

# **ANEXOS**

# ANEXO A

## INFORME DE ENSAYO

CEANID-FOR-88  
Versión 01

Fecha de emisión: 2016-10-31



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



### INFORME DE ENSAYO

#### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Miguel Angel Alfaro Lopez		
Solicitante:	Miguel Angel Alfaro Lopez		
Dirección:	Calle Alejandro del Carpio N° 245		
Teléfono/Fax:	6637073	Correo-e:	**** Código AL 006/18

#### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Endocarpio de cáscara de plátano		
Código de muestreo:	*****	Fecha de vencimiento:	***** Lote: *****
Fecha y hora de muestreo:	2018-02-15		
Procedencia (Localidad/Prov./País):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia		
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración		
Responsable de muestreo:	Miguel Angel Alfaro Lopez		
Código de la muestra:	012 FQ 005	Fecha de recepción de la muestra:	2018-02-16
Cantidad recibida:	300 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2018-02-16 al 2018-03-08

#### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Azúcares reductores	Volumetría	%	0,73	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Azúcares totales	Volumetría	%	2,66	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Ceniza	NB 39034:10	%	1,27	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Fibra	Gravimétrico	%	0,08	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Grasa	NB 313019:06	%	0,42	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	12,92	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Humedad	NB 313010:05	%	84,29	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	1,02	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia

NB: Norma Boliviana  
%: Porcentaje

ISO: Organización Internacional de Normalización

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 08 de marzo de 2018

  
Ing. Anaid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
Copia: CEANID

Dirección: Campus Universitario Facultad de Ciencias y Tecnología Zona "El Tejar" Tel. (591) (4) 6645648  
Fax: (591) (4) 6643403 - Email: ceanid@uajms.edu.bo - Casilla 51 - TARIJA - BOLIVIA

Página 1 de 1

## **ANEXO B**

### **MATERIALES**

Durante la elaboración del presente proyecto se utilizaron los siguientes materiales:

**Tabla A-1 materiales utilizados**

<b>Material</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Espátula	Pequeña	Acero inoxidable
Termómetro	0 a 100 ° C	Bulbo de mercurio
Mortero	Mediano	Porcelanato
Vasos de precipitado	600, 200 ml	Vidrio
Probeta	25, 50 ml	Vidrio
Envases	15*20	Polietileno
Cuchillo	Pequeño	Acero inoxidable
Pipetas	10 ml	Vidrio
varillas	Mediana	Vidrio
Cajas Petri	Pequeñas	Vidrio

**Fuente:** Elaboración propia

## **ANEXO C**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.**

#### **ESTUFA**

- Marca: POL-EKO
- Potencia: 2000 W
- Rango de trabajo: 20 °C – 300 °C
- Industria: Polonia

Se utilizó este equipo para la el secado del endocarpio de las cáscaras de plátano, con el propósito de remover agua presente en el endocarpio de cáscara de plátano este equipo se encuentra en el laboratorio de operaciones unitarias (LOU) perteneciente a la Carrera de Ingeniería Química, dependiente de la facultad de ciencias y tecnología. La estufa consta de un regulador de temperatura que va desde 20 a 300 °C.

### **Fotografía N° C-1 Estufa de convección forzada**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **BALANZA ANALITICA**

Esta cuenta con una calibración automática y una pantalla digital, con un rango de precisión de 0,01 g y una capacidad máxima de 510 g y una capacidad mínima de 1 g. Se utilizó para obtener datos de peso del plátano, cáscaras y en las etapa del proceso de obtención del endocarpio deshidratado para determinar cuánto perdía de peso después del secado.

Este equipo se encuentra en el laboratorio de operaciones unitarias (LOU) perteneciente a la carrera de ingeniería química

### Fotografía N° C-2 Balanza analítica



**Fuente:** Elaboración propia.

### TERMOSTATO DE INMERSIÓN

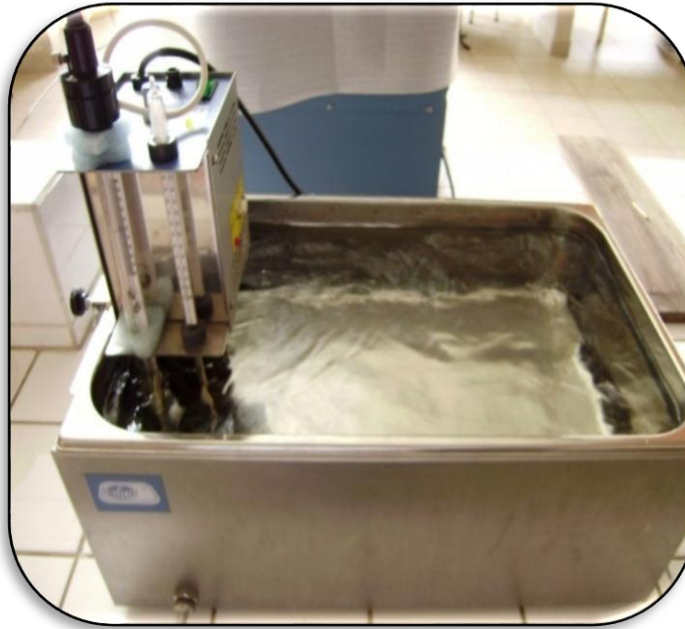
- Marca: Lauda PP870
- Potencia: 960 W
- Rango de trabajo: 5 °C a 100 °C
- Industria: alemana

El equipo consta de un calefactor, el cual calienta el medio de calefacción (agua) hasta la temperatura requerida, manteniéndola constante; tiene una graduación que va desde 5 a 100 °C, con una estabilidad de  $\pm 0,2$  °C gracias a un termómetro de contacto eléctrico regulado mediante un circuito que regula la potencia de calefacción; además está equipado por una bomba para la agitación y circulación del líquido.

Este equipo nos sirvió para obtener con éxito el plástico biodegradable, donde se trabajó a temperaturas entre 60 y 70 °C por un tiempo de 20 min.

Este equipo se encuentra en el laboratorio de operaciones unitarias (LOU) perteneciente a la carrera de ingeniería química.

### Fotografía N° C-3 Termostato de inmersión



**Fuente:** Elaboración propia

### **BALANZA DE HUMEDAD**

- Marca SARTORIUS.
- Modelo: MA 100.
- Rango de temperatura 30-200 °C.
- Capacidad de pesada: 100gr.
- Consumo Eléctrico: 700 VA.

Esta balanza de humedad por infrarrojo se utilizó para medir la humedad que posee el endocarpio de la cascara de plátano, y de esta manera saber de qué humedad se parte, para la elaboración del bioplástico.

Este equipo se encuentra en el laboratorio de operaciones unitarias (LOU) perteneciente a la carrera de ingeniería química.

### Fotografía C-4 Balanza de humedad infrarroja



**Fuente:** Elaboración propia.

### TAMIZADOR (rotap)

- Marca ORTO-ARLESA.
- Potencia: 800 W.
- Juego de tamices de 5; 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,063 milímetros y bandejas de recepción de muestra.
- Diseñado y regido por Norma Española

Una vez molido el interior de cáscara de plátano (floema), este es tamizado en la malla más fina 0,063 mm para homogenizar las partículas de almidón de endocarpio la cual será transformada en bioplástico.

