



115
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL
LABORATORIO DE MATERIALES DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM,
APLICACIÓN A UNA INVESTIGACIÓN EN VIGAS
DE CONCRETO REFORZADO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
ALEJANDRO HUGO REYES REYNA

DIRECTOR DE TESIS: DR. OSCAR HERNÁNDEZ BASILIO



CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.

2001.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/084/01

Señor
ALEJANDRO HUGO REYES REYNA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **DR. OSCAR HERNANDEZ BASILIO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

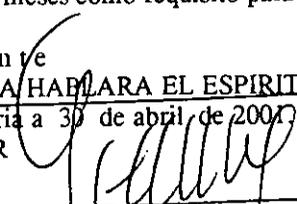
"SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM, APLICACIÓN A UNA INVESTIGACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO"

- INTRODUCCIÓN**
- I. OBJETIVO**
 - II. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.)**
 - III. PROGRAMA OSCAR 3**
 - IV. UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.) Y DEL PROGRAMA OSCAR 3**
 - V. APLICACIÓN DEL S.A.D. A UNA INVESTIGACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO**
 - VI. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFÍA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 30 de abril de 2007
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

A mis padres con todo mi amor, respeto y agradecimiento por su enorme sacrificio y esfuerzo invaluable en mi formación como ser humano y profesionalista.

A mis hermanos por su apoyo moral en todos los momentos en que fue necesario.

Al Dr. Oscar Hernández Basilio por su incondicional y total apoyo en mi formación profesional mi más grande agradecimiento y respeto como persona y como profesionalista.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, mi más profundo agradecimiento.

ÍNDICE

	INTRODUCCIÓN	1
I	OBJETIVO	3
II	COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.)	4
	II.1 Equipo de cómputo	4
	II.2 Tarjeta de adquisición de datos	5
	II.3 Software	6
	II.4 Celda de carga	7
	II.5 Lvdts	12
	II.5.1 Lvdts 1	12
	II.5.2 Lvdts 2	15
	II.6 Acondicionador de señales SA	17
	II.6.1 Descripción general	18
	II.6.2 Instrucciones de cableado	19
	II.6.3 Especificaciones	20
	II.6.4 Controles del panel frontal	20
	II.7 Módulo de interconexión	21
	II.8 Fuente de poder	22
	II.9 Multímetro digital	23
	MANUAL DEL USUARIO	
III	PROGRAMA OSCAR 3	25
	III.1 Descripción general	25
	III.1.1 Configurar	26
	III.1.1.1 Configuración de los canales de lectura	26
	III.1.1.2 Parámetros de muestreo	27
	III.1.1.3 Tipo de elemento a ensayar	27
	III.1.1.4 Botones de subcomandos de configuración	27
	III.1.2 Ensayar	28
	III.1.2.1 Gráfica carga vs. deformación	29
	III.1.2.2 Valores instantáneos	29
	III.1.2.3 Parámetros de muestreo	29
	III.1.2.4 Botones de subcomandos de ensayar	29
	III.1.3 Reportes	31
	III.1.4 Terminar	31

IV UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.) Y DEL PROGRAMA OSCAR 3	32
IV.1 Como conectar el equipo	32
IV.1.1 Como conectar la celda de carga	32
IV.1.2 Como conectar el acondicionador de señales	32
IV.1.2.1 Procedimiento para la calibración	32
IV.1.3 Como conectar los Lvdts	33
IV.1.4 Como conectar la fuente de poder	33
IV.1.5 Como conectar el módulo de interconexión	33
IV.2 Como revisar la conexión del S.A.D.	34
IV.3 Como iniciar el programa Oscar 3	37
IV.3.1 Acceso al programa Oscar 3 rápido	37
IV.3.2 Acceso al programa Oscar 3 paso a paso	38
IV.4 Como configurar el programa	43
IV.4.1 Como configurar los canales de medición	44
IV.4.1.1 Como cambiar el canal de lectura en la pantalla de configuración	44
IV.4.1.2 Como ingresar los datos de pendiente, ordenada, unidades, rango y descripción	44
IV.4.1.3 Como activar y desactivar un canal	44
IV.4.2 Como configurar la celda de carga	45
IV.4.3 Como configurar el LVDT 1	45
IV.4.4 Como configurar el LVDT 2	46
IV.4.5 Como configurar cualquier otro aparato	46
IV.4.6 Como configurar los parámetros de muestreo	46
IV.4.7 Como seleccionar el tipo de ensaye	47
IV.4.8 Como recuperar una configuración	48
IV.4.9 Como obtener los valores por defecto	49
IV.4.10 Como salir de la sección de configurar	49
IV.5 Como Ensayar	51
IV.5.1 Como iniciar la adquisición de datos	51
IV.5.2 Como salvar un dato	53
IV.5.3 Como cambiar los parámetros de muestreo en la sección de ensayar	54
IV.5.4 como terminar el ensaye	54
IV.6 Errores comunes dentro del programa Oscar 3	55
IV.7 Como salir del programa Oscar 3	56
IV.8 Como obtener el archivo de resultados	57

V APLICACIÓN DEL S.A.D. A UNA INVESTIGACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO	60
V.1 Antecedentes	60
V.2 Especificaciones de las vigas de concreto reforzado	61
V.3 Programa de prueba	61
V.4 Momento resistente y cortante resistente de las vigas de concreto reforzado	62
V.5 Instrumentación	64
V.6 Resultados	68
V.6.1 Gráficas deformación vs. P	68
V.7 Recomendaciones en la instrumentación	73
V.7.1 Celda de carga	73
V.7.2 LVDT'S	73
 VI CONCLUSIONES	 76
 BIBLIOGRAFÍA	 78
 ANEXO A	
Datos del archivo de resultados del S.A.D.	79
 ANEXO B	
Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER	97
 ANEXO C	 113

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales es de fundamental importancia en la Ingeniería Civil, debido a que permite con su determinación conocer la resistencia de distintos tipos de esfuerzos a que están sujetos los elementos estructurales; también permite corroborar, si son correctas o no, las hipótesis que se hacen en las idealizaciones de un modelo matemático que pretende determinar el comportamiento ante ciertas condiciones de carga. Por ejemplo, las pruebas a flexión o a cortante en vigas de concreto reforzado proporcionan información básica acerca de este comportamiento, y su conocimiento de ellos permite determinar que tan válidas son las ecuaciones proporcionadas por la Normas Técnicas.

En el Laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México se realizan dos tipos de pruebas, estáticas y dinámicas, que permiten conocer las propiedades físicas y mecánica de los materiales. Estas pruebas son de tensión, compresión, flexión. Cortante, carga axial y torsión, tanto en elementos cortos estándar, como en elementos a escala natural, principalmente en vigas, muros o especiales, tales como muretes, cimbras, paneles, varillas, muros, piezas simples, pilas, etcétera.

Los materiales con los que se fabrican los distintos elementos que se ensayan en el Laboratorio de materiales son principalmente concreto simple y reforzado, acero, madera, acrílicos, aluminio; pero la principal colaboración del laboratorio del Laboratorio para la práctica profesional es el ensaye de sistemas estructurales para muros y techos novedosos.

En la realización de los ensayos los parámetros de medición son la fuerza o presión aplicada en el elemento y la deformación que conlleva. El laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM cuenta con diferentes formas o métodos con los que se pueden medir y registrar estos parámetros.

Una de las formas más comunes con las que se mide la presión es con los manómetros mecánicos. Existen algunos manómetros que cuentan con una escala de fuerza como el que tiene la prensa universal AMSTER; hasta hace poco esta era la forma común para aplicar carga en el laboratorio.

Otra forma de medir la fuerza o presión aplicada es a través de la interacción de una celda de carga digital unida a un puente de Wheatstone. La celda de carga detecta la diferencia en el campo magnético producido por la deformación que ésta tiene debido a la aplicación de una carga en ella, la diferencia del campo magnético es detectada a través de una diferencia de voltaje la cual es medida e interpretada por el puente de Wheatstone; este es un procedimiento más exacto pero muy lento, tanto para su ejecución como para la interpretación de los datos.

También se puede medir la presión o fuerza ejercida en un elemento a través de un anillo de presión, el cual mide la presión o fuerza aplicada por medio de la deformación del anillo.

La medición de la deformación de un elemento provocada por la aplicación de una fuerza en él, se puede hacer por medio de cualquiera de los siguientes instrumentos:

- Deformímetro Mecánico, Eléctrico o Digital
- Strain Gage
- LVDT, entre otros.

Un deformímetro Mecánico detecta la deformación a través de un sistema de engranes, muy parecido al sistema de los relojes. Esta deformación es leída en una carátula tal como si lo hiciera en un reloj.

Los deformímetros electrónicos y digitales detectan la deformación de un elemento por medio de una resistencia variable, del mismo modo el Strain Gage detecta la deformación.

El LVDT tiene un funcionamiento muy parecido al de una celda de carga, la diferencia radica en que las deformaciones producidas en el instrumento son mayores y por lo tanto la diferencia en el campo magnético es mayor.

EL inconveniente de la utilización de este tipo de instrumentos es que entre ellos no existe una interacción, y como sabemos la deformación de un elemento es asociada a la aplicación de una fuerza, por lo que la interacción de las mediciones de los instrumentos se lleva a cabo por medios humanos; con los errores que esto produce.

El Laboratorio cuenta con una Máquina Universal SATEC, la cual tiene un sistema de adquisición de datos con el que se pueden realizar ensayos y tomar mediciones de fuerza y deformación al mismo tiempo. Teniendo lecturas más precisas. El único problema es que solamente se pueden tener este tipo de mediciones en el espacio de la platina de la máquina universal SATEC.

Además durante la pasada huelga fue robada la computadora que contaba este equipo, junto con la tarjeta que controla automáticamente el proceso y hasta el momento (mas de un año) no se ha podido adquirir su repuesto, quedando inútil este equipo.

Prácticamente esta máquina SATEC era el equipo más moderno con el que contaba el laboratorio y era útil para pruebas en cilindros de concreto y varillas de acero, así como para el ensayo de pilas y muretes de mampostería, pero todos los demás ensayos en elementos o sistemas estructurales se tenían que improvisar con gatos hidráulicos y con manómetros de carátula; y la medición de deformación con micrómetros de carátula; dando lugar a poca precisión en la medición de datos y a errores de lectura.

Por tal motivo surge la necesidad de que el Laboratorio de materiales cuente con un Sistema de Adquisición de Datos (S.A.D.) cuyo objetivo sea el de tomar lecturas de deformación y fuerza, principalmente, de forma automática y precisa en ensayos realizados dentro y fuera de las instalaciones del Laboratorio de materiales de la FI.

I OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es conjuntar una serie de dispositivos, así como del software correspondiente para obtener un Sistema de Adquisición de Datos y validar su confiabilidad con una investigación donde se ensayaron vigas de concreto reforzado para evaluar los criterios de predicción de resistencia a cortante para el caso de usar como estribos aceros de alta resistencia y observar las diferencias en su comportamiento con respecto a elementos reforzados con estribos de alambón o con $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

El S.A.D. fue integrado gracias a donaciones hechas por muchas personas y empresas a las que se agradece su colaboración desinteresada para mejorar la calidad de las instalaciones del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

II COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.)

Para integrar el S.A.D. se tenían dos opciones: la primera era comprar un sistema completo en el cual, sin saber nada de lo que se operaba en su interior, solamente se conectaban los equipos y se procedía a apretar teclas en una computadora, la otra era conjuntar diferentes equipos, sabiendo el funcionamiento de cada uno. La decisión fue fácil debido a que la primera opción tenía un costo de cuatro veces mayor que la segunda. (120000 USD).

Debido a la carencia de recursos del Laboratorio se procedió a conseguir donadores (*ver anexo c*) que proporcionaran los recursos económicos o en especie para integrar el S.A.D.; su integración tardó cerca de dos años.

El Sistema de Adquisición de Datos cuenta con los siguientes componentes para su correcto funcionamiento.

- Equipo de cómputo.
- Tarjeta de adquisición de datos.
- Software.
- Celda de carga.
- LVDT'S.
- Acondicionador de señales SA.
- Módulo de interconexión.
- Fuente de poder.
- Multímetro digital.

A continuación se describe cada uno de ellos, así como su función dentro del contexto.

II.1 EQUIPO DE CÓMPUTO

Las características mínimas necesarias del equipo de computo, para su utilización en el Sistema de Adquisición de Datos son las siguientes:

Main Processor:	Intel Celeron	Base Memory Size:	640 KB
Math Processor:	Built – in	Ext Memory Size:	31744 KB
Processor Clock (vel):	266 MHz	Display Type:	VGA/EGA
Floppy Drive A:	1.44 MB 3 ½"	Serial Ports:	3F8, 2F8
Power Management:	APM, SMI	Parallel Port	37B
L2 Cache Type:	Write Back	External Cache:	W/B

II.2 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La tarjeta de adquisición de datos es el modelo AT-MIO-16XE-50 y es parte de las tarjetas de la serie AT E, las cuales son completamente compatibles en conexión y funcionamiento con multifunción analógica, digital y sincronización de tableros de entrada y/o salida para P.C.

