressive strength properties of metallic materials. Long specimens are best adapted for determining the modulus of elasticity in compression of metallic materials. The specimen dimensions given in Table 2 have been used successfully. Specimens with a  $L/D$  (length/diameter ratio) of 1.5 or 2.0 are best adapted for determining the compressive strength of high-strength materials.

7.2 **Rectangular or Sheet-Type Specimens**—Test specimens shall be flat and preferably of the full thickness of the material. Where lateral support is necessary, the width and length are dependent upon the dimensions of the jig used to support the specimen. The length shall be sufficient to allow the specimen to shorten the amount required to define the yield strength, or yield point, but not long enough to permit buckling in the unsupported portion. Specimen dimensions and the various types of jigs are given in Table 1.

7.3 **Preparation of Specimens**—Lateral surfaces in the gage length shall not vary in diameter, width, or thickness by more than 1 % or 0.002 in. (0.05 mm), whichever is less. (If a reduced section is used, this requirement applies only to the surface of the reduced section.) Also, the centerline of all lateral surfaces of the specimens shall be coaxial within 0.01 in. (0.25 mm).

7.3.1 **Surface Finish**—Machined surfaces of specimens shall have a surface finish of 63  $\mu$ in. (1.6  $\mu$ m) or better. Machined lateral surfaces to which lateral support is to be applied shall be finished to at least 40 microinches (1.0  $\mu$ m)

arithmetic average.

7.3.2 **Flatness and Parallelism**—The ends of a specimen shall be flat and parallel within 0.0005 in./in. (mm/mm) and perpendicular to the lateral surfaces to within 3° of arc. In most cases this requirement necessitates the machining or grinding of the ends of the specimen.

7.3.3 **Edges of Rectangular Specimens**—A width of material equal to at least the thickness of the specimen shall be

TABLE 2 Suggested Solid Cylindrical Specimens<sup>a</sup>

NOTE 1—Metric units represent converted specimen dimensions close to, but not the exact conversion from inch-pound units.

Specimens	Diameter		Length		Approx. L/ D Ratio
	in.	mm	in.	mm	
Short	1.12 ± 0.01	30.0 ± 0.2	1.00 ± 0.05	25 ± 1	0.8
	0.50 ± 0.01	13.0 ± 0.2	1.00 ± 0.05	25 ± 1	2.0
Medium	0.50 ± 0.01	13.0 ± 0.2	1.50 ± 0.05	38 ± 1	3.0
	0.80 ± 0.01	20.0 ± 0.2	2.38 ± 0.12	60 ± 3	3.0
	1.00 ± 0.01	25.0 ± 0.2	3.00 ± 0.12	75 ± 3	3.0
	1.12 ± 0.01	30.0 ± 0.2	3.38 ± 0.12	85 ± 3	3.0
Long	0.80 ± 0.01	20.0 ± 0.2	6.38 ± 0.12	160 ± 3	8.0
	1.25 ± 0.01	32.0 ± 0.2	12.50 min	320 min	10.0

<sup>a</sup> Other length-to-diameter ratios may be used when the test is for compressive yield strength.

# Capítulo 3

## Datos del laboratorio

Antes del ensayo:

### Latas de leche

- Espesor: 0.3 mm
- $D_M$ : Diámetro medio
- $D_1$ : Diámetro de la parte superior
- $D_2$ : Diámetro de la parte inferior

Lata	$H$	$D_1$	$D_2$	$D_M$
1	103.2 mm	74.3 mm	72 mm	72.9 mm
2	103 mm	74.7 mm	71.3 mm	72.6 mm
3	103.2 mm	74.4 mm	71.6 mm	72.5 mm
4	103.3 mm	79.2 mm	71.5 mm	72.7 mm

### Latas de atún

- Espesor: 0.3 mm
- $D$ : Diámetro de la parte superior
- $d$ : Diámetro de la parte inferior

Lata	$H$	$D$	$d$
1	39.1 mm	86 mm	84 mm
2	39.15 mm	86 mm	84 mm
3	39.15 mm	85.9 mm	84 mm
4	39.15 mm	85.9 mm	84 mm

Después del ensayo:

### Lata de leche

- $D_1$ : Diámetro de la parte superior.