**Fotografía N° C-5 Tamizador (rotap)**



**Fuente:** Elaboración propia. 2016.



## **ANEXO D**

### **REACTIVOS UTILIZADOS**

Los reactivos usados para la elaboración de bioplástico se puede observar en la tabla

D-1

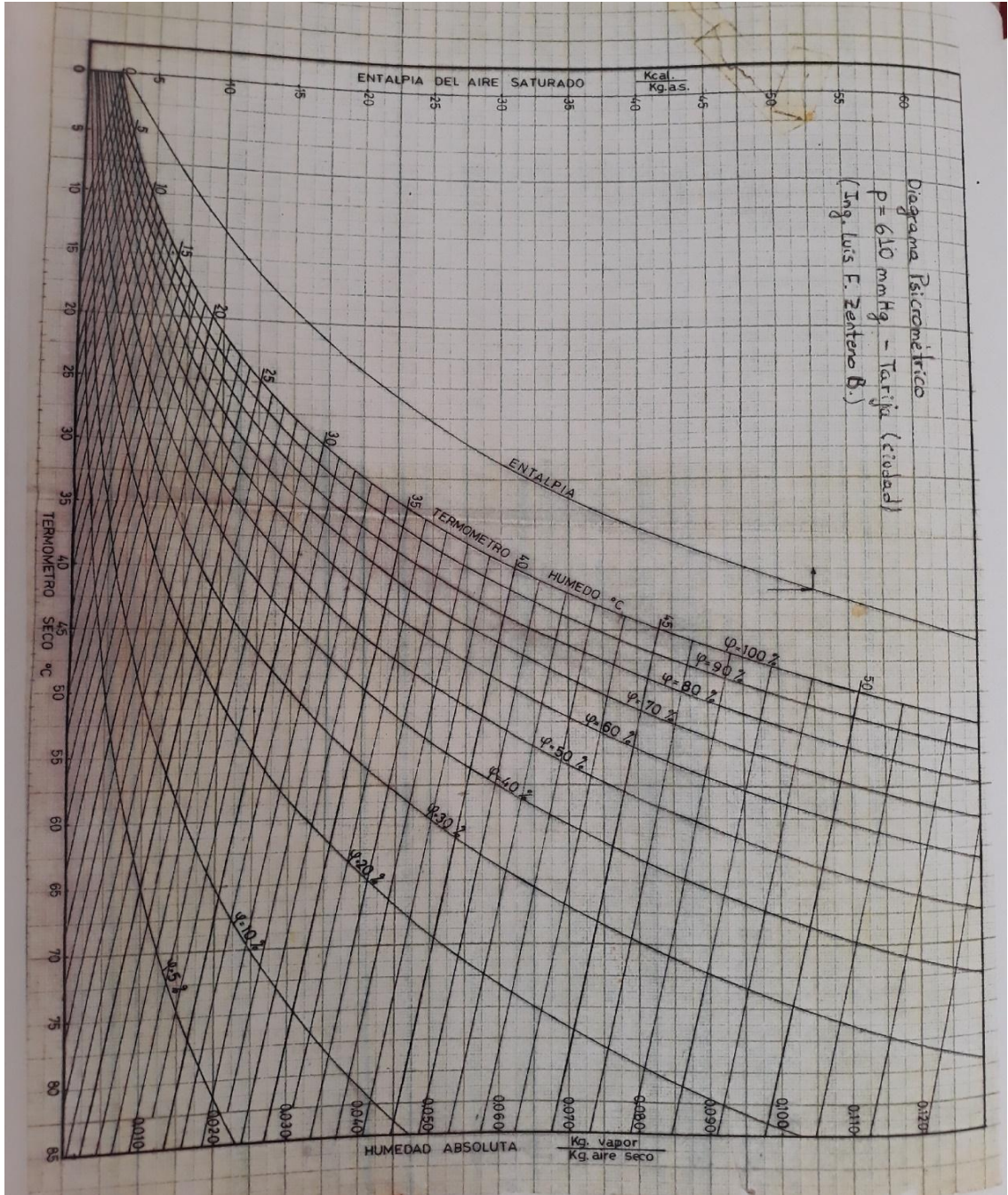
**Tabla D-1 reactivos utilizados**

<b>Reactivo</b>	<b>Cantidad</b>
Agua destilada	2 L
Glicerina 96%	1 L
Ácido Acético 0,25%	1 L
Ácido cítrico	20 G

**Fuente:** Elaboración Propia

# ANEXO E

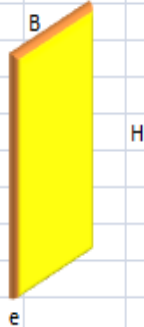
## Fotografía N° E-1 Carta Psicométrica



Fuente: Zenteno, 2020.

## **ANEXO 2**

# **CALCULO DE PROPIEDADES MECANICAS Y FOTOGRAFIAS**

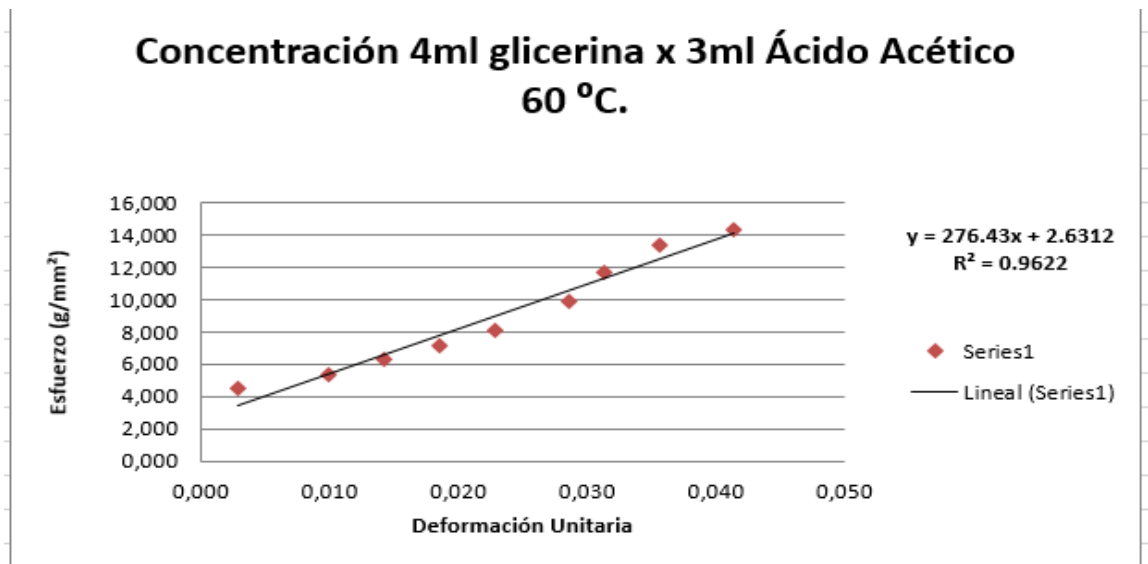
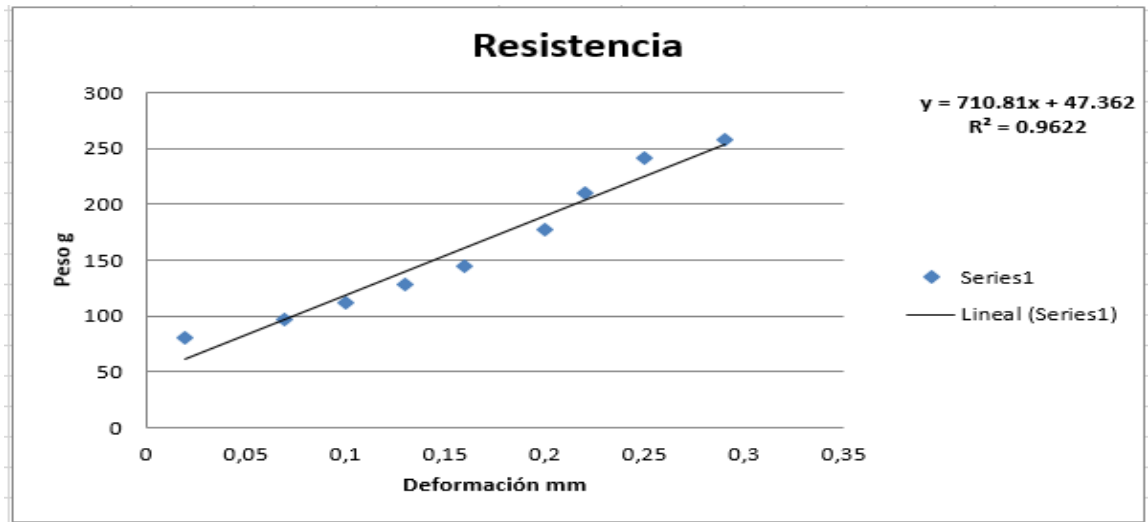
MUESTRA N° 1	
	