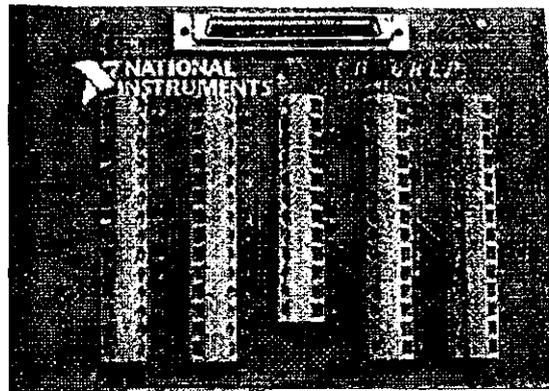
La función de la Tarjeta de Adquisición de Datos es convertir las señales analógicas, enviadas por la Celda de Carga y por los LVDT'S, a señales digitales para que puedan ser leídas e interpretadas por el Software especializado. Dicha tarjeta se encuentra dentro del CPU del Equipo de Cómputo.

Además se complementa con una tarjeta conectora con terminales en tornillo (*Fotografía II.1*) Esta tarjeta es el modelo SC-2043-SG de NATIONAL INSTRUMENTS, es un accesorio de conexión de señales de dispositivos que trabajan a base de Strain Gage, la tarjeta es para ocho canales. Las señales de los dispositivos son dirigidas directamente a los canales analógicos de entrada del cuadro conmutador DAQ a través de un conector de 50 terminales. Este modelo cuenta con terminales de tornillo de enganche y desenganche para entradas adicionales analógicas.

A continuación se presenta la relación de las terminales de tornillo de enganche y desenganche de entrada de las señales analógicas con los canales de señal de entrada:

Número de Terminal de Conexión	Canal de Señal de Entrada
68	Canal Cero
34	(-) Canal Cero
67	Tierra
33	Canal Uno
66	(-) Canal Uno
32	Tierra
65	Canal Dos
31	(-) Canal Dos
64	Tierra
30	Canal Tres
63	(-) Canal Tres
29	Tierra
62	License
28	Canal Cuatro
61	(-) Canal Cuatro
27	Tierra
60	Canal Cinco
26	(-) Canal Cinco
59	Tierra
25	Canal Seis
58	(-) Canal Seis
24	Tierra

Número de Terminal de Conexión	Canal de Señal de Entrada
57	Canal Siete
23	(-) Canal Siete
56	Tierra
22	Dacout ¹
55	Aognd
21	Dacout ¹



Fotografía II.1: Terminal de conexión.

II.3 SOFTWARE

El software utilizado en el Sistema de Adquisición de Datos es el LabVIEW versión 5.0, de NATIONAL INSTRUMENTS

LabVIEW es un ambiente de desarrollo de programación gráfico basado en el lenguaje de programación de G para la adquisición y el control de datos, el análisis de datos, y la presentación de resultados.

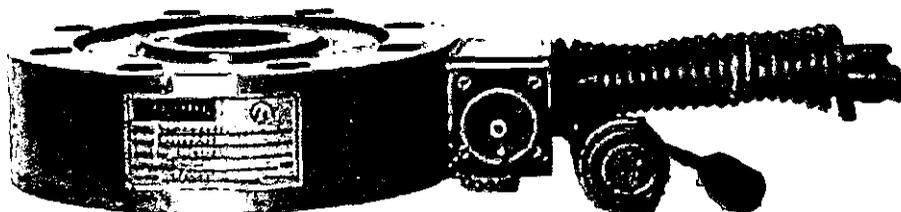
En LabVIEW, en lugar de escribir programas basados en texto se construyen programas denominados Instrumentos Virtuales (Vis).

Un VI de LabVIEW consiste en un panel frontal, un diagrama de bloques, y un icono/conector. El panel frontal es la interface con el usuario, el diagrama de bloques es la fuente del código del VI, y el icono/conector es la interface de llamada de rutina. Un diagrama de bloques contiene componentes de entrada y de salida (E/S), de cálculo y sub Vis representados por iconos, e interconectados por líneas que guían el flujo de datos. Los componentes de E/S comunican a LabVIEW con las tarjetas de adquisición de datos o GPIB, y con instrumentos físicos externos. Los componentes de cálculo ejecutan operaciones aritméticas. Los sub Vis llaman a otros Vis, pasando datos por sus iconos/conectores.

En este software se creó el programa que tomaría los datos de la deformación y la fuerza aplicada a un elemento de forma automática. Debido a que es un lenguaje muy elaborado se requirió de personal especializado para programar el sistema; El programa se desarrolló en el Instituto de Ingeniería y se le nombró **Oscar 3**. El programa toma los datos a través de las señales enviadas por los instrumentos de medición; parte importante para el funcionamiento de la adquisición de datos son los parámetros de los equipos de los que se tomarán lecturas; en especial se requiere de la pendiente y ordenada de la recta que describe su comportamiento, la pendiente y la ordenada deberá ser la correspondiente a la relación de Deformación o Fuerza con el Voltaje enviado por el aparato en cuestión.

II.4 CELDA DE CARGA

Una celda de carga (*Fotografía II.2*) es un instrumento que registra presiones o fuerzas a través de la deformación de su anillo interior y envía una señal que se puede registrar como un a diferencia de voltaje e interpretarla con un software especializado.



Fotografía II.2: Celda de carga

La celda de carga utilizada en el Sistema de Adquisición de Datos es el modelo 41/0573-01 de SENSOTEC, con número de serie 631096, y con las siguientes características:

- Resistencia de entrada de 505 Ω .
- Resistencia de salida de 352 Ω .
- Capacidad de 50000 libras a tensión (22679.6185 Kg)
- Excitación de 10 Volts.
- Factor de calibración de 2.9949 MV/V.
- Resistencia de derivación (shunt) de 59 K Ω .
- Factor de Calibración derivada (SHUNT): de 1.4871 mV/V

Como ya se mencionó, es necesario obtener los valores de la pendiente y ordenada del comportamiento de la celda de carga por lo que se realizó prueba en el marco de carga de la máquina universal del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería obteniéndose los siguientes resultados:

Con los datos obtenidos se realizó una gráfica Voltaje vs. Carga en la que se puede observar el comportamiento de la celda de carga *Figura II.1*

Carga T	Voltage Volts
0.00	0.000
0.25	0.052
0.50	0.107
0.75	0.162
1.00	0.220
1.25	0.274
1.50	0.331
1.75	0.388
2.00	0.435
2.25	0.495
2.50	0.557
2.75	0.610
3.00	0.664
3.25	0.714
3.50	0.774
3.75	0.823
4.00	0.878
4.25	0.928
4.50	0.990
4.75	1.046
5.00	1.101
5.25	1.154
5.50	1.214
5.75	1.267
6.00	1.322
6.25	1.376
6.50	1.425
6.75	1.483
7.00	1.541
7.25	1.591
7.50	1.647
7.75	1.706
8.00	1.759
8.25	1.817
8.50	1.866
8.75	1.919
9.00	1.976
9.25	2.035

Carga T	Voltage Volts
9.50	2.090
9.75	2.124
10.00	2.194
10.25	2.256
10.50	2.306
10.75	2.363
11.00	2.415
11.25	2.475
11.50	2.530
11.75	2.583
12.00	2.639
12.25	2.696
12.50	2.749
12.75	2.806
13.00	2.860
13.25	2.916
13.50	2.967
13.75	3.029
14.00	3.079
14.25	3.134
14.50	3.188
14.75	3.247
15.00	3.302
15.25	3.357
15.50	3.414
15.75	3.467
16.00	3.523
16.25	3.580
16.50	3.635
16.75	3.688
17.00	3.744
17.25	3.802
17.50	3.855
17.75	3.909
18.00	3.967
18.25	4.030
18.50	4.080
18.75	4.130
19.00	4.180
19.25	4.240
19.50	4.290

Carga T	Voltaje Volts
19.75	4.340
20.00	4.400
20.25	4.460
20.50	4.520
20.75	4.570
21.00	4.630
21.25	4.690
21.50	4.740
21.75	4.790
22.00	4.850

Con los datos obtenidos se realizó una gráfica Voltaje vs. Carga, en la que se puede observar el comportamiento de la celda de carga. *Figura II.1*

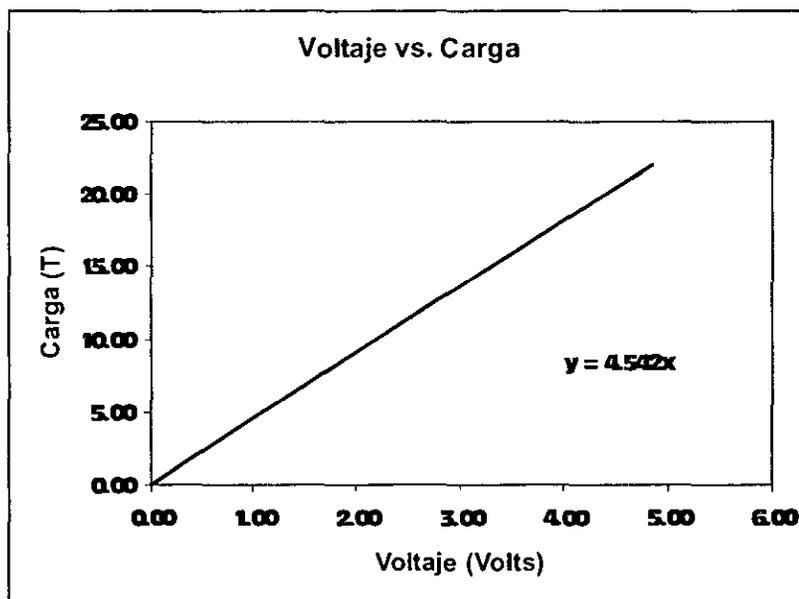


Figura II.1: Gráfica Voltaje vs. Carga, celda de carga

A través del método de mínimos cuadrados y con los datos obtenidos en la prueba realizada se obtiene la ecuación que describe el comportamiento de la celda de carga:

$$Y = 4.542 X$$

donde:

Y es la Carga (T),

X el voltaje (Volts),

4.542 es la pendiente (m) en T/Volts

El código de conexión de la celda de carga es:

- Amarillo: Señal (+)
- Rojo: Excitación (+)
- Blanco: Señal (-)
- Negro: Excitación (-)

La celda de carga cuenta en su extremo de conexión con un plug dim (Figura II.2) para facilitar su uso

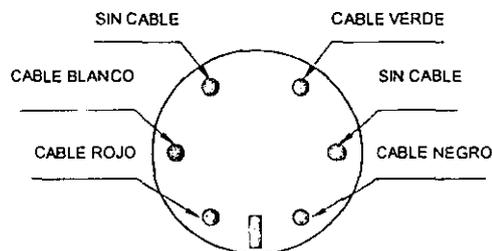


Figura II.2: Plug dim Celda de Carga

La celda de carga cuenta con un certificado de calibración (Figura II.3) proporcionado por la empresa SENSOTEC, que certifica el funcionamiento de la misma.

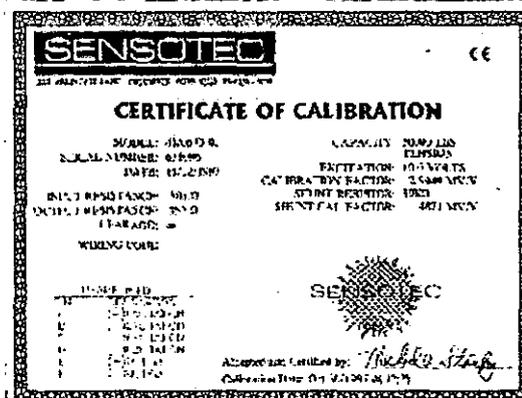
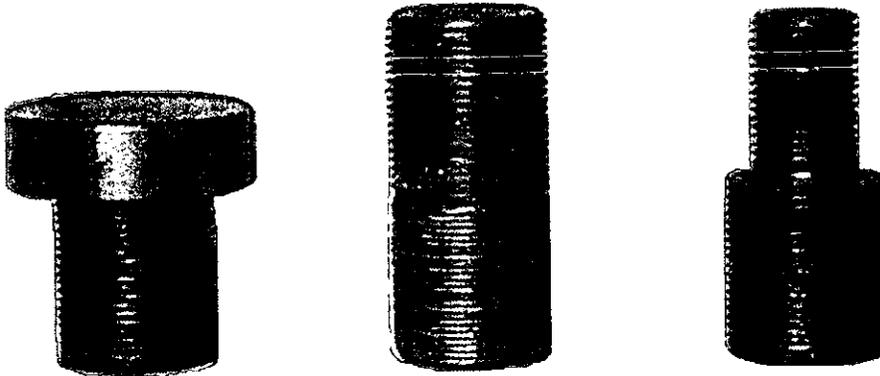


Figura II.3 Certificado de calibración de la Celda de carga

Para la correcta transmisión de la fuerza de la celda de carga al elemento a ensayar se mandaron hacer diferentes tipos de adaptadores en forma de tornillos, uno con cabeza ancha que se utiliza para aplicar compresión y dos con cuerda en ambos extremos para que sean atornillados a la celda de carga y gatos de presión, donde se puede aplicar tensiones o compresiones. (*Fotografía II.3*).



Fotografía II.3: Adaptadores en forma de Tornillos de la Celda de Carga.

II.5 LVDT'S

Un LVDT es un transductor que registra deformaciones y envía una señal de estas deformaciones en forma de una diferencia de voltaje, la cual puede ser leída por algún software especializado, como el LabVIEW, e interpretado con el programa Oscar 3.