Lata	$D_1$	Tipo de ensayo	Carga (kg)
1	71 mm	Llena-Radial	210
2	74.4 mm	Llena-Axial	70
3	74.4 mm	Vacía-Axial	200
4	71.5 mm	Vacía-Radial	110

### Latas de atún

- $D$ : Diámetro más grande de la parte superior.
- $d_m$ : Diámetro más pequeño de la parte inferior.

Lata	Alto	$D$	$d_m$	Tipo de ensayo	Carga (kg)
1	39 mm	87 mm	84	Vacía-Radial	190-200
2	36.5 mm	85.2 mm	-	Vacía-Axial	40
3	36.3 mm	85.5 mm	-	Llena-Axial	210-330
4	39 mm	85.4 mm	82.8	Llena-Radia	85

## 3.1. Descripción del procedimiento

Para el ensayo se comenzó con la medición de los tarros de leche y atún (diámetros, espesores y alturas), que en total eran 8, lo que nos va a servir para el cálculo de áreas y posteriormente el de los esfuerzos correspondientes. En las siguientes imágenes se muestran los 2 grupos de latas ensayadas.





Hecho esto se procedió con el ensayo con una velocidad de 2.5 mm/min, tanto en la compresión radial y axial, en la máquina universal “Amsler” hasta llegar a la carga de rotura, lo cual es necesario conocer para calcular los esfuerzos.



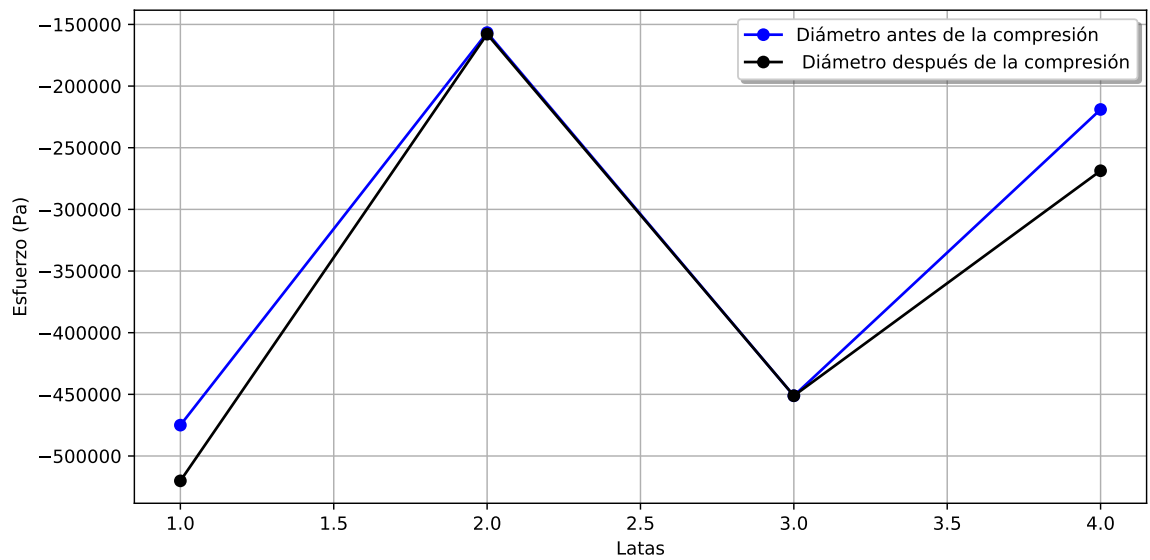
Finalmente se midieron las medidas de las latas de leche y atún después del ensayo.