DATOS	
B=	9 mm
L=	7 mm
e =	2 mm
CALCULOS	
AREA	18 mm <sup>2</sup>

N°	PESO P (grf)	DEF. $\Delta x$ (mm)	Esfuerzo F/A (grf/mm <sup>2</sup> )	Def. unit $\epsilon = \Delta x / L$ ( )	%Elongación L/L <sub>0</sub> *100	M.de Young Y=F*L/A* $\Delta x$ (grf/mm <sup>2</sup> )
1	15,95		0,886			
2	32,12		1,784			
3	47,89		2,661			
4	64,25		3,569			
5	80,25	0,02	4,458	0,003	0,286	
6	96,74	0,07	5,374	0,010	1,000	537,4
7	112,61	0,1	6,256	0,014	1,429	437,9
8	128,92	0,13	7,162	0,019	1,857	385,7
9	145,05	0,16	8,058	0,023	2,286	352,6
10	161,41		8,967			
11	177,29	0,2	9,849	0,029	2,857	344,7
12	193,53		10,752			
13	209,53	0,22	11,641	0,031	3,143	370,4
14	225,38		12,521			
15	241,75	0,25	13,431	0,036	3,571	376,1
16	257,69	0,29	<b>14,316</b>	0,041	<b>4,143</b>	345,6
17	273,62		15,201			
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

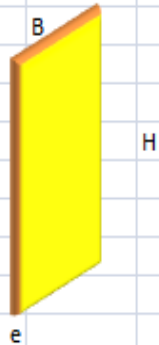
Resistencia Tensil = 14.316 gr/mm<sup>2</sup> o 14,039 N/cm<sup>2</sup>

Modulo Tensil = 276,43 gr/mm<sup>2</sup> o 271,055 N/cm<sup>2</sup>

Elongación = 4,143 %



**MUESTRA Nº2**



**DATOS**

B=	9 mm
L=	7 mm
e =	2 mm

**CALCULOS**

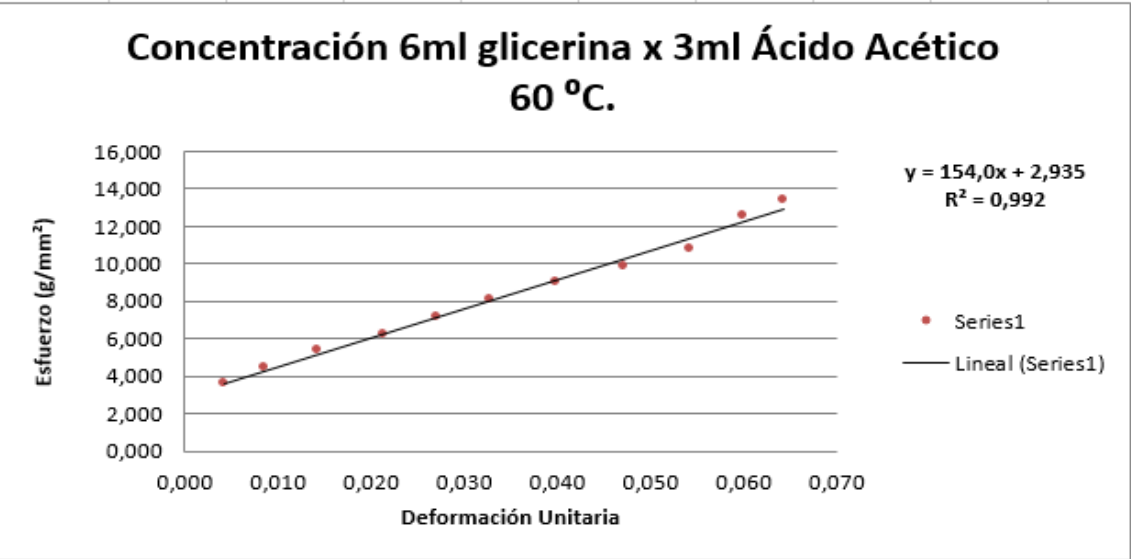
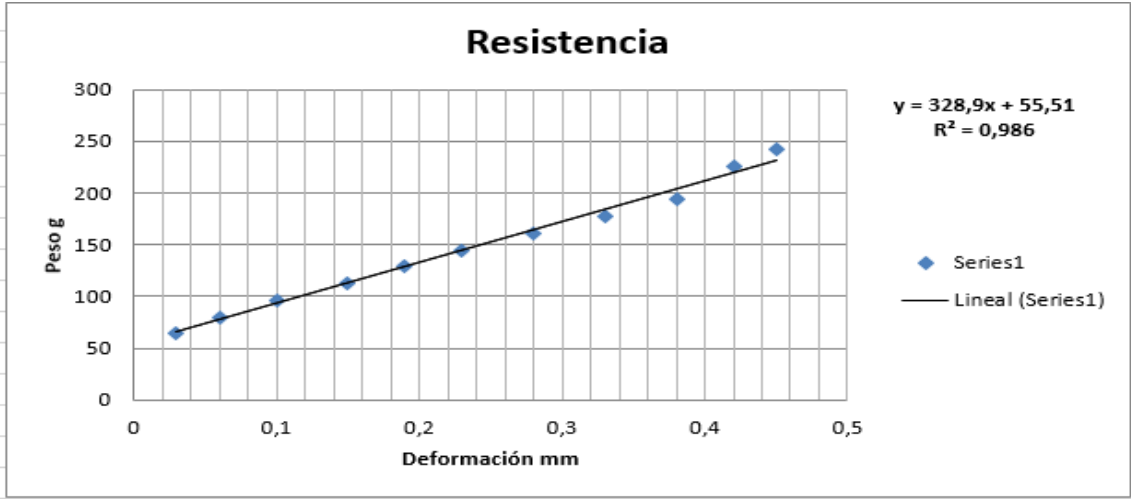
AREA	18 mm <sup>2</sup>
------	--------------------