El Sistema de Adquisición de Datos cuenta con dos LVDT'S para registrar las deformaciones en los elementos debidas a la aplicación de una fuerza en ellos.

II.5.1 LVDT 1

El LVDT 1 (*Fotografía II.4*) es el modelo 060-3621-02 de SENSOTEC con número de serie L0362000 y tiene las siguientes características:

- Rango de +/- 1 pulgada (+/- 2.54 cm)
- Alimentación de 30 VDC
- Factor de calibración de 5.2280 V/Pulgadas
- linealidad del 0.1300%



Fotografía II.4: LVDT 1

Al igual que en la celda de carga, para el LVDT 1 es necesario obtener los valores de la pendiente y ordenada de su comportamiento por lo que se realizó prueba en el deformímetro MITUTOYO del Instituto de ingeniería. Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Voltaje Volts	Deformación mm
0	0
-0.2	1
-0.4	2
-0.623	3
-0.832	4
-1.029	5
-1.228	6
-1.445	7
-1.645	8
-1.855	9
-2.065	10
-2.264	11
-2.466	12
-2.679	13
-2.875	14

Con los datos obtenidos en la prueba se realizó una gráfica Voltaje vs. Deformación en la que se observa que el comportamiento del LVDT 1 es lineal. *Figura II.4*

A través del método de mínimos cuadrados y con los datos obtenidos se obtiene la ecuación que describe el comportamiento del LVDT 1

$$Y = -4.8558X + 0.0057$$

donde:

Y es la Deformación (mm)

X el voltaje (Volts)

4.8558 es la pendiente (m) en mm/Volts

0.0057 es la ordenada al origen en mm

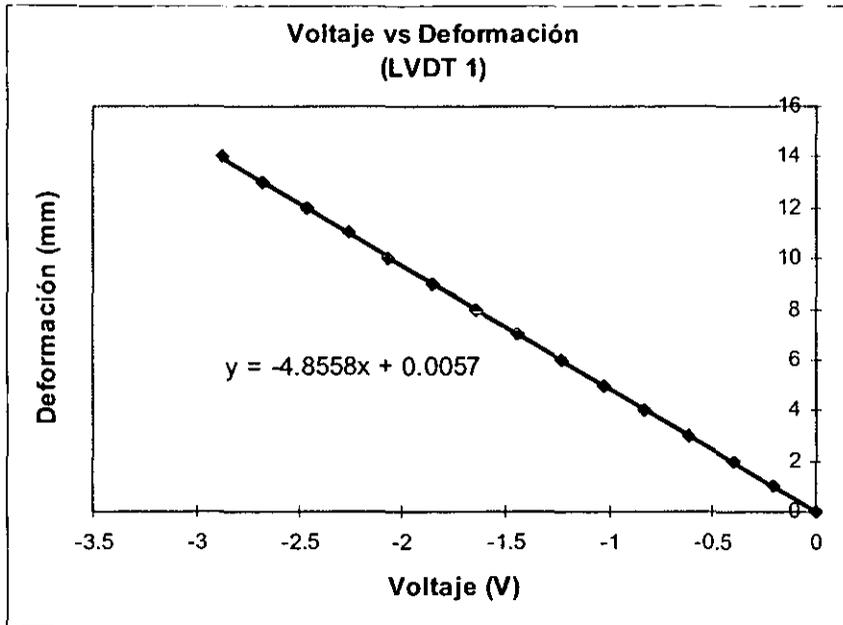


Figura II.4: Gráfica Voltaje vs. Deformación, LVDT 1

El código de conexión del LVDT 1 es:

- Azul: Excitación (-) alimentación (-)
- Rojo: Excitación (+) alimentación (+)
- Negro: Señal (-)
- Verde: Señal (+)
- Amarillo: invierte la señal (alternativo al verde)
- Café: No conectar.

El LVDT 1 cuenta en su extremo de conexión con un plug dim (Figura II.5) para facilitar su uso

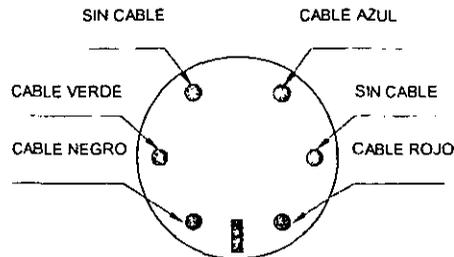


Figura II.5: Plug dim LVDT 2

El LVDT 1 cuenta con un certificado de calibración (*Figura II.6*) proporcionado por la empresa SENSOTEC, que certifica el funcionamiento del mismo.

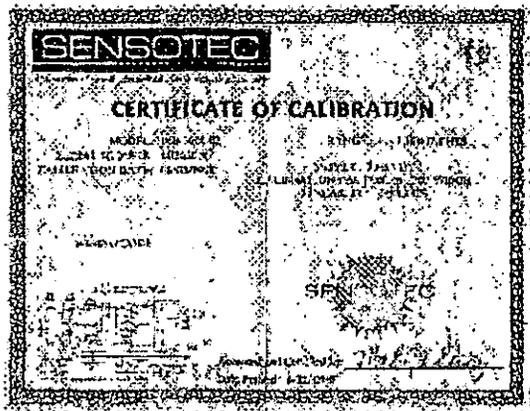
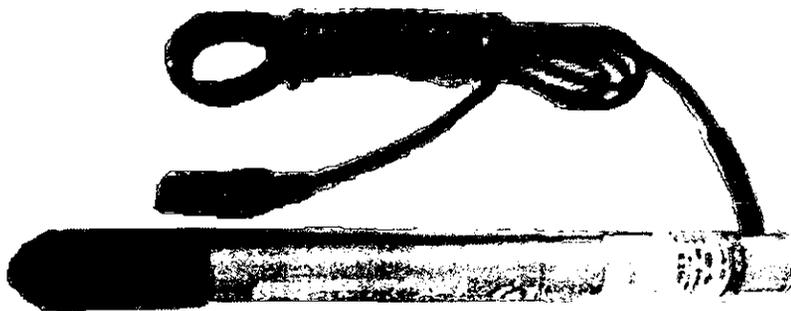


Figura II.6: Certificado de calibración del LVDT 1

II.5.2 LVDT 2



Fotografía II.5: LVDT 2

El LVDT 2 (*Fotografía II.5*) es el modelo 060-3621-02 de SENSOTEC con número de serie L0362100 y tiene las siguientes características:

- Rango de +/- 1 pulgadas (+/- 2.54 cm)
- Alimentación de 30 VDC
- Factor de calibración de 5.2350 V/pulgadas
- linealidad del 0.1100%

Como todos los instrumentos de medición, utilizados por el S.A.D, es necesario obtener los valores de la pendiente y ordenada del comportamiento del LVDT 2. Realizando también una prueba en el deformímetro MITUTOYO del Instituto de ingeniería. Obteniendo los siguientes resultados:

Voltaje Volts	Deformación Mm
0	0
-0.206	1
-0.418	2
-0.625	3
-0.844	4
-1.038	5
-1.253	6
-1.463	7
-1.674	8
-1.879	9
-2.078	10
-2.293	11
-2.483	12
-2.687	13
-2.895	14

Al realizar la gráfica Voltaje vs. Deformación de los datos obtenidos en la prueba se puede observar el comportamiento lineal del LVDT 2. *Figura II.7*

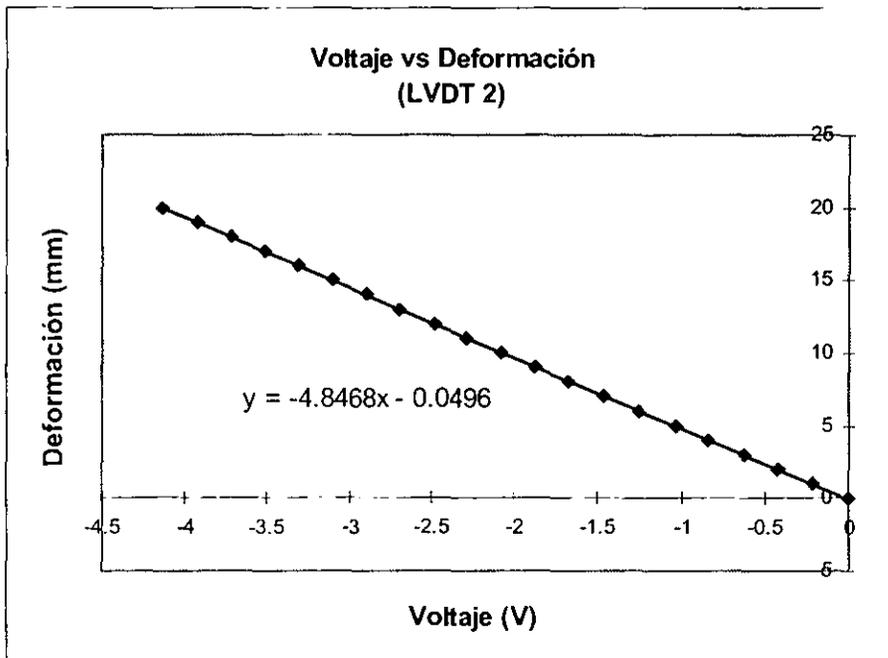


Figura II.7: Gráfica Voltaje vs. Deformación, LVDT 2

A través del método de mínimos cuadrados y con los datos obtenidos se obtiene la ecuación que describe el comportamiento de la LVDT 2

$$Y = -4.8468X + 0.0496$$

donde:

- Y es la Deformación (mm)
- X el voltaje (Volts)
- 4.8868 es la pendiente (m) en mm/Volts
- 0.0498 es la ordenada al origen en mm

Su conexión es igual al LVDT 1

Al igual que la Celda de carga y el LVDT 1, el LVDT 2 también cuenta con un certificado de calibración (Figura II.9) proporcionado por la empresa SENSOTEC, que certifica su funcionamiento.

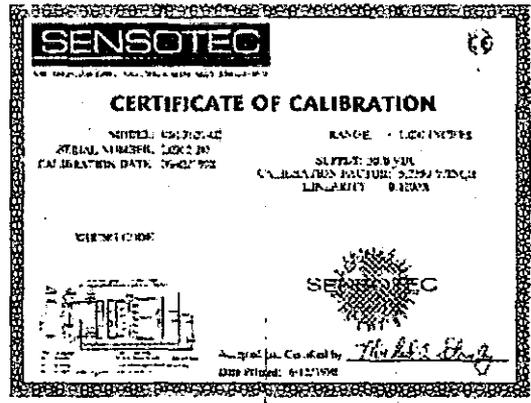
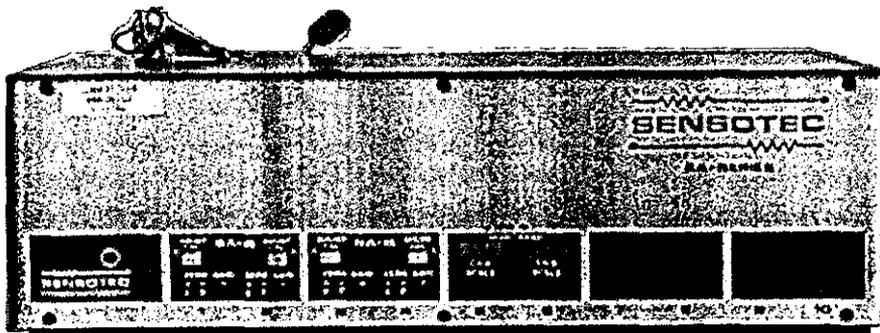


Figura II.9: Certificado de Calibración LVDT 2

II.6 ACONDICIONADOR DE SEÑALES SA



Fotografía II.6: Acondicionador de Señales

II.6.1 Descripción General

El acondicionador de señales tiene la función de alimentar a los equipos con un voltaje constante, también amplifica la señal que viene de los equipos para que pueda ser leída por la Tarjeta de Adquisición de Datos, la cual convierte el dato analógico, en uno digital que lo interpreta el software LabVIEW.

El acondicionador de señales utilizado por el S.A.D. (*Fotografía II.6*) es el modelo SA-10, al cual se le integraron dos módulos acondicionadores de señales SA y un módulo AD cuya función es convertir la señal analógica en digital con fines de supervisión, más que para tomar datos. Los módulos acondicionadores amplifican la señal y la envían a los módulos conectados para permitir la adquisición de datos y la transformación de los valores analógicos a digitales. Este módulo puede ser usado para acondicionar señales de los transductores, LVDT'S o cualquier otro dispositivo que suministre una señal de en Volts. La señal de cada es amplificada hasta 5 Volts. Si una señal después de ser amplificada es introducida al módulo AD la señal es transformada a una digital que es útil durante el monitoreo de los equipos.

