



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

ECONOMICA MAQUINA DE ENSAYO DE TRACCIÓN

Aníbal O. Gómez Khairallah, Julia T. Vidal, Walter F. Rios, Ulises O. Gómez Khairallah,
Carlos A. Cattaneo

Departamento Académico de Mecánica-Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Universidad Nacional de Santiago del Estero
Av. Belgrano sur 1912, Santiago del Estero, Argentina
e-mail: cacatta@unse.edu.ar, tytgotomezk@hotmail.com.

RESUMEN

En este trabajo se presenta la construcción de una pequeña, simple y económica máquina para realizar ensayos de tracción. La misma se desarrolló con el objetivo de disponer de un equipo para realizar ensayos de laboratorio en la cátedra de Ciencias de Materiales de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Para la construcción se reciclaron distintos elementos encontrados en el taller electromecánico y solamente se compró la celda de carga.

El accionamiento de la máquina es a través de un sistema mecánico, formado por un tren de engranajes y un sistema tuerca-tornillo activados por un motor eléctrico, que permite realizar el ensayo de tracción a velocidad constante de deformación, además cuenta con un sistema que permite seleccionar entre dos velocidades de ensayo.

La carga máxima aplicable es de 250 kg, con lo cual se ensayan probetas de aceros de bajo carbono, cobre, aluminio, y materiales polímeros diversos.

Como resultado se obtiene la curva de carga en función del alargamiento, a partir de la cual se construyen las gráficas de tensión-deformación ingenieril y tensión-deformación real.

Palabras Claves: Máquina de ensayo, Ensayo de tracción.

1. INTRODUCCIÓN

Conocida es la gran utilidad que tiene la realización de prácticas de laboratorio en la enseñanza de la ciencia de materiales, siendo de excelente apoyo pedagógico para la comprensión de las propiedades de los materiales. También es sabido el alto costo que tiene las máquinas de ensayos de tracción, razón por la cual, desde la cátedra de Ciencia de los Materiales, nos propusimos construir una máquina de tracción de bajo costo, reciclando distintos materiales y mecanismos.

Se optó por construir una máquina de transmisión mecánica similar a las detalladas por Helfgot [1] y Zolotorevski [2].

La máquina consta de un bastidor sobre el cual se desliza una mesa que es la que efectúa la tracción, ésta se mueve por la acción un sistema mecánico, formado por un tren de engranajes y un sistema tuerca-tornillo activados por un motor eléctrico, sistema que proporciona una velocidad de desplazamiento constante. La carga se registra utilizando una celda de carga conectada a una PC mediante un milivoltímetro. En la figura 1 se muestra una foto con las partes principales de la máquina.

El equipo construido permite realizar ensayos a velocidad de deformación constante, éstas pueden ser de 0,19 mm/s o de 0,0044 mm/s. Las probetas a traccionar son de alambres, forma que está condicionada por las mordazas utilizadas.

2. DETALLES DE LA CONSTRUCCION DE LA MAQUINA

El bastidor se construyó con perfiles T de 3/4 X 1/8 de pulgada mientras que la mesa de tracción se elaboró utilizando perfil L de 3/4 X 1/8 de pulgada. Las uniones se realizaron mediante soldadura eléctrica. Para el sistema tuerca tornillo se utilizó el tornillo de un gato de automotor de diámetro 12,3 mm y paso 2,5 mm rosca derecha. Es éste el que tracciona la muestra que se encuentra vinculada al mismo a través del sistema de mordazas, constituyendo el último eslabón de la cadena cinemática de accionamiento.

La velocidad de tracción de 0,0044 mm/seg se obtiene mediante un moto reductor de una computadora IBM de los años 70 con reducción de 3000 a 100 RPM acoplado a un sistema sinfín corona de relación 300 a 1. En la figura 2 se muestra la disposición de los mecanismos.