Nº	PESO P gr	DEF. $\Delta x$ mm	Esfuerzo F/A (gr/mm <sup>2</sup> )	Def. Unit. $\epsilon = \Delta x / L$ ( )	%Elongación L/L <sub>0</sub> *100	M.de Young Y=F*L/A* $\Delta x$ (gr/mm <sup>2</sup> )
1	15,95		0,886			
2	32,12		1,784			
3	47,89		2,661			
4	64,25	0,03	3,569	0,004	0,429	
5	80,25	0,06	4,458	0,009	0,857	
6	96,74	0,1	5,374	0,014	1,429	376,2
7	112,61	0,15	6,256	0,021	2,143	292,0
8	128,92	0,19	7,162	0,027	2,714	263,9
9	145,05	0,23	8,058	0,033	3,286	245,3
10	161,41	0,28	8,967	0,040	4,000	224,2
11	177,29	0,33	9,849	0,047	4,714	208,9
12	193,53	0,38	10,752	0,054	5,429	198,1
13	209,53		11,641		0,000	
14	225,38	0,42	12,521	0,060	6,000	208,7
15	241,75	0,45	<b>13,431</b>	0,064	<b>6,429</b>	208,9
16	257,69		14,316			
17	273,62		15,201			
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

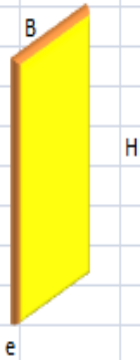
resistencia tensil = 13,431 gr/mm<sup>2</sup> o 13,171 N/cm<sup>2</sup>

modulo tensil = 127,9 gr/mm<sup>2</sup> o 125,427 N/cm<sup>2</sup>

Elongación = 6,429 %



MUESTRA Nº 3



DATOS

B= 9 mm

L= 7 mm

e = 2 mm

AREA 18 mm<sup>2</sup>

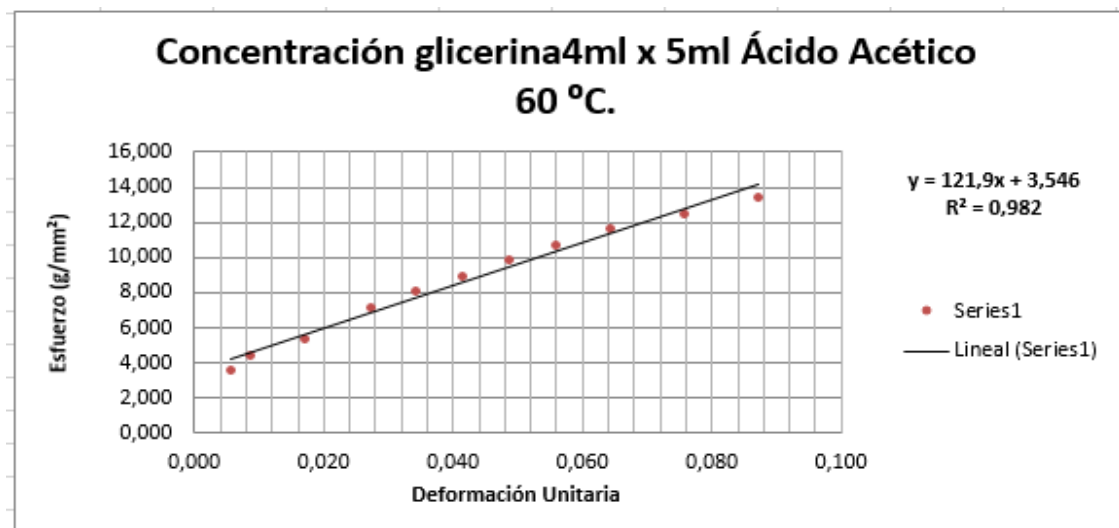
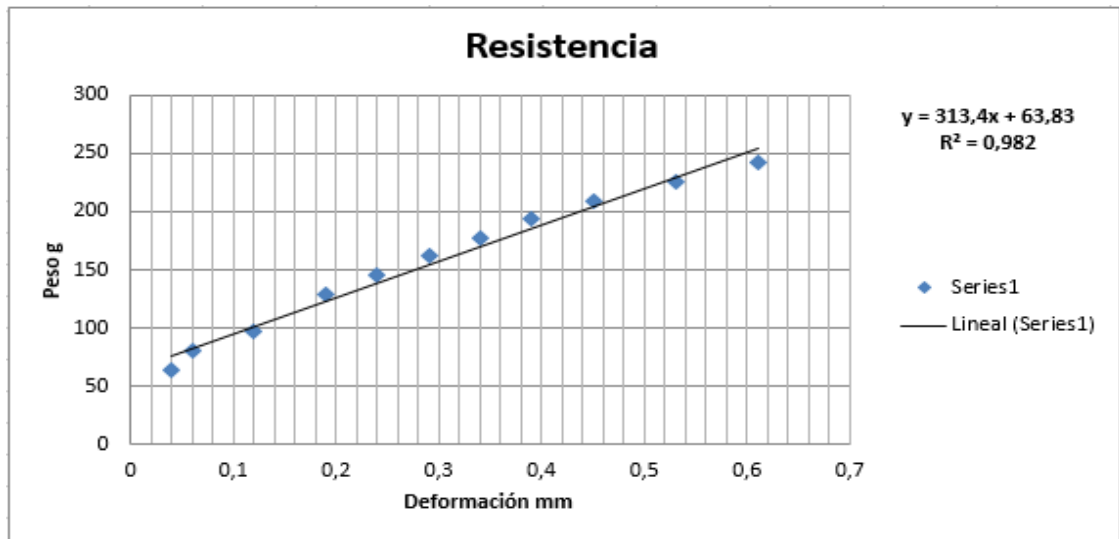
Nº	PESO	DEF.	Esfuerzo	Def. Unit.	%Elongación	M.de Young
	P	$\Delta x$	F/A	$\epsilon = \Delta x / L$	L/L <sub>0</sub> *100	Y=F*L/A* $\Delta x$
	gr	mm	(gr/mm <sup>2</sup> )	()		(gr/mm <sup>2</sup> )
1	15,95		0,886			
2	32,12		1,784			
3	47,89		2,661			
4	64,25	0,04	3,569	0,006	0,571	624,7
5	80,25	0,06	4,458	0,009	0,857	520,1
6	96,74	0,12	5,374	0,017	1,714	313,5
7	112,61		6,256			
8	128,92	0,19	7,162	0,027	2,714	263,9
9	145,05	0,24	8,058	0,034	3,429	235,0
10	161,41	0,29	8,967	0,041	4,143	216,5
11	177,29	0,34	9,849	0,049	4,857	202,8
12	193,53	0,39	10,752	0,056	5,571	193,0
13	209,53	0,45	11,641	0,064	6,429	181,1
14	225,38	0,53	12,521	0,076	7,571	165,4
15	241,75	0,61	13,431	0,087	8,714	154,1
16	257,69		14,316			
17	273,62		15,201			
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