Como se mencionó, el módulo AD, es útil durante el monitoreo de los equipos y puede servir para controlar visualmente algún parámetro. El dato mostrado en este convertidor puede ser escalado (usando un panel frontal escalando el potenciómetro) para leer de 000 a 1999 una señal de 5 Volts. en la parte de atrás de las terminales de energía. Una dato mostrado de un 1 y tres espacios en blanco a la izquierda significa que la señal introducida excede el 1999 del rango contable del mostrador. El punto decimal iluminado es dado por interconexiones en la parte de atrás del conector. (*Ver Figura II.10*)

El convertidor analógico digital (Módulo AD) integrado en el acondicionador de señales utilizado por el S.A.D. tiene las siguientes especificaciones:

rango de voltaje de entrada	0 Volts a +/- 5 Volts
Resistencia introducida	50 K Ohm
Rango de la escala del mostrador con 5 Volts de entrada	000 a 1999 en la pantalla o display
Punto decimal programado en la parte de atrás del conector	<i>Ver Figura II.10</i>

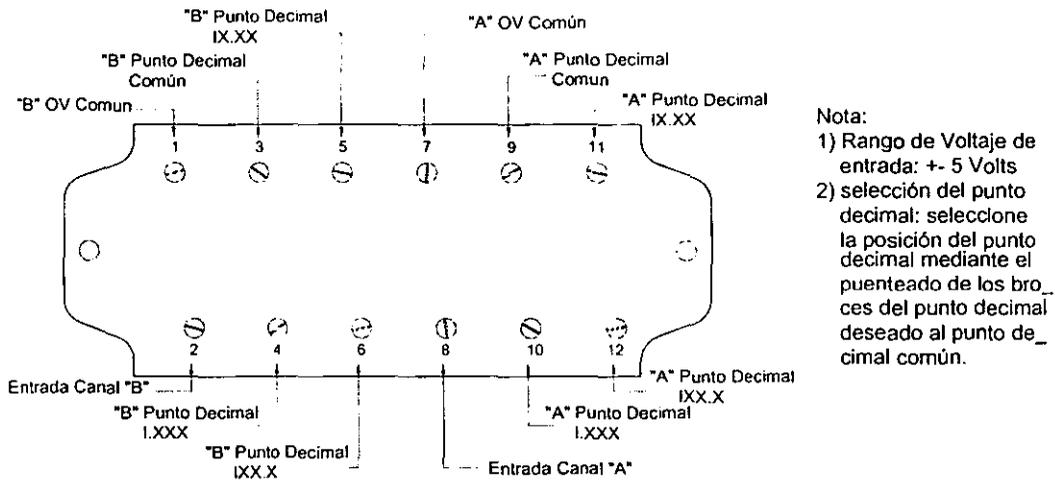


Figura II.10: Panel frontal del Módulo AD

MODULO SA-BII

El acondicionador de señales cuenta con dos módulos SA-BII, estos módulos son usados para amplificar el nivel de milivolts de las señales con una capacidad de filtrar, en el puente transductor, de 0 a 5 Volts o de 4 a 20 miliampers de salida. La ganancia del amplificador es programada por 3 interruptores localizados atrás del panel frontal movible. Los 3 interruptores configuran un rango de ocho pasos de escala completa de Voltaje de entrada; desde 5 milivolts a 40 milivolts con pasos de 5 milivolts. Figuras II.12 y II.13

II.6.2 Instrucciones de cableado

La manera de conectar el equipo a los módulos SA-BII se muestra en la Figura II.11

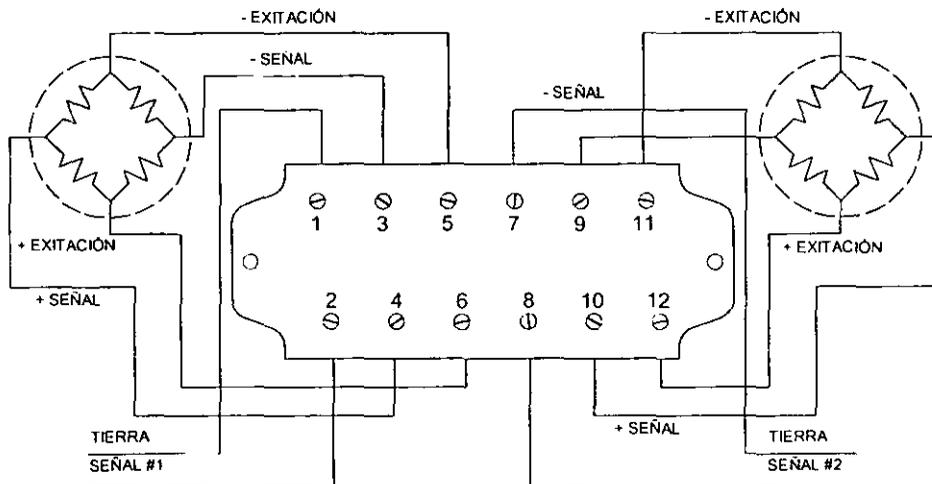


Figura II.11 Instrucciones de cableado

II.6.3 ESPECIFICACIONES

Las especificaciones del Acondicionador de Señales del S.A.D. son:

Potencia de entrada: Campo programable desde 5 milivolts FS a 40 milivolts FS.

Potencia de salida: de 0 a 5 Volts o 4 a 20 miliampers (opcional).

Calibración a cero del potenciómetro:

Fino: +/- 15% de la escala llena de 10 milivolts del rango de potencia de salida

Grueso: +/- 45% de la escala llena de 10 milivolts del rango de potencia de salida

Ajustamiento de la ganancia del potenciómetro:

Fino: Sobreponer dentro de cada uno de los rangos de ganancia adyacente.

Ruido: 10 mili Volts rms máximo.

Precisión: 0.025% de la escala llena de la potencia de salida.

II.6.4 CONTROLES DEL PANEL FRONTAL

Los controles del acondicionador de señales son:

Resistencia de calibración (Shunt Calibration): este interruptor da a conocer el valor de la resistencia a lo largo de un brazo del puente del transductor para proveer la potencia de salida. Los componentes para la calibración del resistor están localizados en la parte de atrás del panel frontal, el cual se puede remover. (Ver *Figura II.12*)

Amplificación (Gain): Con este control se hacen las asignaciones de la amplificación para un ajuste fino entre los rangos del interruptor de amplificación; después de que el interruptor de amplificación es activado, se ajusta el control de la amplificación para obtener el voltaje de la energía suministrada en la terminal, cuando se presiona el interruptor de la calibración. (Ver *Figura II.12*)

Cero: Existen dos controles que proporcionan el cero, cero grueso y cero fino. El rango de estos dos controles es función de la ganancia del amplificador. El rango del cero grueso es igual a 4.5 mili Volts dividido por la escala completa (energía suministrada al transductor) en milivolts, multiplicada por 5 Volts. El rango del cero fino es igual a 1.5 milivolts dividida por la escala total en milivolts, multiplicada por 5 Volts. (Ver *Figura II.12*)

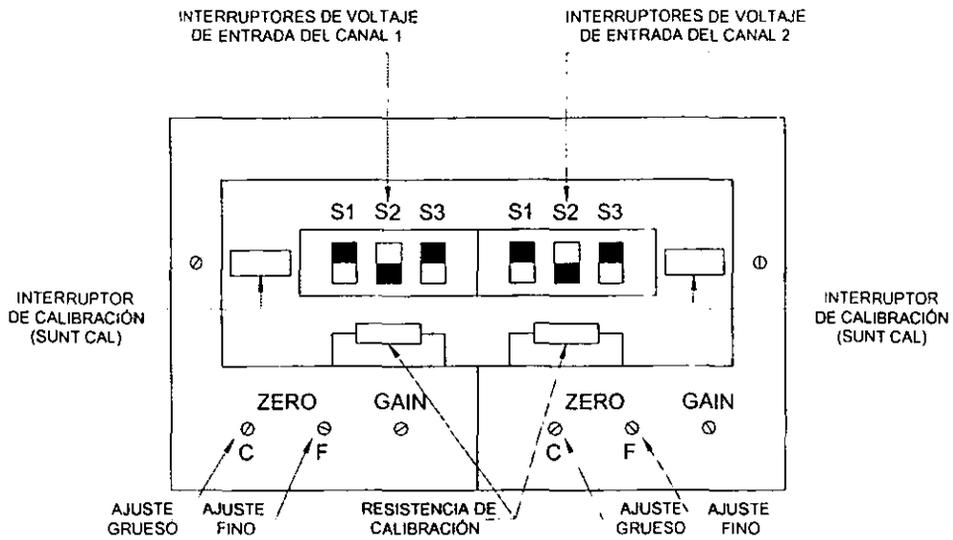


Figura II.12: Controles del Panel Frontal

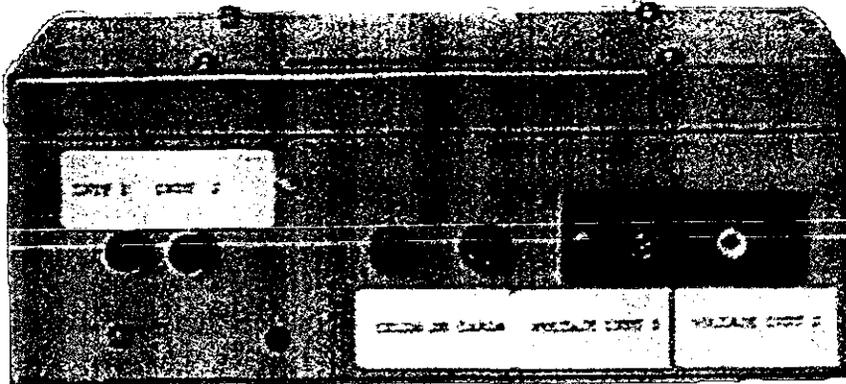
Escala de voltaje de entrada milivolts	Interruptor 1 S1	Interruptor 2 S2	Interruptor 2 S3
40 milivolts	Abajo	Abajo	Abajo
35 milivolts	Arriba	Abajo	Abajo
30 milivolts	Abajo	Arriba	Abajo
25 milivolts	Arriba	Arriba	Abajo
20 milivolts	Abajo	Abajo	Arriba
15 milivolts	Arriba	Abajo	Arriba
10 milivolts	Abajo	Arriba	Arriba
5 milivolts	Arriba	Arriba	Arriba

Figura II.13: Tabla de la escala de voltaje de entrada de los controles del Panel Frontal

II.7 MÓDULO DE INTERCONEXIÓN

El módulo de interconexión del S.A.D. (Fotografía II.7) es un módulo creado específicamente para la conjunción de los siguientes elementos:

- Terminal de conexión de la tarjeta de adquisición de datos.
- Celda de carga
- LVDT'S
- Acondicionador de señales
- Fuente de poder



Fotografía II.7 Módulo de interconexión

El diagrama del módulo de interconexión es el siguiente. (Figura II.14).

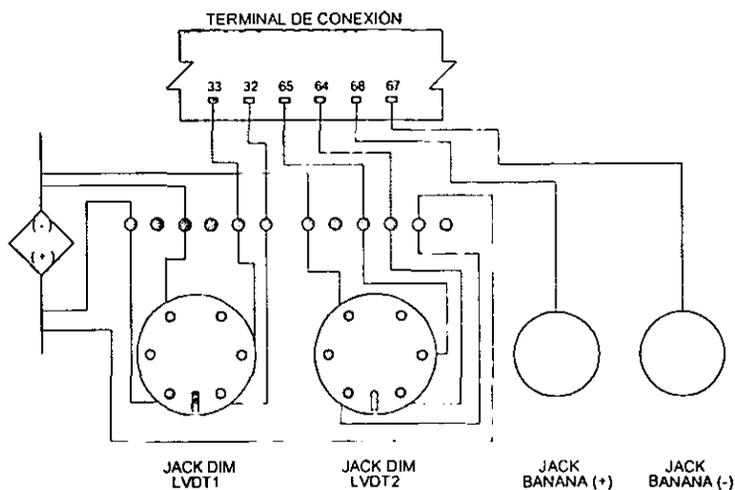


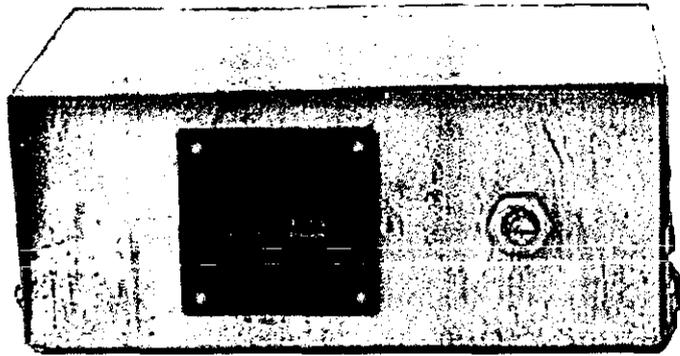
Figura II.14: diagrama del módulo de interconexión

II.8 FUENTE DE PODER

Para el funcionamiento de los LVDT'S es necesario suministrarles energía. Por lo cual debe existir una terminal que suministre esta energía a los circuitos de los LVDT'S.

Por tal motivo fue fabricada una fuente de poder dependiente, esto significa que se creo un generador de voltaje a una corriente fija.