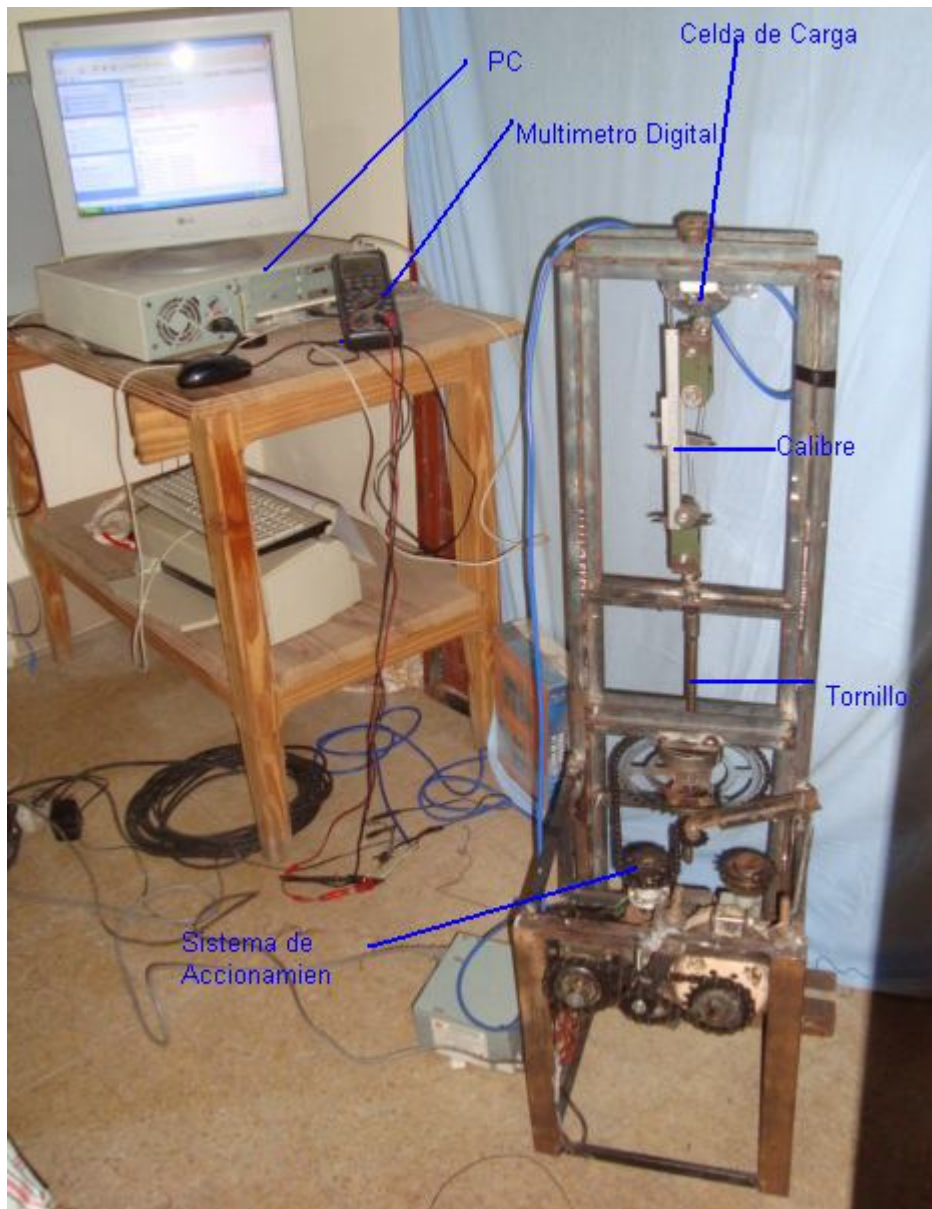


Figura 1. Máquina de tracción

La velocidad de tracción de 0,19 mm/seg (alta velocidad) se obtiene mediante un moto reductor de un sistema de limpiaparabrisas de vehículo Ford F100 modelo 77, accionado por corriente continua de 12V, vinculado a un reductor 5 a 1 de un lavarropas. La figura 3 muestra la disposición de los mecanismos.

El sistema de mordazas utilizado para el ensayo de alambres de pequeñas dimensiones está constituido por cuatro elementos. Se trata de un dispositivo mecánico, realizado con planchuela de 1¼"x 3/16", pensado de tal modo de poder vincular la celda de carga con el elemento de anclaje de la muestra, dejando todas estas alineadas según la línea de acción del mecanismo de accionamiento de la maquina. El elemento de anclaje e inmovilización es la única parte del dispositivo que se encuentra en contacto con la muestra de alambre, está realizado de plástico y es un elemento de uso común para la fijación de los cables de acometidas telefónicas. En la figura 4 se pueden observar las distintas partes de las mordazas.