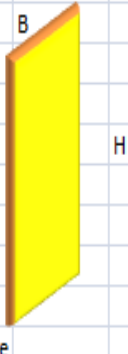
resistencia tensil = 13,431 gr/mm<sup>2</sup> o 13,171 N/cm<sup>2</sup>

modulo tensil = 121,9 gr/mm<sup>2</sup> o 119,543 N/cm<sup>2</sup>

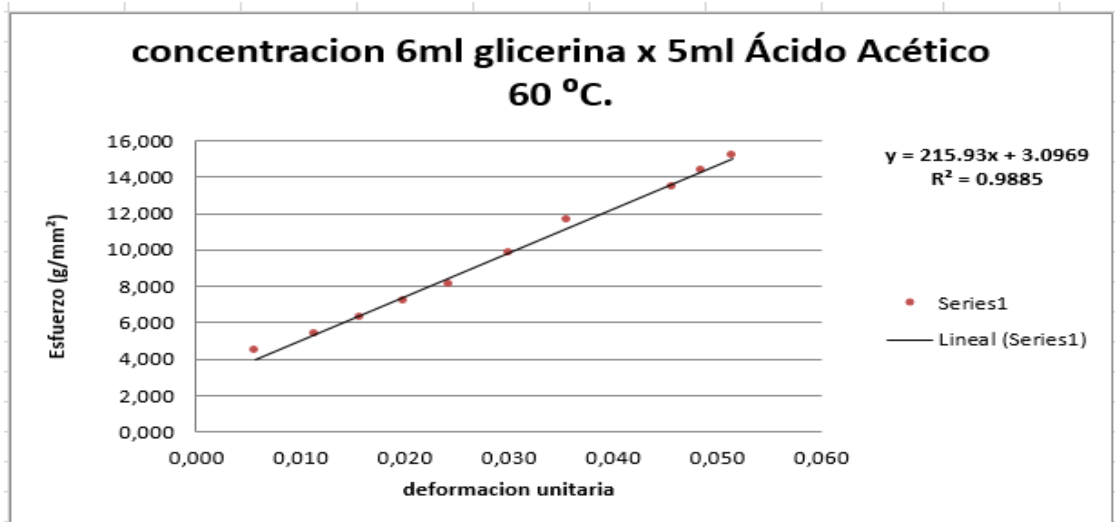
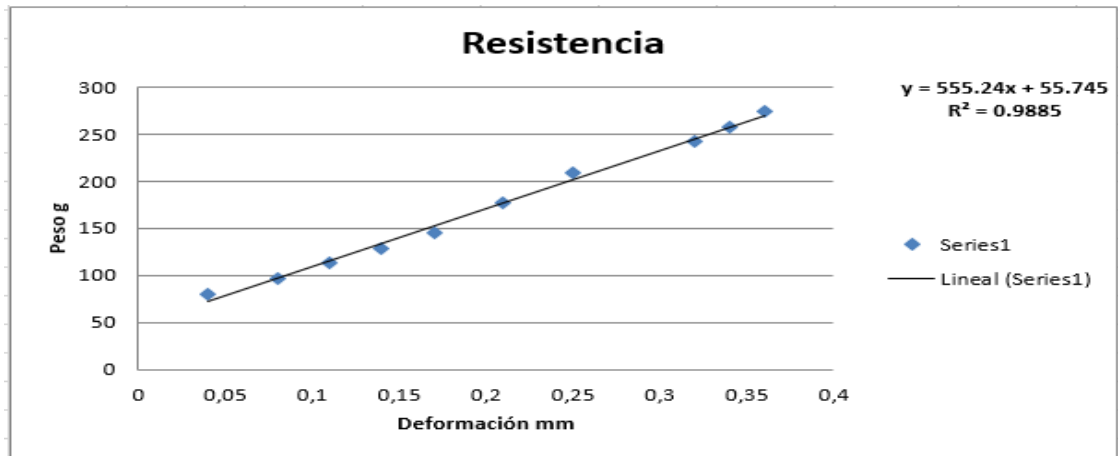
Elongción = 8,714 %



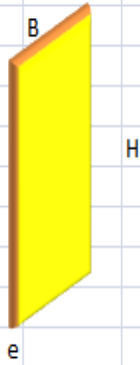


<b>MUESTRA Nº 4</b>	
	
DATOS	
B=	9 mm
L=	7 mm
e =	2 mm
CALCULOS	
AREA	18 mm <sup>2</sup>

N°	PESO	DEF.	Esfuerzo	Def. unit	%Elongación	M.de Young
	P (grf)	$\Delta x$ (mm)	F/A (grf/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon = \Delta x / L$ ( )	L/L <sub>0</sub> *100	Y=F*L/A* $\Delta x$ (grf/mm <sup>2</sup> )
1	15,95	0	0,886	0		
2	32,12	0	1,784	0		
3	47,89	0	2,661	0		
4	64,25	0	3,569	0		
5	80,25	0,04	4,458	0,006	0,571	
6	96,74	0,08	5,374	0,011	1,143	470,3
7	112,61	0,11	6,256	0,016	1,571	398,1
8	128,92	0,14	7,162	0,020	2,000	358,1
9	145,05	0,17	8,058	0,024	2,429	331,8
10	161,41		8,967			
11	177,29	0,21	9,849	0,030	3,000	328,3
12	193,53		10,752			
13	209,53	0,25	11,641	0,036	3,571	325,9
14	225,38		12,521			
15	241,75	0,32	13,431	0,046	4,571	293,8
16	257,69	0,34	14,316	0,049		
17	273,62	0,36	<b>15,201</b>	0,051	<b>5,143</b>	295,6
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			
Resistencia Tensil = 15,201 gr/mm <sup>2</sup> o 14,907 N/cm <sup>2</sup>						
Modulo Tensil = 215,93 gr/mm <sup>2</sup> o 239,968 N/cm <sup>2</sup>						
Elongación = 5,857 %						