# Capítulo 4

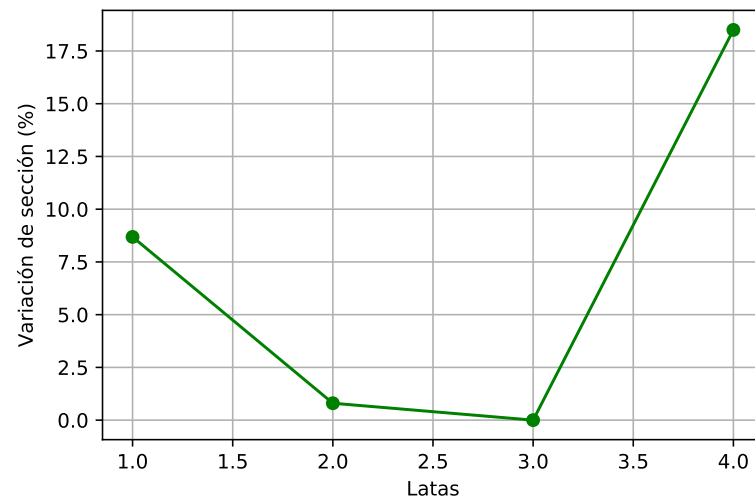
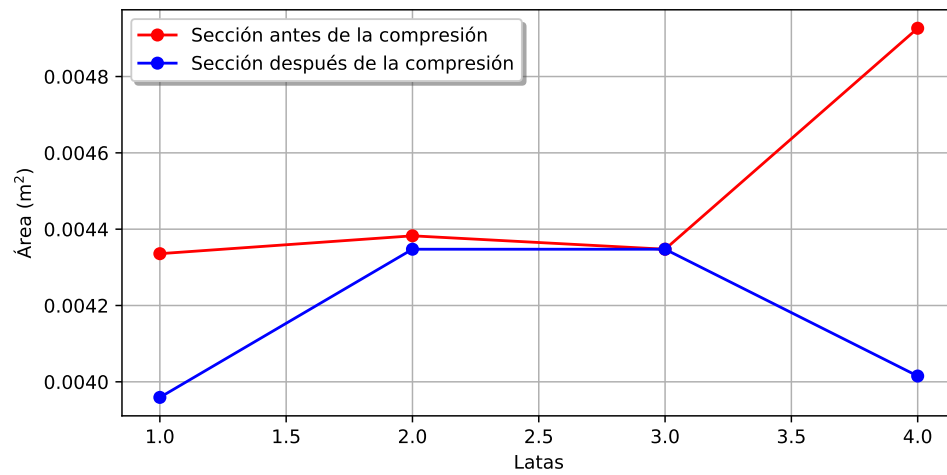
## Cálculos y resultados