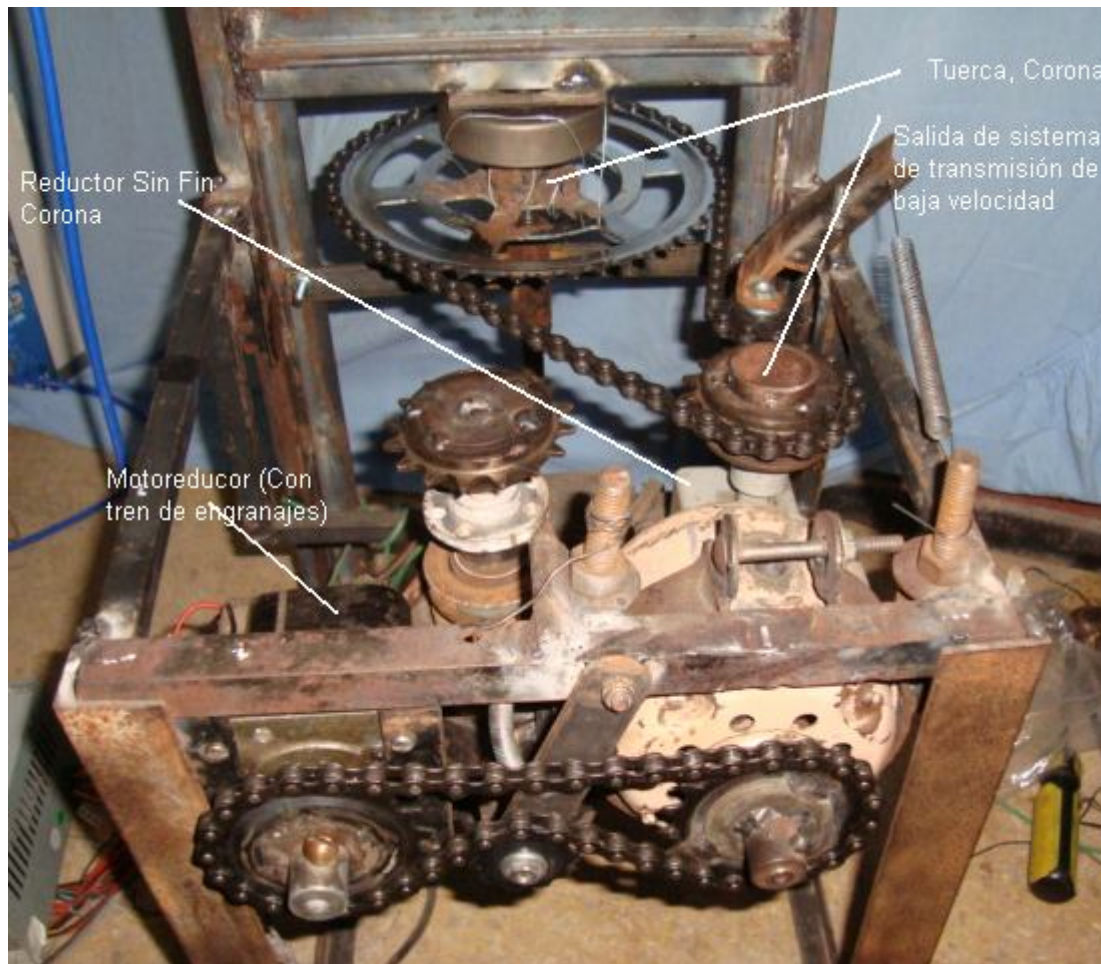


Figura 2. Sistema de baja velocidad

La carga se determinó mediante una celda de carga GBT 300 provista por BYM S.R.L., único elemento comprado a un costo de \$ 346. La señal entregada por la celda de carga se mide con un multímetro digital Protek 506 con interfase RS232, conectado a una PC con procesador Intel MMX 232 MHz, 128 MB de memoria RAM y 4 GB de disco Rígido, para almacenar los datos del ensayo.



Figura 3. Sistema de alta velocidad



Figura 4. Mordazas y celda de carga

3. RESULTADOS

Para calibrar las velocidades de ensayo, se colocó un calibre entre las mordazas -como se muestra en la figura 1- y se mide el tiempo que transcurre para determinados desplazamientos, luego se grafican los datos obtenidos, desplazamientos versus tiempo y, por regresión lineal, se determina la velocidad del ensayo. En la figura 5 se muestra la gráfica de la velocidad para un ensayo de tracción de alambre de fardo.