MUESTRA N° 5



DATOS

B= 9 mm

L= 7 mm

e= 2 mm

CALCULOS

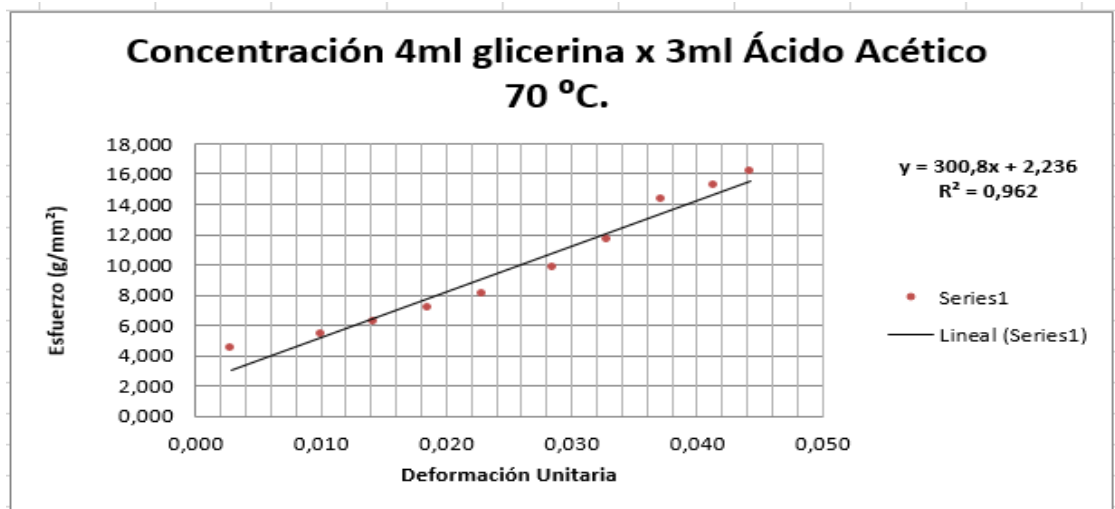
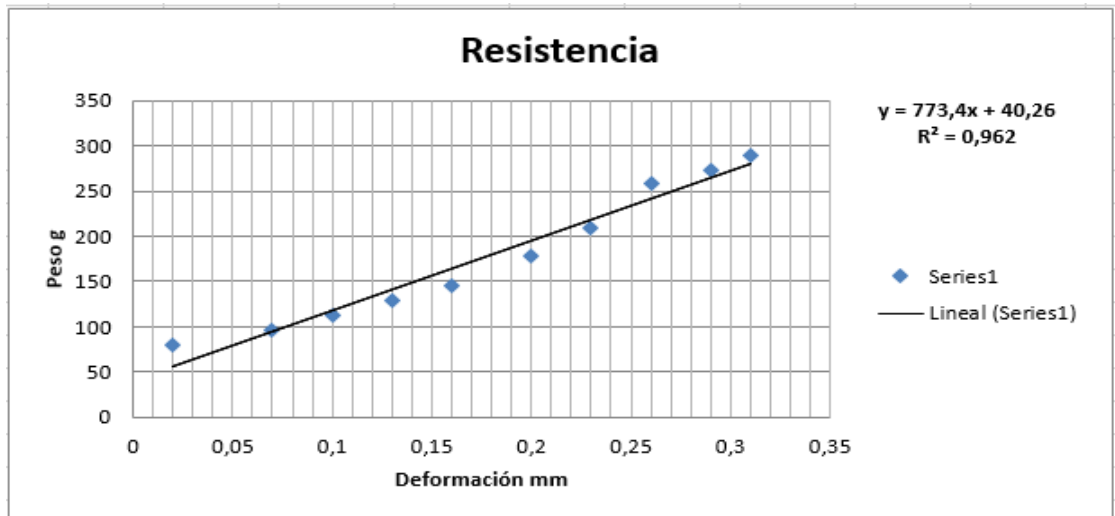
AREA 18 mm<sup>2</sup>

N°	PESO P (gr)	DEF. Dx (mm)	Esfuerzo F/A (gr/mm <sup>2</sup> )	Def. unit $\epsilon = Dx/L$ ( )	%Elongación L/L <sub>0</sub> *100	M.de Young $Y = F*L/A*\Delta x$ (gr/mm <sup>2</sup> )
1	15,95	0	0,886			
2	32,12	0	1,784			
3	47,89	0	2,661			
4	64,25	0	3,569			
5	80,25	0,02	4,458	0,003	0,286	
6	96,74	0,07	5,374	0,010	1,000	
7	112,61	0,1	6,256	0,014	1,429	437,928
8	128,92	0,13	7,162	0,019	1,857	385,658
9	145,05	0,16	8,058	0,023	2,286	352,552
10	161,41		8,967			
11	177,29	0,2	9,849	0,029	2,857	344,731
12	193,53		10,752			
13	209,53	0,23	11,641	0,033	3,286	354,278
14	225,38		12,521			
15	241,75		13,431			
16	257,69	0,26	14,316	0,037	3,714	385,434
17	273,62	0,29	15,201	0,041	4,143	366,923
18	289,96	0,31	<b>16,109</b>	0,044	<b>4,429</b>	363,749
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

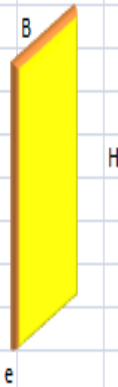
resistencia tensil = 16,109 gr/mm<sup>2</sup> o 15,797 N/cm<sup>2</sup>

modulo tensil = 300,8 gr/mm<sup>2</sup> o 294,984 N/cm<sup>2</sup>

Elongación = 4,429 %



MUESTRA Nº 6



DATOS

B= 9 mm

L= 7 mm

e = 2 mm

CALCULOS

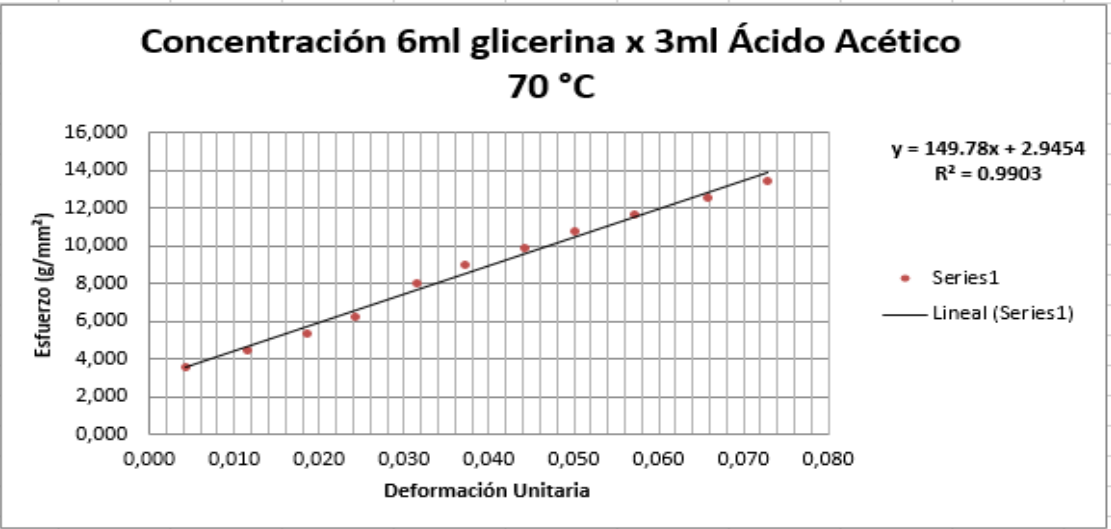
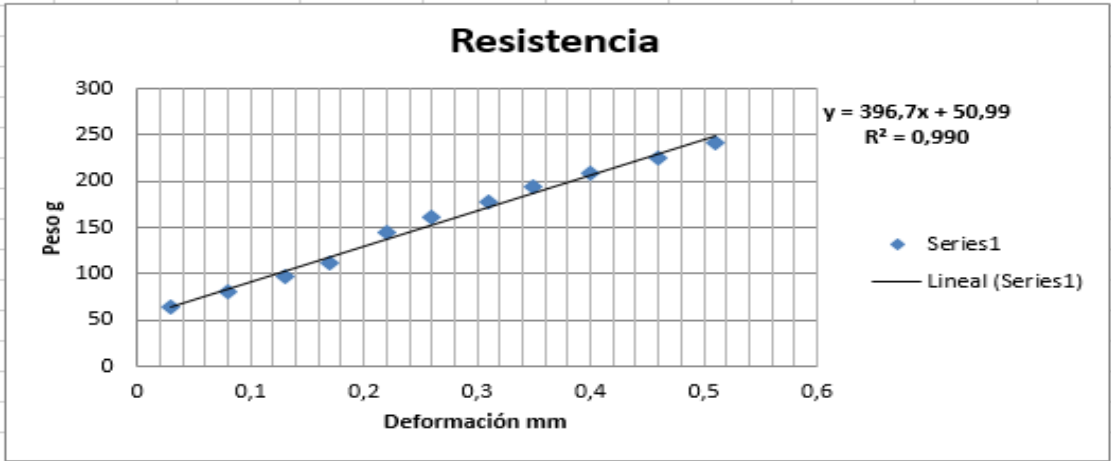
AREA 18 mm<sup>2</sup>