La característica de la fuente de poder del S.A.D. es que un generador variable de hasta 33 Volts con corriente fija de 1 Amper. (Fotografía II.8)



Fotografía II.8: Fuente de Poder

El diagrama de la fuente de Poder del S.A.D es:

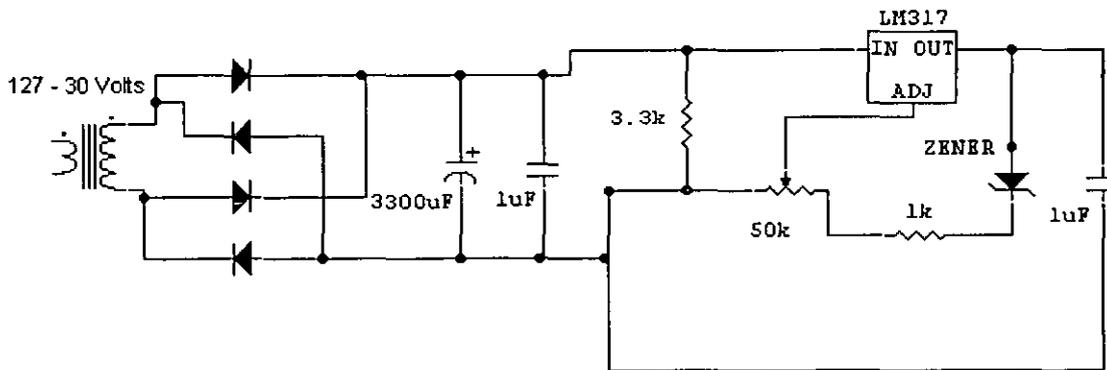


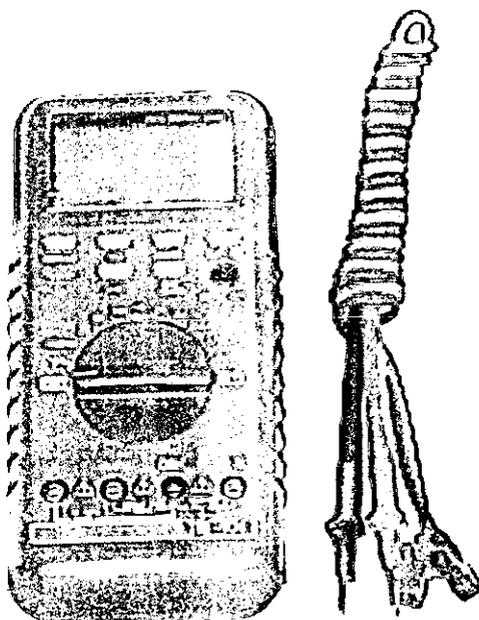
Figura II.15: Diagrama de la fuente de poder

II.9 Multímetro Digital

La función primordial del multímetro digital es convertir una señal analógica en su equivalente digital. Esta señal analógica puede ser un voltaje de D.C., un voltaje de A.C., un resistor, o una corriente eléctrica de A.C. o D.C. algunos multímetros digitales también miden capacitancia y frecuencia. El proceso para cumplir este objetivo se puede dividir en 4 bloques funcionales:

- Señal entrada codificador
- Convertidor A/D
- Lógica (Salida Digital)
- Lectura

El Multímetro digital con el que cuenta el S.A.D. es uno marca TECH (Fotografía II.9). En él se puede medir EL voltaje A.C. y D.C., la resistencia, la frecuencia, la capacitancia y la corriente. Su función dentro del sistema es monitorear los equipos, si es necesario, como por ejemplo en la calibración del acondicionador de señales. A demás de que fue utilizado durante la obtención de la pendiente y ordenada del comportamiento de la celda de carga y los LVDT'S



Fotografía II.9: Multimetro Digital.

MANUAL DEL USUARIO

III PROGRAMA OSCAR 3

III.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El programa **OSCAR 3** fue desarrollado en el Instituto de Ingeniería y se basa en el software LabVIEW. Dicho programa interpreta, procesa y almacena en un archivo de texto, las señales enviadas por instrumentos de medición. consta de cuatro opciones principales, (*Figura III.1*):

- Configurar
- Ensayar
- Reportes
- Terminar

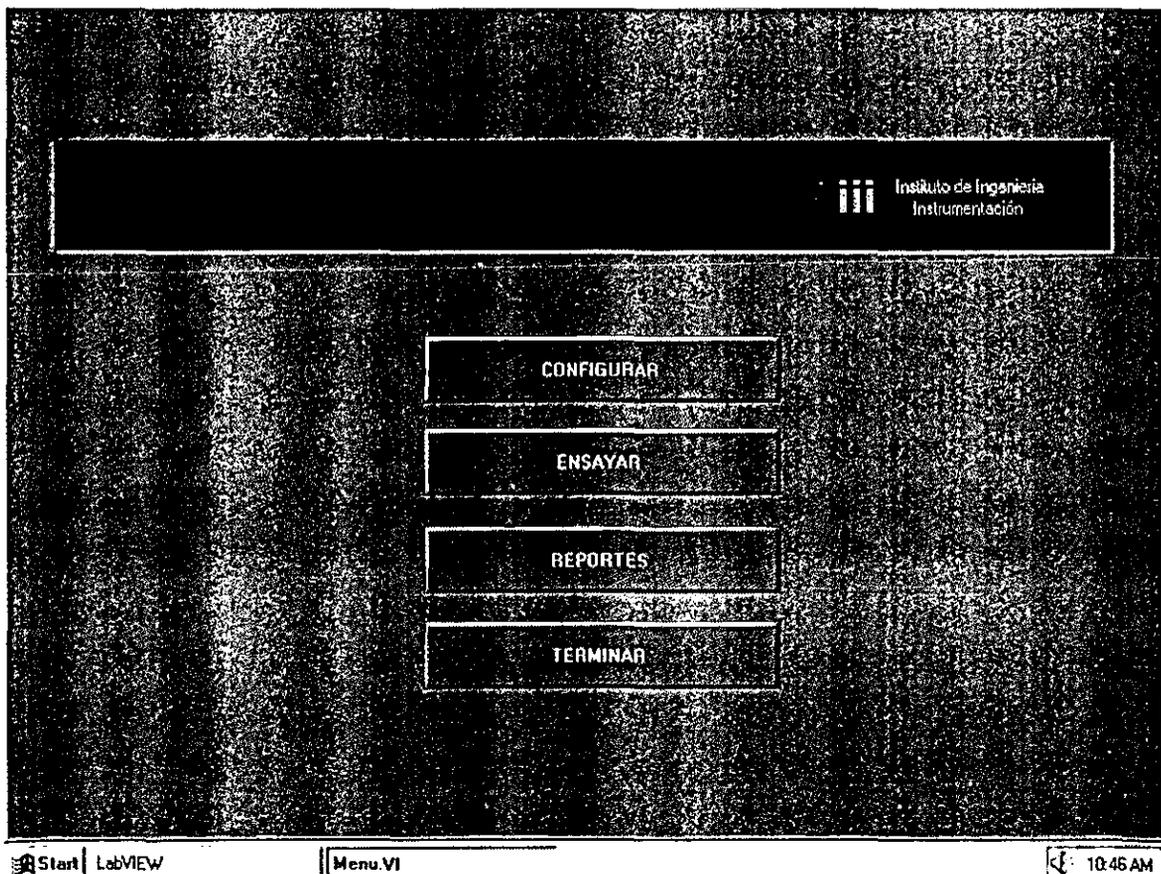


Figura III.1: pantalla principal del programa OSCAR 3

III.1.1 CONFIGURAR

En esta opción se dan los datos necesarios para poder trabajar correctamente el programa, esencialmente se configuran los ocho canales con los que cuenta el programa para leer señales. Consta de cuatro partes principales. (Ver *Figura III.2*).

- Configuración de los canales de lectura.
- Parámetros de muestreo.
- Tipo de elemento a ensayar.
- Botones de subcomandos de configuración.

III.1.1.1 CONFIGURACIÓN DE LOS CANALES DE LECTURA

Esta sección se encuentra en la parte superior de la pantalla de configuración, como primer sección de ingreso de datos (Ver *Figura III.2*). Aquí se ingresan los siguientes datos:

Canal	Comprende a las diferentes opciones con las que cuenta el programa para la lectura de datos, las cuales son 8.
Pendiente	Este dato corresponde a la pendiente de la ecuación de la recta que describe el comportamiento del instrumento de medición en cuestión. Dicho dato se describe en el CAPÍTULO II.
Ordenada	Este dato corresponde a la ordenada al origen de la ecuación de la recta que describe el comportamiento del instrumento de medición. Dicho dato se describe en el CAPÍTULO II
Unidades	Son en las que el programa Oscar 3 tomará las mediciones; estas pueden ser en toneladas, milímetros, etc.
Rango	Determina el intervalo, en Volts, en que las señales de los instrumentos de medición serán tomadas en cuenta.
Descripción	Se puede ingresa la característica del canal de lectura en el cual se encuentre.
Usar y No Usar	Activa o desactiva el canal de lectura.

III.1.1.2 PARÁMETROS DE MUESTREO

Aquí se ingresan los siguientes parámetros: (Ver Figura III.2).

Frecuencia	Número de veces por segundo que se registran los ocho canales.
Muestras por Evento	Número total de puntos o muestras que se registran por canal.
Puntos de lectura por segundo	Es la frecuencia entre muestras por evento.

Esta sección fue creada para grabar los datos de forma continua, pero debido a la gran capacidad de memoria que se requiere para ejecutar esta acción y a la poca necesidad de tener tantos datos de un ensaye, se modificó el programa para que el usuario grabará sólo los datos que necesitara. Por tal motivo esta parte solamente es utilizada en la opción de ensayar, específicamente en la creación de la gráfica carga vs. deformación (Ver la sección III.1.2.1).

III.1.1.3 TIPO DE ELEMENTO A ENSAYAR

El tipo de elemento se encuentra en la tercera sección de ingreso de datos en la parte inferior izquierda de la pantalla de configuración (Ver Figura III.2). Aquí se ingresan los siguientes datos:

Elemento a ensayar	Corresponde al de una probeta o un muro
Propiedades del elemento a ensayar	Son las características físicas del elemento. Ancho y altura, si es una probeta; longitud diagonal en el eje X y longitud diagonal en el eje Y si es un muro.
L	Es un parámetro límite de control. El cual representa la longitud inicial de la probeta o del muro.

III.1.1.4 BOTONES DE SUBCOMANDOS DE CONFIGURACIÓN

Es la tercera sección de ingreso de datos y se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla de configuración (Ver Figura III.2). Los botones de subcomandos son:

Recuperar Configuración	Se ingresa a una configuración almacenada en la memoria de la computadora, que fue utilizada con anterioridad.
Valores por defecto	Es la configuración que el programa OSCAR 3 pone por defecto. Los valores por defecto se pueden ver en la <i>Figura IV.23</i>
Salir	Es la opción para regresar a la pantalla principal del programa OSCAR 3 .

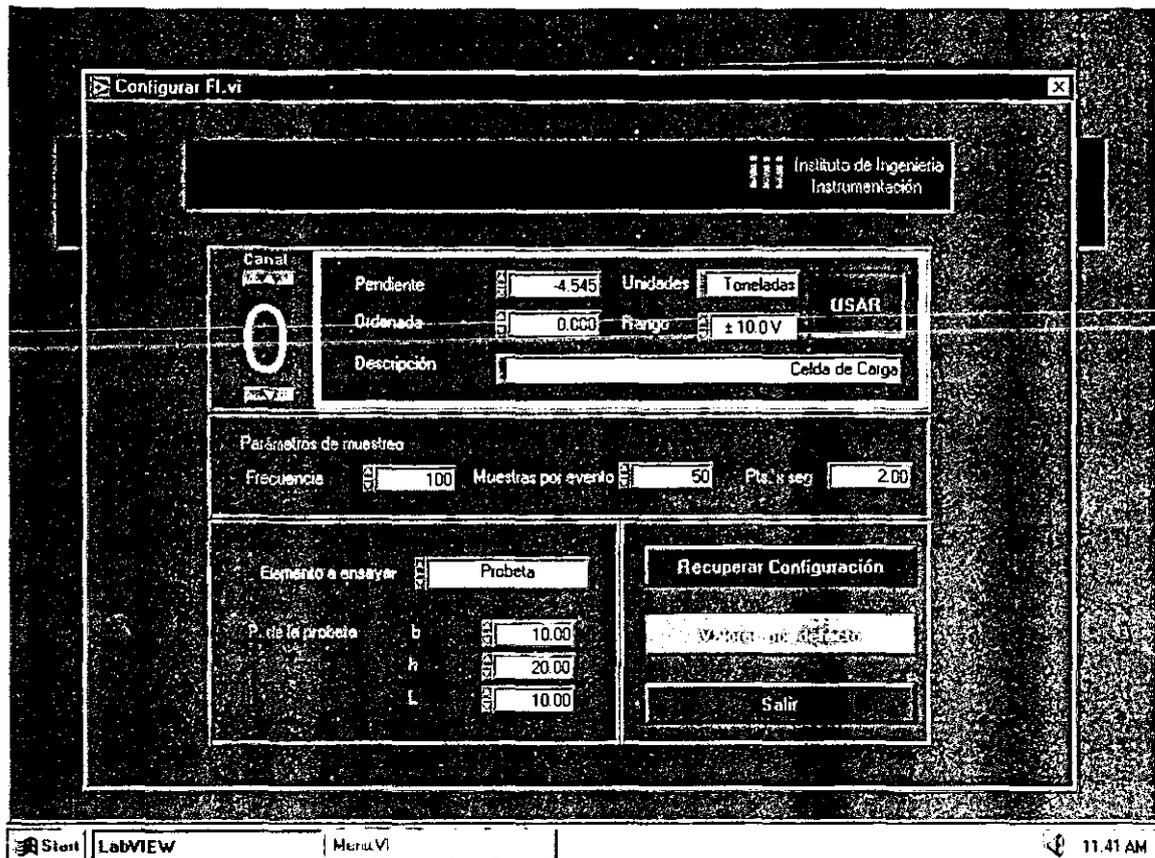


Figura III.2: Pantalla de Configuración

III.1.2 ENSAYAR

En esta sección es donde se lleva a cabo el ensaye, lo cual significa que es donde se registran los datos definidos por el usuario durante el ensaye o prueba. La opción de ensayar consta de cuatro secciones principales:

- Gráfica Carga Vs Deformación
- Valores instantáneos
- Parámetros de muestreo
- Botones de subcomandos de Ensayar

III.1.2.1 GRÁFICA CARGA VS. DEFORMACIÓN

Esta sección se encuentra en la parte izquierda de la pantalla de ensayar (Ver *Figura III.3*); y en ella, como su nombre lo indica, se dibuja la gráfica de carga contra deformación.