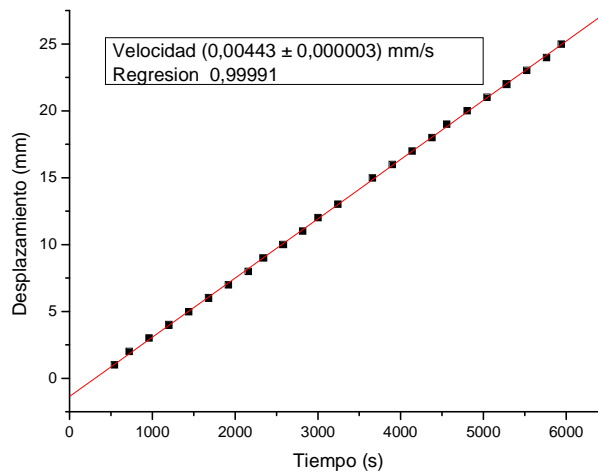


Figura 5 curva desplazamiento vs tiempo para determinar la velocidad del ensayo

El sistema de adquisición de datos, registra la hora en que se efectúa la medida y la señal medida, en este caso los milivolts que entrega la celda de carga como se muestra en la tabla 1

Tabla 1 Datos almacenados por el sistema de adquisición

22:33:56	DC	001.0 mV
22:33:57	DC	001.2 mV
22:33:58	DC	001.3 mV
22:33:59	DC	001.5 mV
22:34:00	DC	001.6 mV
22:34:01	DC	001.8 mV
22:34:02	DC	001.9 mV
22:34:03	DC	002.0 mV

Estos datos se convierten para obtener una tabla de deformaciones y cargas, a partir de la cual se construyen los gráficos de tensión-deformación. Los registros de la hora se convierten en segundos y se les resta el primer valor para obtener los tiempos en segundos en que se realiza la toma de datos; de esta manera, la primera adquisición se hace en cero segundos. Estos tiempos se multiplican por la velocidad del ensayo con lo cual se obtiene la deformación aplicada (Δl) en milímetros, los registros de la celda de carga se multiplican por el factor de escala (factor de calibración de la celda de carga) para obtener la carga aplicada (F) en Newtons. Luego, se divide la deformación por la longitud inicial de la probeta para obtener la deformación ingenieril $e = \frac{\Delta l}{l_0}$, y la carga por el área transversal inicial para obtener la tensión ingenieril

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ en pascuales.}$$

Se ensayaron muestras de alambres de fardo, de cobre y de tanza para pescar.

En la figura 6 se muestra la gráfica tensión ingenieril versus deformación ingenieril para un alambre de fardo de diámetro 1,41 mm, lo que nos da un área inicial de $A_0 = 0.00000156 \text{ mm}^2$, de longitud inicial $l_0 = 100 \text{ mm}$ a velocidad de tracción de 0,0044 mm/s. Se observa en el mismo la tensión de fluencia $\sigma_f = 277 \text{ MPa}$ y la resistencia a la tracción $\sigma_{TS} = 392 \text{ MPa}$ los cuales se corresponden con los datos de bibliografía, también se observa una zona lineal, pero la pendiente que se calcula no se corresponde con el módulo de elasticidad del hierro de baja aleación, problema que se debe a la forma de la muestra (alambre), al sistema de mordazas y a deformaciones que puede tener el bastidor [3].