### 4.1. Latas de leche

#### 4.1.1. Esfuerzo de compresión

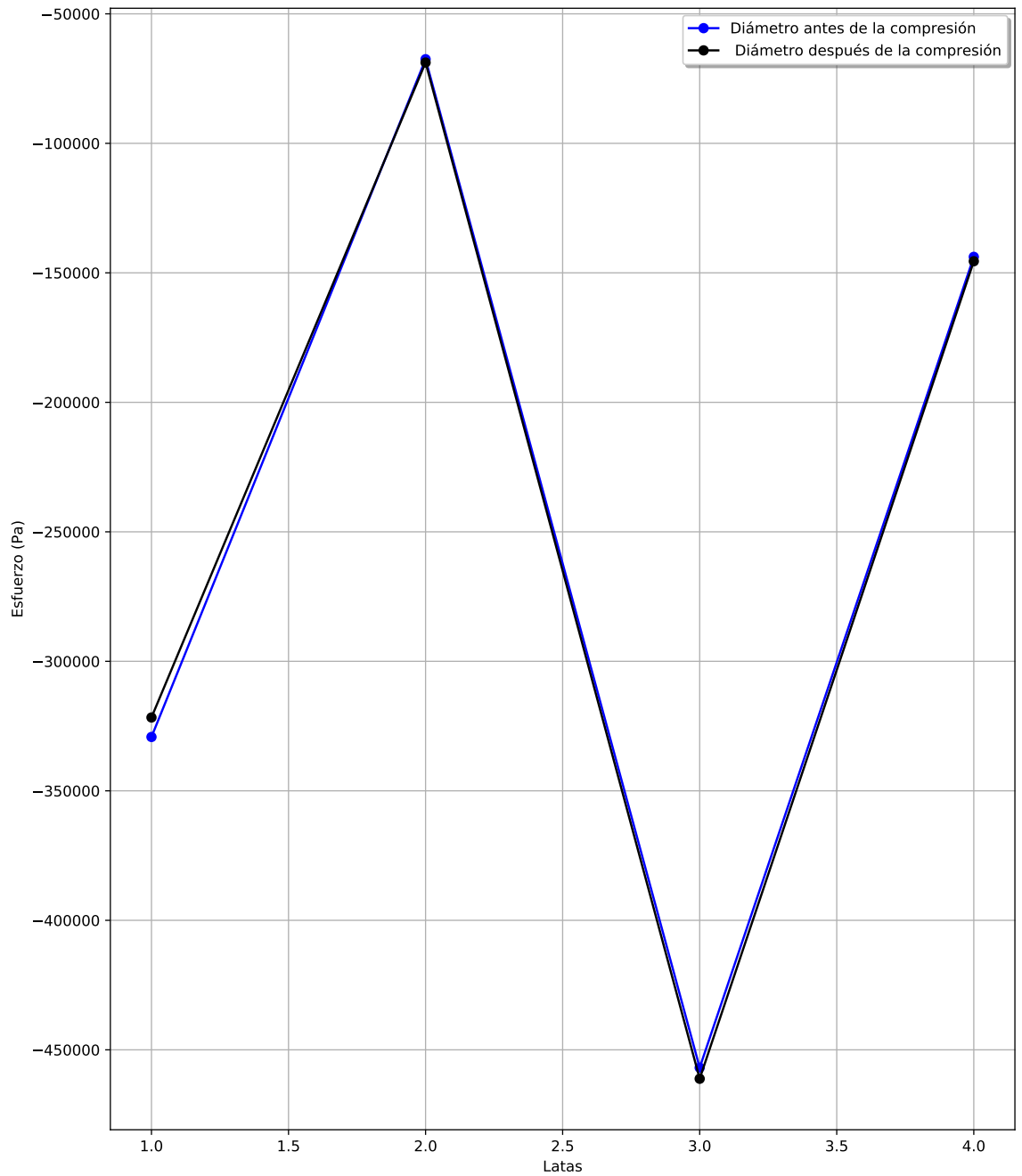