En el eje de las abscisas se encuentran los valores de la carga en toneladas y en el eje de las ordenadas se encuentran los valores de la deformación en las unidades en que previamente se ingresaron los datos en los canales a graficar. Y que son: el canal cero para la carga y el canal uno y dos para la deformación.

III.1.2.2 VALORES INSTANTÁNEOS

Esta sección se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla de ensayar (Ver *Figura III.3*). Y en ella se muestran los valores que son registrados en el canal tres de lectura del programa **OSCAR 3**. Se pueden presentar hasta un máximo de cinco valores.

III.1.2.3 PARÁMETROS DE MUESTREO

La sección de parámetros de muestreo se encuentra en la parte derecha de la pantalla de "Ensayar", como segunda sección de los tres cuadros presentados del lado derecho de dicha *pantalla* (Ver *Figura III.3*). Aquí se presentan los datos ingresados en la sección de **PARÁMETROS DE MUESTREO**. Para mayor información ver dicha sección.

III.1.2.4 BOTONES DE SUBCOMANDOS DE ENSAYAR

La sección de botones de subcomandos de ensayar se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla de ensayar (Ver *Figura III.3*). Los botones de subcomandos son:

Iniciar	Se da inicio al ensaye o al registro de datos.
Salvar Dato	Este botón aparece después de que se oprime el botón de inicio, al igual que el de terminar (Ver <i>Figura III.4</i>). Sirve para que se almacene en un archivo el dato que se registra en el momento de oprimir el botón.
Terminar	Sirve para dar fin al ensaye y para regresar al menú principal del programa OSCAR 3 .

Al oprimir el botón de iniciar, la sección de los botones de subcomandos de ensayar cambia, apareciendo los botones de salvar dato y terminar.

Cabe mencionar que la gráfica se monitorea de manera continua con los parámetros de muestreo seleccionados y que sólo se graban en archivo el grupo de datos instantáneos al oprimir el botón de Salvar Dato.

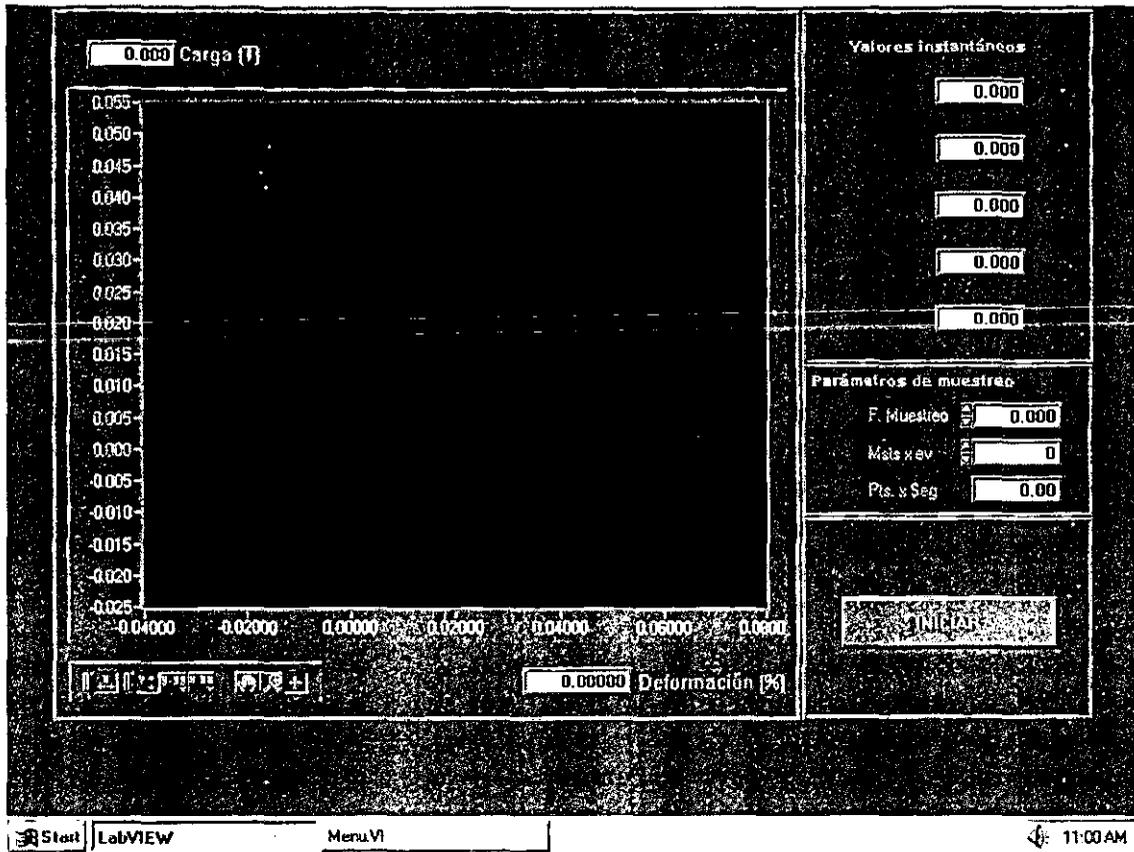


Figura III.3: Pantalla de ensayar antes de iniciar la prueba

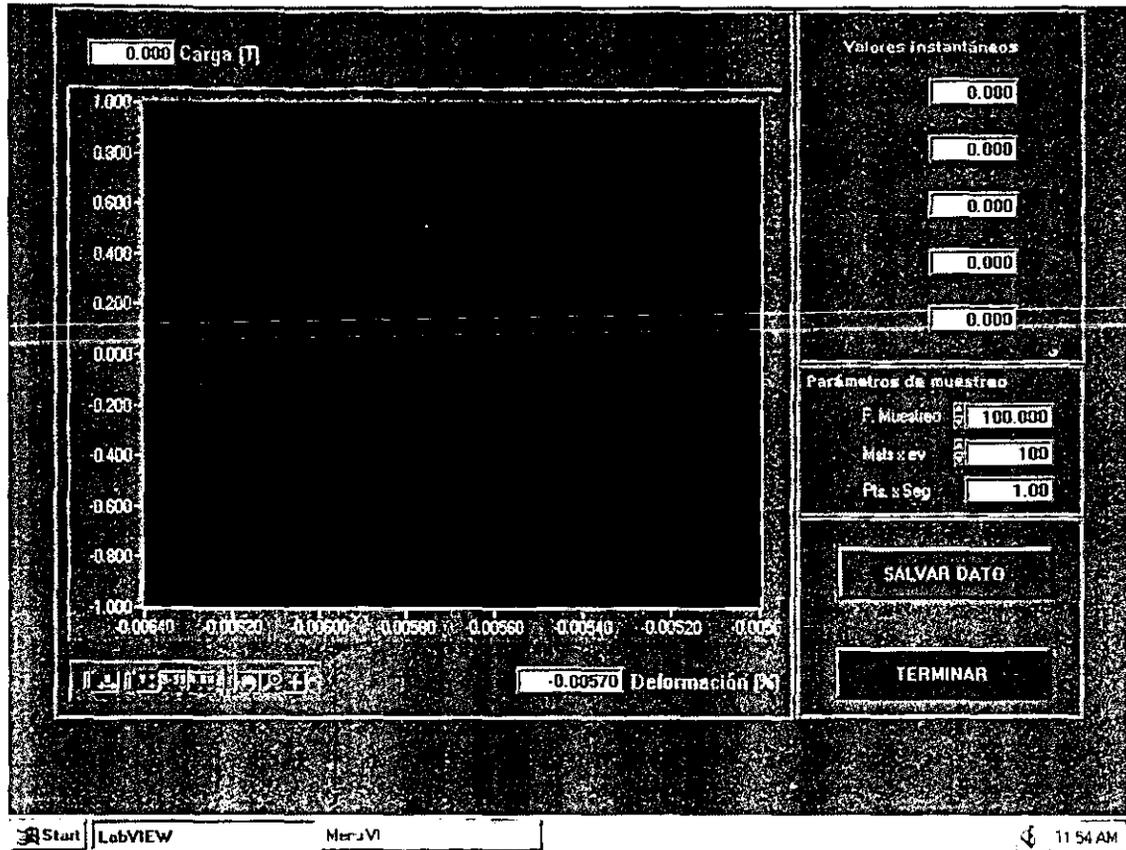


Figura III.4: Pantalla de ensayar ya iniciada la prueba

III.1.3 REPORTES

Una vez concluido el ensaye, al oprimir el botón de Terminar se regresa a la pantalla principal donde se seleccionará REPORTES. En esta sección se genera el informe del ensaye realizado; pero esta parte del programa no se ha desarrollado actualmente.

La generación del informe se hace a través del procesamiento de la información que se encuentra en el archivo de resultados que genera el programa y una hoja de calculo; como por ejemplo Microsoft Excel.

III.1.4 TERMINAR

La opción de terminar da fin al programa OSCAR 3 y cierra el mismo.

IV UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (S.A.D.) Y DEL PROGRAMA OSCAR 3

IV.1 COMO CONECTAR EL EQUIPO

La conexión del equipo se realiza de forma sencilla y rápida. Partiremos del punto de que el equipo de cómputo se encuentra conectado y encendido.

IV.1.1 COMO CONECTAR LA CELDA DE CARGA

La celda de carga se conecta al sistema de acondicionamiento de señales a través de conectores tipo dim (Ver *Figura IV.1*)

IV.1.2 COMO CONECTAR EL ACONDICIONADOR DE SEÑALES

Una vez conectada la celda de carga al acondicionador de señales tiene que seguir los siguientes pasos para su calibración:

IV.1.2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN

1. Conectar el acondicionador de señales y esperar que se caliente por al menos 30 minutos.
2. Revisar en el acondicionador de señales que la escala de voltaje de entrada sea la correcta de la siguiente forma:
 - Destornillar los dos pequeños tornillos que se encuentran al frente de cada uno de los módulos (Ver *Figura IV.2*).
 - Poner la configuración mostrada en la *Figura IV.2* de los interruptores. La cual corresponde a un voltaje de entrada de 30 milivolts.
3. Sin carga o presión en la celda de carga, ajustar el panel frontal del control del cero grueso a 0.000 Volts (*Figura IV.2*) en el módulo seleccionado. Si no se puede leer en la pantalla del convertidor analógico digital, tome los dos cables que salen del mismo y conéctelos al multímetro para que en él pueda hacer el ajuste a ceros.
4. Ya que realizó el ajuste a cero, oprima el botón de la calibración (Shunt Cal Switch) para leer el valor de la calibración de fábrica; este valor se lee en la pantalla del convertidor analógico digital o en el multímetro de la misma forma que lo hizo en el paso anterior. El valor de la calibración de fábrica leído debe ser igual a 2.4827 para la celda de carga, si no obtiene este valor en la terminal del lector ajuste el control de ganancia (Gain) (*Figura IV.2*) del módulo para obtener el voltaje de calibración de fábrica.

Finalmente conecte los dos cables con conectores tipo banana que salen del acondicionador de señales al módulo de interconexión respetando los colores de los conectores (jac rojo con plug rojo y jac negro con plug negro) (*Figura IV.1*).

IV.1.3 COMO CONECTAR LOS LVDT'S

Los LVDT'S se conectan al módulo de interconexión a través de conectores tipo dim. Es muy importante que se respete el orden de conexión mostrado en el esquema de la *Figura IV.1*; en el extremo izquierdo el LVDT 1 y al lado derecho el LVDT 2.

IV.1.4 COMO CONECTAR LA FUENTE DE PODER

Esta fuente de poder va alimentar solamente a los LVDT's, deviéndole dar una salida de 30 Volts, con el regulador de la misma. La lectura del voltaje de salida se hace con el multímetro, que se conecta a la fuente de poder por medio de la entrada para cables con la que cuenta.

Una vez ajustada la fuente de poder, la conecta al módulo de interconexión a través de los cables tipo RCA respetando los colores de los cables (jac rojo con plug rojo y jac blanco con plug blanco) (Ver *Figura IV.1*).

IV.1.5 COMO CONECTAR EL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN

El módulo de interconexión se conecta al CPU del equipo de cómputo a través de un cable especial. (Ver *Figura IV.1*).