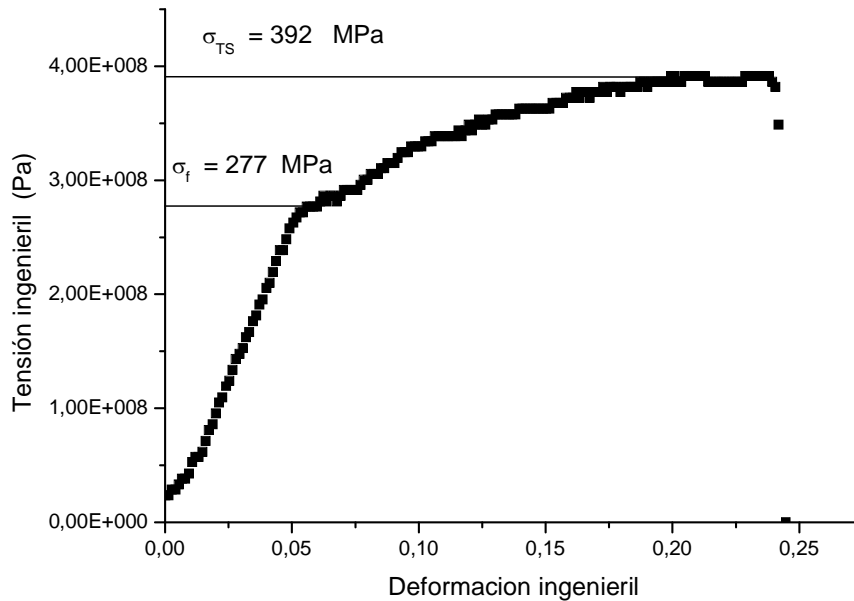


Figura 6 Ensayo de tracción de alambre de fardo a baja velocidad

En las figuras 7 y 8 se muestran los ensayos para alambre de fardo de 1,41 mm de diámetro y para alambre de cobre de 1,17 mm de diámetro, a la velocidad de 0,19 mm/s. En la figura 7 se observa discrepancia con los valores obtenidos en el ensayo anterior. Con respecto al ensayo del cobre (figura 8) sólo podemos determinar la resistencia a la tracción $\sigma_{TS} = 180 \text{ MPa}$ la cual está por debajo de los valores de tabla, no se puede determinar la tensión de fluencia porque no se puede determinar la zona elástica.