### 4.1.2. Variación de la sección

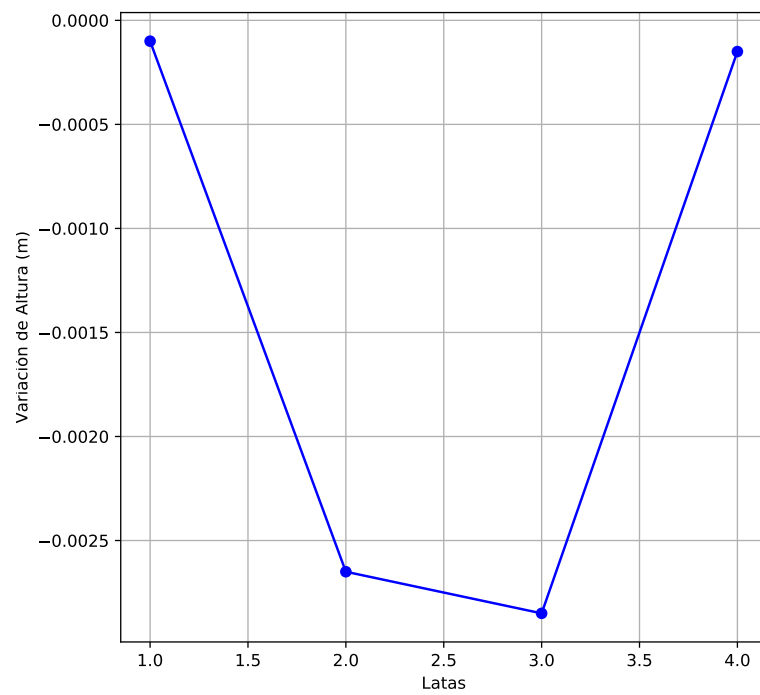
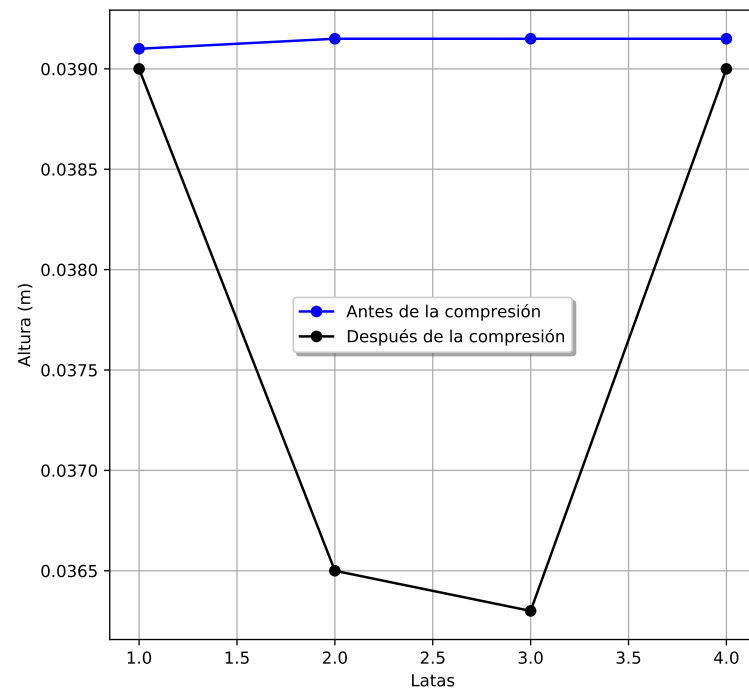