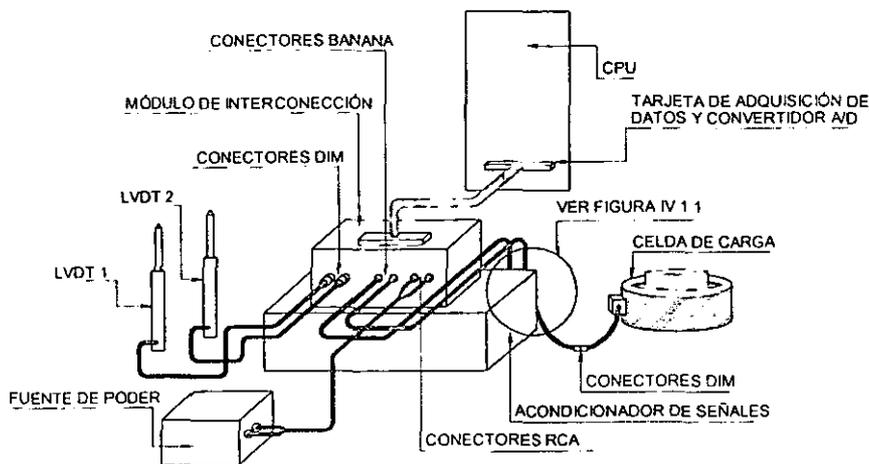


Figura IV.1: Diagrama de conexión del equipo.

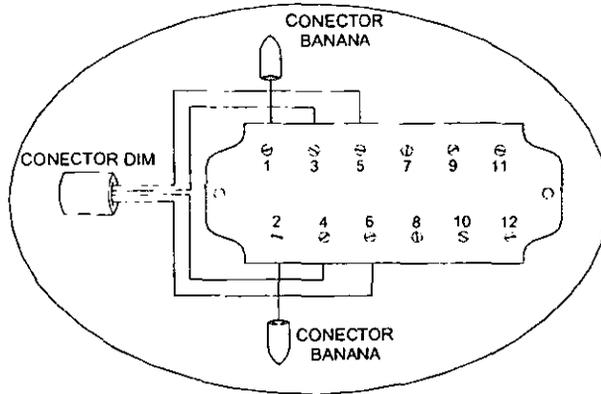


Figura IV.1.1: Diagrama de conexión el equipo, parte trasera del acondicionador de señales.

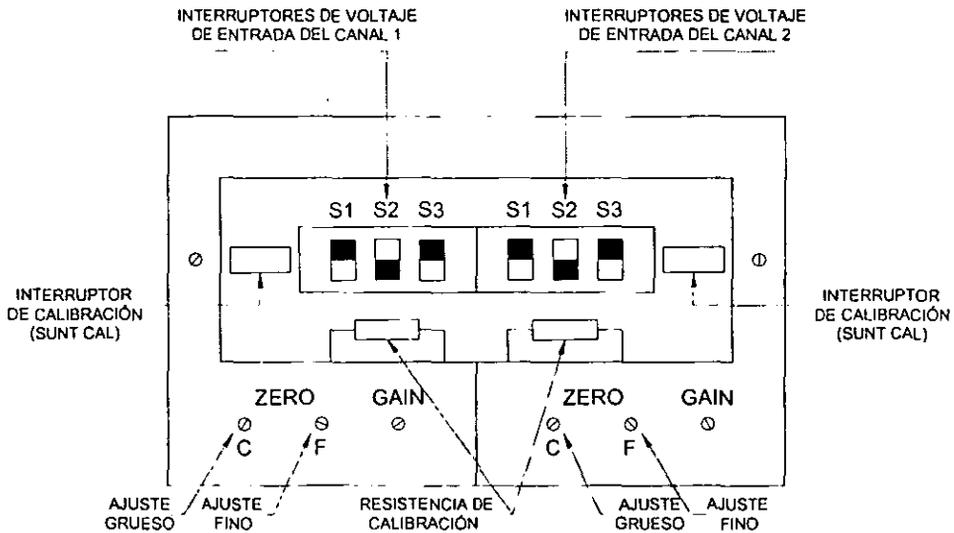


Figura IV.2: Controles del panel frontal

IV.2 COMO REVISAR LA CONEXIÓN DEL S.A.D.

Para poder revisar la conexión del equipo haga clic en el botón de **Start** de Windows, en la sección de **Programas**, en **NI-DAQ for Windows** y nuevamente en **NI-DAQ Test Panels** como se muestra en la *Figura IV.3*.

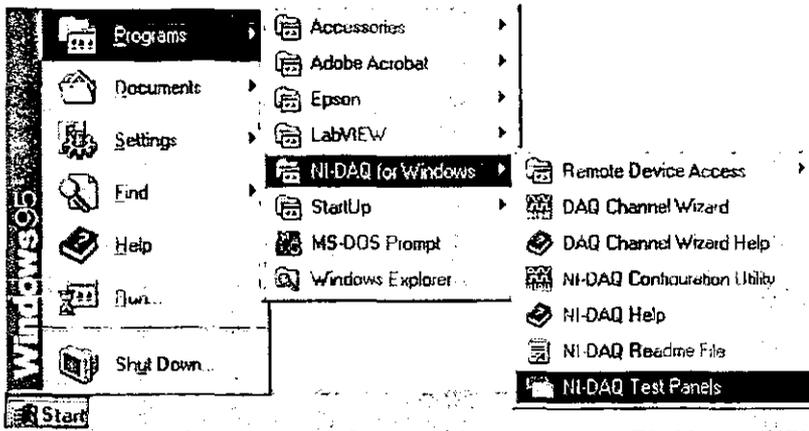


Figura IV.3: Acceso al programa NI-DAQ Test.

Aparece una ventana de dialogo como la mostrada en la *Figura IV.4*. Si se desea continuar con el proceso de apertura del programa haga clic con el botón izquierdo del ratón en el botón **OK** para abrir el mismo. Y si, por el contrario, se desea interrumpir el proceso se hace clic, con el botón izquierdo del ratón, en el botón **Quit**. Ver *Figura IV.4*.

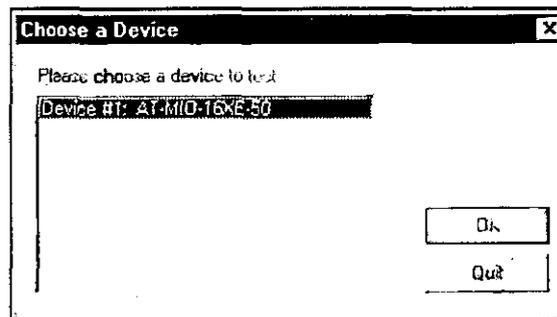


Figura IV.4: Ventana de dialogo

Finalmente aparece el programa en el cual puede revisar si se está leyendo la señal enviada por los LVDT'S y la Celda de Carga.

La celda de Carga se revisa en el canal 0, el LVDT 1 en el canal 1 y el LVDT 2 en el canal 2; siempre deben de estar conectados estos dispositivos en esos canales.

Para cambiar el canal al cual se desea revisar. Con el ratón se señala las flechas de arriba o abajo que se encuentran debajo del titulo "Chanel" (ver *Figura IV.5*) en el cuadro superior izquierdo; al oprimir el botón izquierdo del ratón aparecerá el número de canal en el que se encuentra.

La señal la verá en la gráfica (Voltaje vs. tiempo) que se dibuja en el centro del programa. Presione la celda de carga y deberá presentar un cambio en la gráfica. Para los LVDT aplique una deformación para ver el cambio en la gráfica.

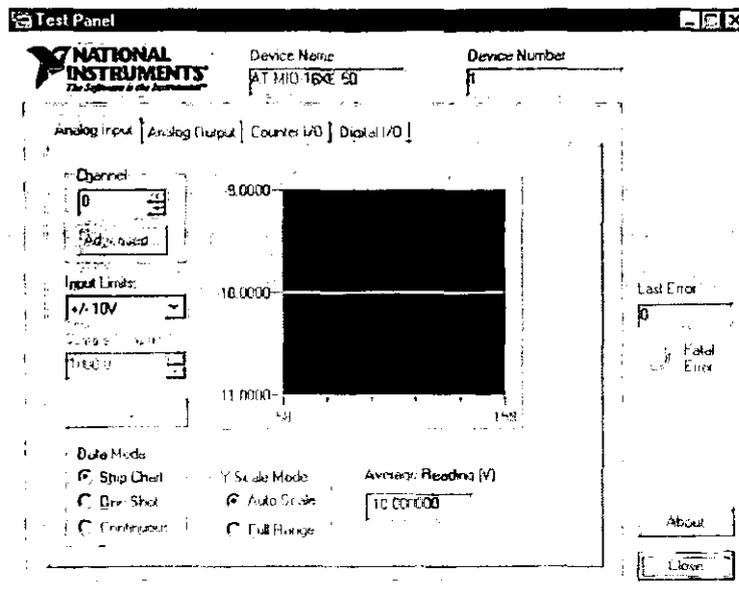


Figura IV.5: Pantalla principal del programa NI-DAQ Test.

IV.3 COMO INICIAR EL PROGRAMA OSCAR 3

Existen dos maneras de iniciar el programa de adquisición de datos **Oscar 3**.

1. Acceso rápido
2. Paso a Paso

IV.3.1 ACCESO AL PROGRAMA OSCAR 3 RÁPIDO

a) Haga doble clic en el acceso directo del programa, con el botón izquierdo del ratón. Como se muestra en la *Figura IV.6*.

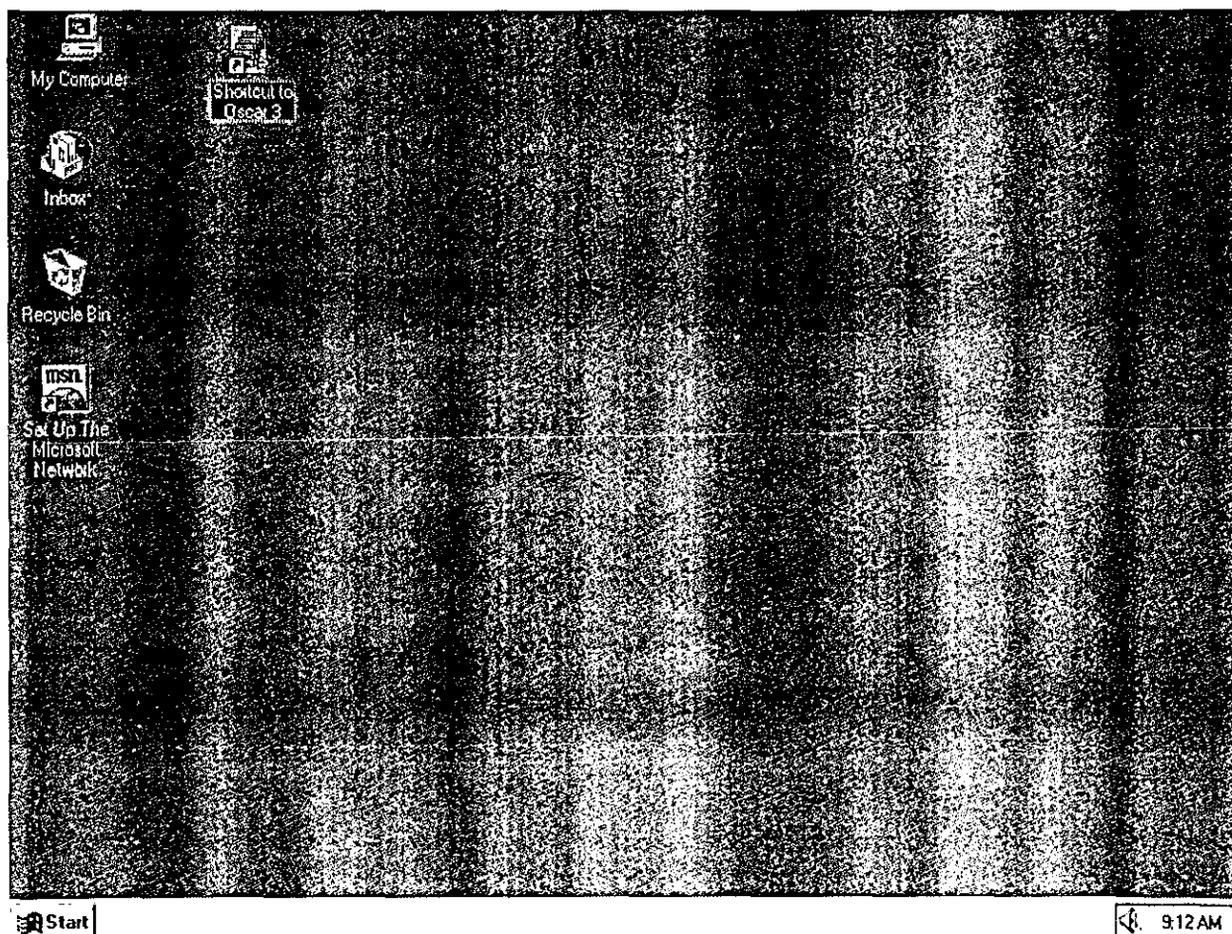


Figura IV.6: icono de acceso a OSCAR 3

b) Una vez que se inicia el programa de **Oscar 3** aparece una ventana en donde se tiene que especificar el usuario que utilizará el programa. Sólo existen dos tipos de usuarios, el de **Laboratorio de Estructuras** y **Other**, escogido el tipo de usuario haga clic en el botón de **OK** para continuar o en el botón de **CANCEL** para detener el proceso. (Ver *Figura IV.7*)

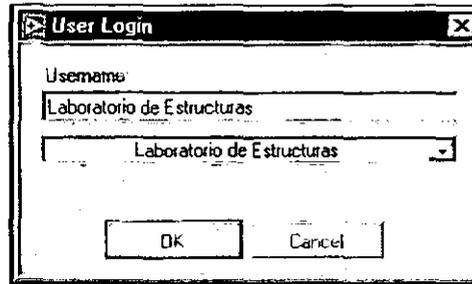


Figura IV.7: Ventana de dialogo, User Login.