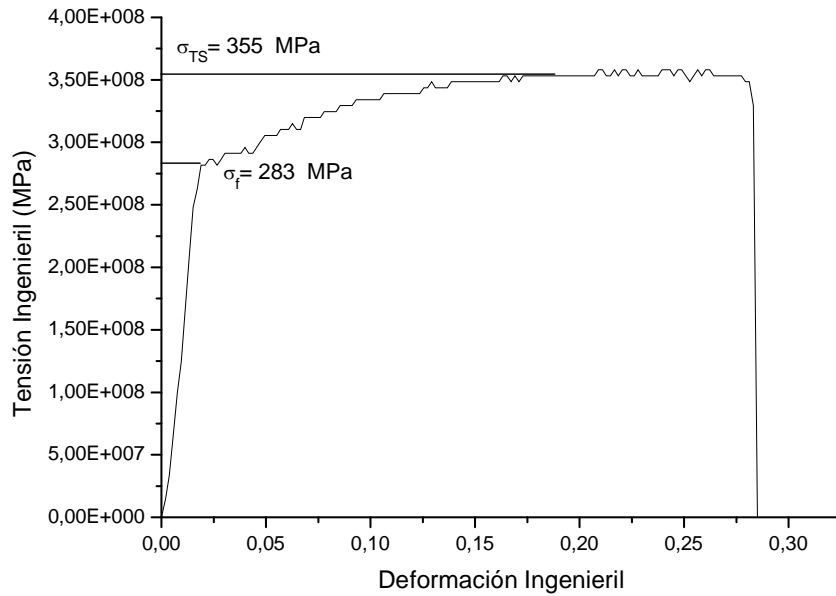


Figura 7 Ensayo de tracción de alambre de fardo a alta velocidad

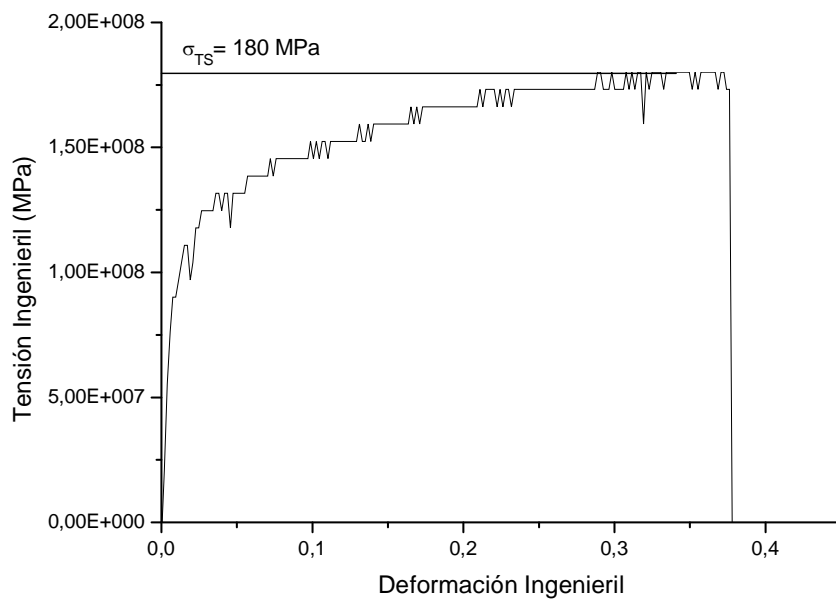


Figura 8 Ensayo de tracción de alambre de cobre a alta velocidad

En la figura 9 se muestra el ensayo de tracción para una tanza de 100% de poliamida de 1mm de diámetro marca Araty Superflex, a la velocidad de 0,0044 mm/s. En la misma se puede observar la zona elástica que tiene un módulo de elasticidad $E = 2,5 \text{ GPa}$ lo que se corresponde con los datos de tabla; además es posible determinar la tensión de ruptura 286 MPa que corresponde a una carga de 22,8 Kg, valor próximo a lo especificado por el fabricante.

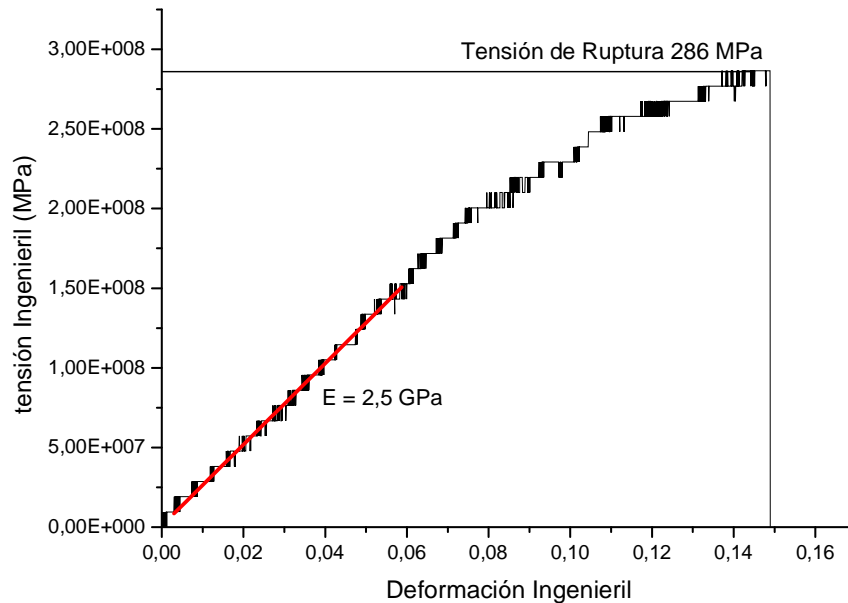


Figura 9 Ensayo de tracción de tanza de poliamida a baja velocidad

3. CONCLUSIONES

Creemos que el objetivo propuesto, de tener una máquina para realizar ensayos de tracción de materiales, como apoyo para la enseñanza de la ciencia de materiales, se alcanzó. Se construyó una pequeña máquina de tracción a velocidad constante, de accionamiento de mecánico, a muy bajo costo, solamente se gastó 346 pesos y algunos materiales consumibles del taller.

Se pueden realizar ensayos sobre alambres.

Para ensayos de pequeñas cargas y baja velocidad (como la tanza) se obtienen buenos resultados, para cargas mayores como en caso del alambre de fardo (figura 6) se obtienen buenos resultados para la tensión de fluencia y para la resistencia a la tracción, no así para la zona elástica.

Para alta velocidad los resultados en general no son muy buenos.

La máquina construida tiene algunas ventajas y muchos problemas, los que creemos se pueden solucionar haciendo las siguientes modificaciones:

- Construir mordazas dentadas para ensayar probetas planas, con mejor sistema de fijación para poder determinar el modulo elástico.
- Construir el bastidor de la máquina mas rígido usando perfiles doble T enfrentados
- Utilizar un motor paso a paso para obtener velocidades de ensayos diferentes.

4. REFERENCIAS

- [1] Aarón Helfgot, *Ensayo de los Materiales*, Editorial Kapeluz, Buenos Aires, 1979.
- [2] V. Zolotorevski, *Pruebas mecánicas y propiedades de los metales*, Editorial Mir Moscu, URSS, 1976.
- [3] Antonio González Ariaz, Carlos E. González Ariaz; *Laboratorio de Ensayos Industriales*, Editorial Litenia, 12º edición, Buenos Aires, 1992.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a las autoridades de la facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, por el apoyo prestado.