## 4.2. Latas de atún

### 4.2.1. Esfuerzo de compresión

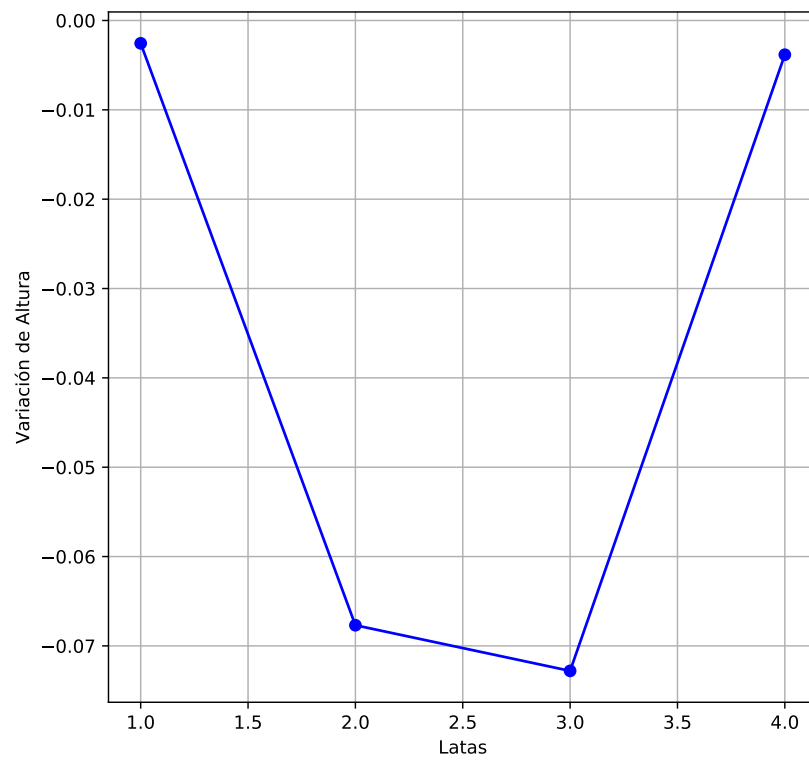


### 4.2.2. Contracción total

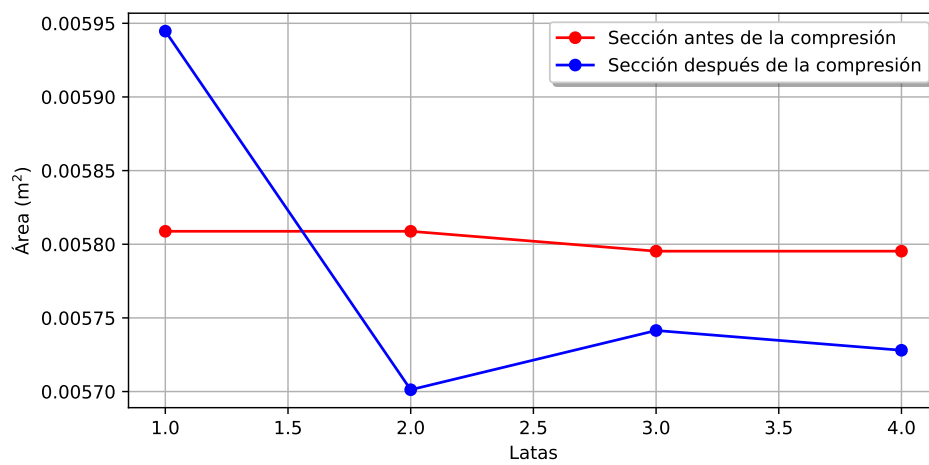


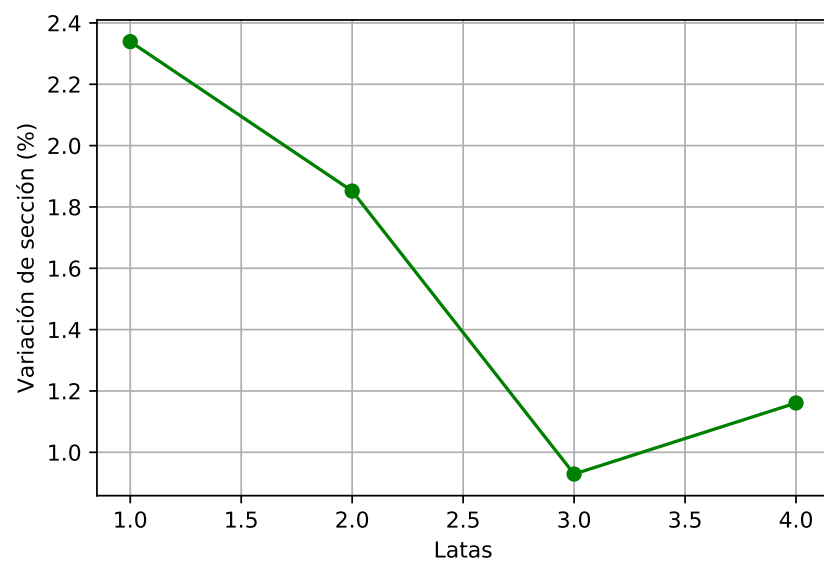


### 4.2.3. Contracción unitaria



### 4.2.4. Variación de la sección





## Capítulo 5

### Conclusiones y recomendaciones

1. Condiciones de la muestra: visualmente en buen ensayo.
2. Según información proporcionada por el solicitante fue una barra cuadrada de acero A36.
3. De las muestras obtenidas en el ensayo, observamos que los valores de fluencia, rotura y esfuerzo máximo son muy parecidos; dando a entender la homogeneidad de los datos obtenidos.
4. La contracción radial que experimenta la probeta durante el ensayo es despreciable en los cálculos debido a su pequeño valor.

# Bibliografía

- [1] Keyser, Carl. “Técnicas de Laboratorio para prueba de Materiales”.
- [2] Lasheras. “Tecnología de los Materiales Industriales”.
- [3] Apraiz, J. “Tratamiento Térmico de los Aceros”.
- [4] Askeland, Donald R., Pradeep P. Phulé y Wright, Wendelin J. “Ciencia e ingeniería de los materiales”. *México, D.F. Internacional Thomson Editores. 6<sup>ta</sup> edición, 1004, (2012).*