Nº	PESO	DEF.	Esfuerzo	Def. Unit.	%Elongación	M.de Young
	P	$\Delta x$	F/A	$\epsilon = \Delta x / L$	$L / L_0 * 100$	$Y = F * L / A * \Delta x$
	gr	mm	(gr/mm <sup>2</sup> )	( )		(gr/mm <sup>2</sup> )
1	15,95		0,886			
2	32,12		1,784			
3	47,89		2,661			
4	64,25	0,03	3,569	0,004	0,429	832,9
5	80,25	0,08	4,458	0,011	1,143	390,1
6	96,74	0,13	5,374	0,019	1,857	289,4
7	112,61	0,17	6,256	0,024	2,429	257,6
8	128,92		7,162			
9	145,05	0,22	8,058	0,031	3,143	256,4
10	161,41	0,26	8,967	0,037	3,714	241,4
11	177,29	0,31	9,849	0,044	4,429	222,4
12	193,53	0,35	10,752	0,050	5,000	215,0
13	209,53	0,4	11,641	0,057	5,714	203,7
14	225,38	0,46	12,521	0,066	6,571	190,5
15	241,75	0,51	13,431	0,073	7,286	184,3
16	257,69		14,316			
17	273,62		15,201			
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

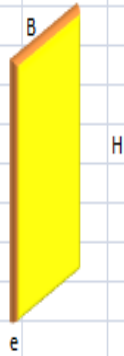
resistencia tensil = 13,431 gr/mm<sup>2</sup> o 13,171 N/cm<sup>2</sup>

modulo tensil = 149,78 gr/mm<sup>2</sup> o 146,884 N/cm<sup>2</sup>

Elongación = 7,286 %



MUESTRA Nº 7



DATOS

B= 9 mm

L= 7 mm

e = 2 mm

CALCULOS

AREA 18 mm<sup>2</sup>

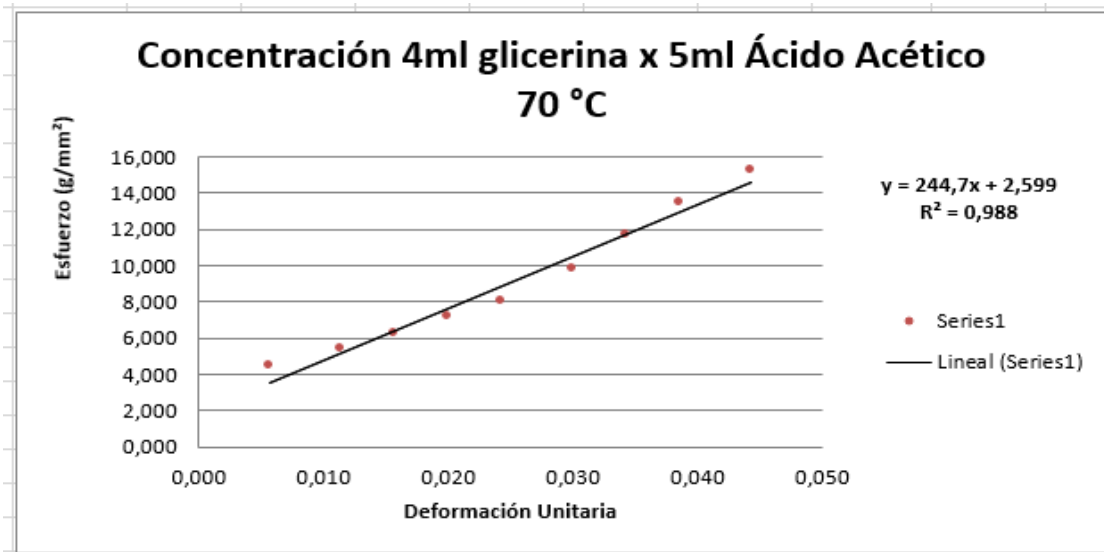
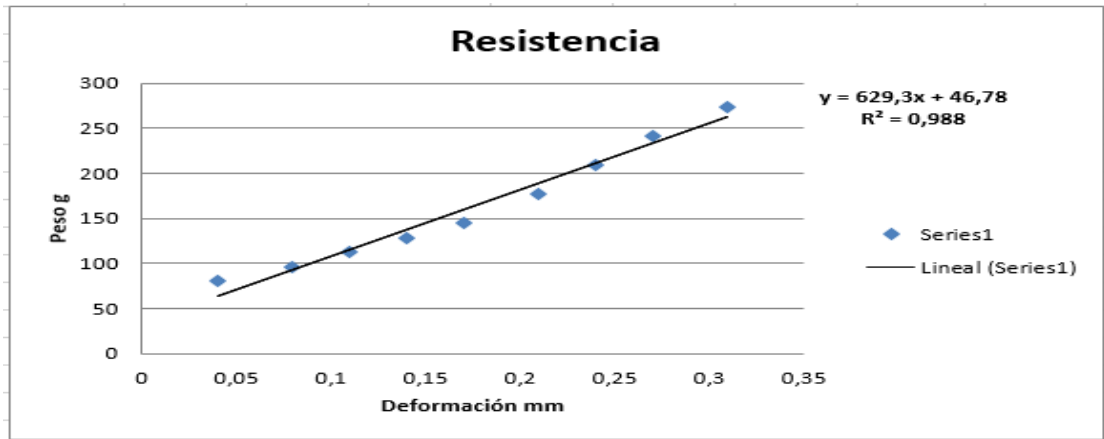
N°	PESO	DEF.	Esfuerzo	Def. unit	%Elongación	M.de Young
	P (grf)	$\Delta x$ (mm)	F/A (grf/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon = \Delta x / L$ ( )	L/L <sub>0</sub> *100	Y=F*L/A* $\Delta x$ (grf/mm <sup>2</sup> )
1	15,95	0	0,886	0		
2	32,12	0	1,784	0		
3	47,89	0	2,661	0		
4	64,25	0	3,569	0		
5	80,25	0,04	4,458	0,006	0,571	
6	96,74	0,08	5,374	0,011	1,143	470,3
7	112,61	0,11	6,256	0,016	1,571	398,1
8	128,92	0,14	7,162	0,020	2,000	358,1
9	145,05	0,17	8,058	0,024	2,429	331,8
10	161,41		8,967			
11	177,29	0,21	9,849	0,030	3,000	328,3
12	193,53		10,752			
13	209,53	0,24	11,641	0,034	3,429	339,5
14	225,38		12,521			
15	241,75	0,27	13,431	0,039	3,857	348,2
16	257,69		14,316			
17	273,62	0,31	15,201	0,044	4,429	343,3
18	289,96		16,109			
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

Resistencia Tensil = 15,201 gr/mm<sup>2</sup> o 14,907 N/cm<sup>2</sup>

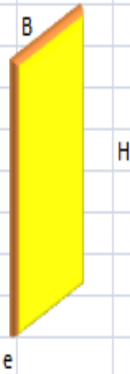
Modulo Tensil = 244,7 gr/mm<sup>2</sup> o 239,968 N/cm<sup>2</sup>

Elongción = 5,286 %





MUESTRA Nº 8



DATOS

B=	9 mm
L=	7 mm
e =	2 mm

CALCULOS

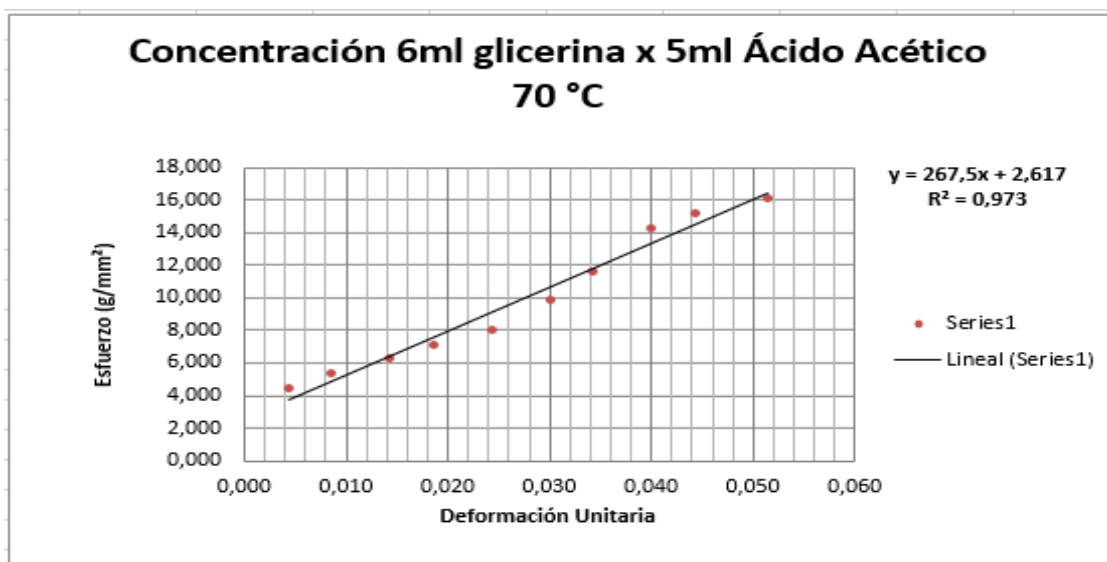
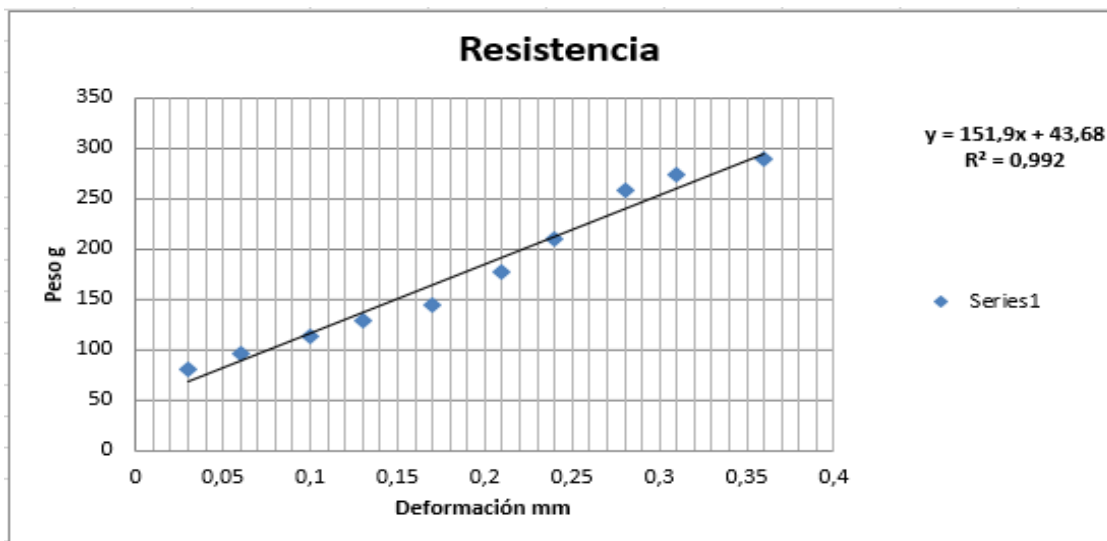
AREA	18 mm <sup>2</sup>
------	--------------------

Nº	PESO	DEF.	Esfuerzo	Def. Unit.	%Elongación	M.de Young
	P	$\Delta x$	F/A	$\epsilon = \Delta x / L$	$L / L_0 * 100$	$Y = F * L / A * \Delta x$
	gr	mm	(gr/mm <sup>2</sup> )	()		(gr/mm <sup>2</sup> )
1	15,95		0,886			
2	32,12		1,784			
3	47,89		2,661			
4	64,25		3,569			
5	80,25	0,03	4,458	0,004	0,429	1040,3
6	96,74	0,06	5,374	0,009	0,857	627,0
7	112,61	0,1	6,256	0,014	1,429	437,9
8	128,92	0,13	7,162	0,019	1,857	385,7
9	145,05	0,17	8,058	0,024	2,429	331,8
10	161,41		8,967		0,000	
11	177,29	0,21	9,849	0,030	3,000	328,3
12	193,53		10,752		0,000	
13	209,53	0,24	11,641	0,034	3,429	339,5
14	225,38		12,521		0,000	
15	241,75		13,431		0,000	
16	257,69	0,28	14,316	0,040	4,000	357,9
17	273,62	0,31	15,201	0,044	4,429	343,3
18	289,96	0,36	<b>16,109</b>	0,051	<b>5,143</b>	313,2
19	305,98		16,999			
20	321,94		17,886			

resistencia tensil = 16,109 gr/mm<sup>2</sup> o 15,797 N/cm<sup>2</sup>

modulo tensil = 267,5 gr/mm<sup>2</sup> o 262,327 N/cm<sup>2</sup>

Elongación = 5,143 %



Fotografía