Después de unos segundos aparecerá la pantalla principal del programa de adquisición de datos **Oscar 3**. (Ver *Figura IV.13*).

IV.3.2 ACCESO AL PROGRAMA OSCAR 3 PASO A PASO

a) Para poder ingresar al programa de **Oscar 3**, por este método, haga clic en el botón de **Start** de Windows, en la sección de **Programas**, en **LabVIEW** y nuevamente en **LabVIEW** como se muestra en la *Figura IV.8*.

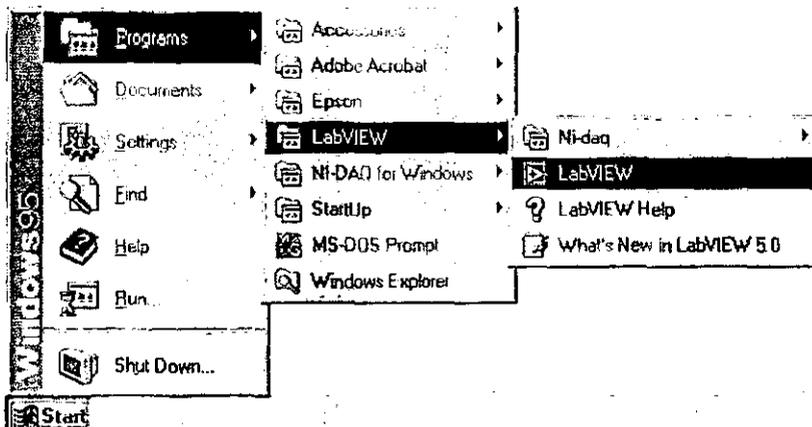


Figura IV.8: Acceso al programa LabVIEW.

b) Una vez que se inicia el programa de **LabVIEW** aparece la ventana de **User Login**, donde se escoge el usuario que utilizará el programa, escoja el de **Laboratorio de Estructuras** o el de **Other** y haga clic en el botón de **OK** para continuar o en el botón de **CANCEL** para detener el proceso. (Ver *Figura IV.7*)

c) Si se escoge la opción de **OK** en la ventana de tipo de usuario (Username), después de unos cuantos segundos aparecerá una venta que contiene las siguientes opciones:

- New VI
- Open VI
- Solution Wizards
- Search Examples
- LabVIEW Tutorial
- Exit

Si se desea continuar con el proceso de apertura del programa de adquisición de datos **Oscar 3**, haga clic con el botón izquierdo del ratón en el botón de **Open VI** para abrir el mismo. Y si, por el contrario, si desea interrumpir el proceso se hace clic, con el botón izquierdo del ratón, en el botón de **Exit**. (Ver *Figura IV.9*).

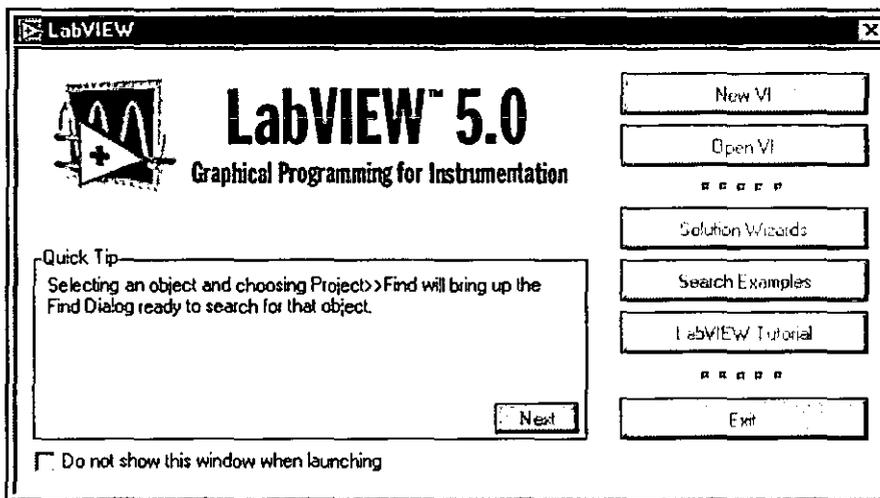


Figura IV.9: Pantalla principal de LabVIEW.

d) Si se continúa con el proceso de apertura, aparecerá una ventana en la cual se escoge el programa que se desea abrir, en este caso el programa que se desea abrir es el de **Oscar 3**, el cual se encuentra en el disco duro, llamado **C**, y en el subdirectorio **Fac-ing**. Por lo que se le tiene que hacer doble clic en el subdirectorio de **Fac-ing** para poder encontrar el programa de **Oscar 3**. (Ver *Figura IV.10*)

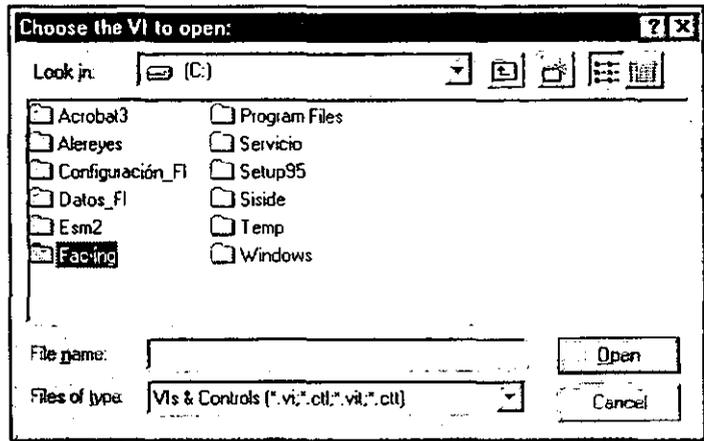


Figura IV.10: Ventana Choose the VI to open.

e) Ya que se le hizo doble clic al subdirectorio **Fac-ing**, se puede encontrar el programa de **Oscar 3** en la ventana de **Choose the VI to open**. Para poder abrir el programa solamente hay que seleccionar **Oscar 3** presionado el botón derecho del ratón en el mismo, o escribiendo el nombre del programa en la parte de **File name** y hacer clic en el botón de **Open**. (Ver Figura IV.11).

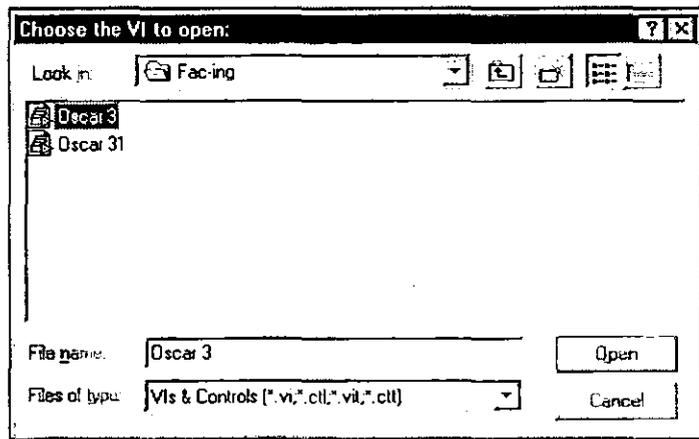


Figura IV.11: Localización de Oscar 3

f) Después de unos segundos aparecerá una ventana en la cual se encuentran varios archivos con extensión VI. Continuando con el proceso, en la ventana de **File Dialog** seleccione el archivo llamado **Menu.VI** con el ratón y después haga clic en el botón de **OK**. (Ver Figura IV.12).

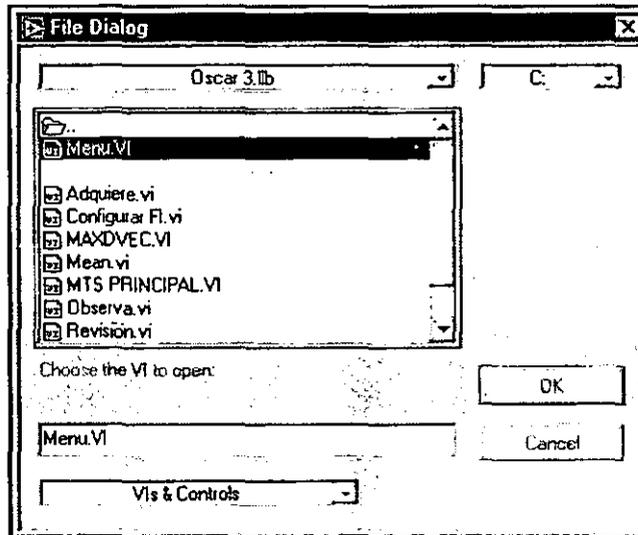


Figura IV.12: localización de Menu.VI

g) Aparece nuevamente la ventana de User Login, en la que se escoge el usuario del programa, en este paso hay que repetir el paso b). (Ver Figura IV.7).

Finalmente se podrá observar la pantalla principal del programa de adquisición de datos, Oscar 3, La pantalla se verá como la que muestra la Figura IV.13

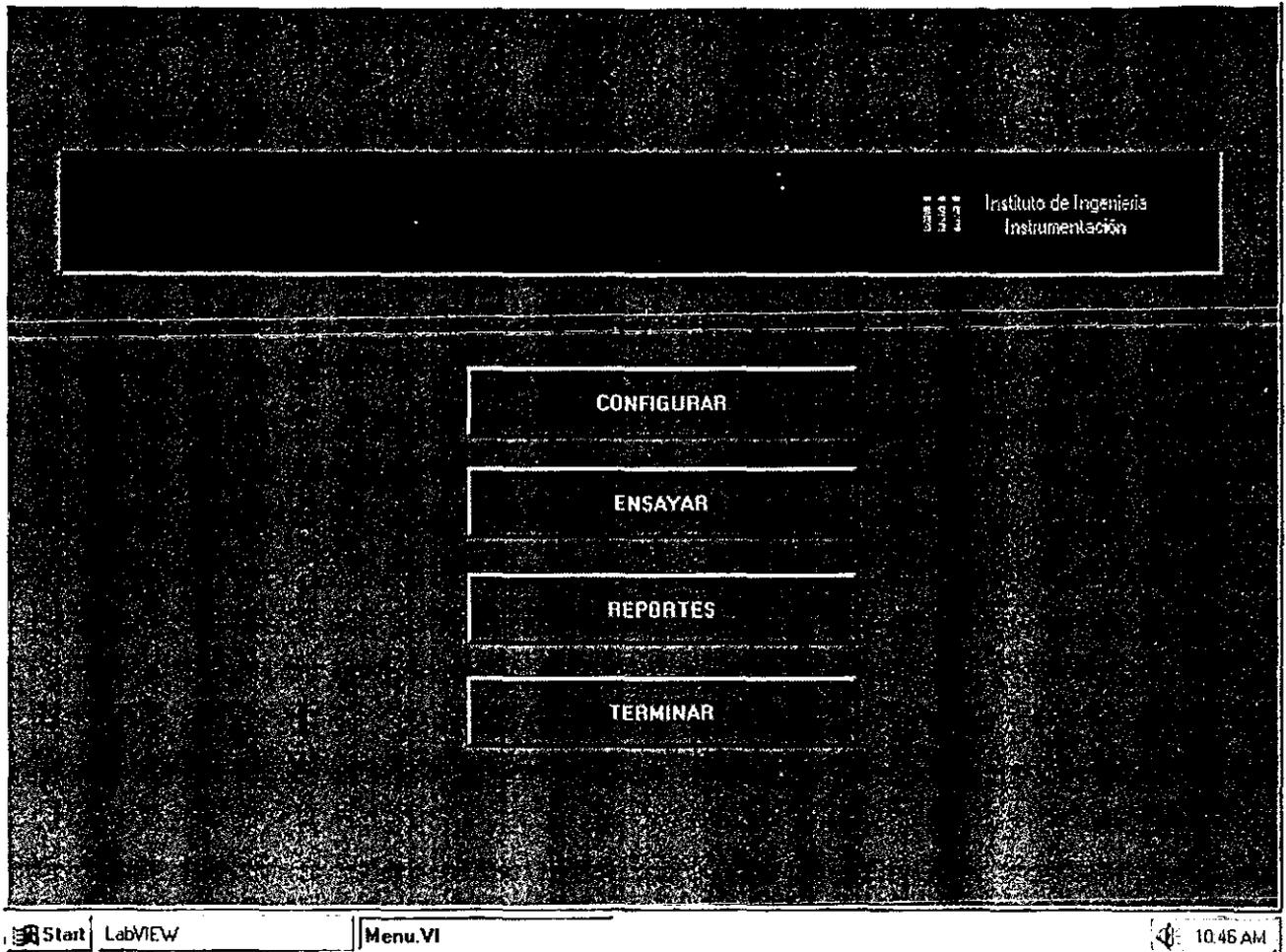


Figura IV.13: Pantalla principal del programa Oscar 3.

IV.4 COMO CONFIGURAR EL PROGRAMA

Para configurar los datos del programa es necesario hacer clic con el botón izquierdo del ratón en el botón de configurar del menú principal del programa (Ver Figura IV.13)

Una vez que se ingresa a la sección de configurar se obtiene una pantalla como la mostrada en la Figura IV.14.

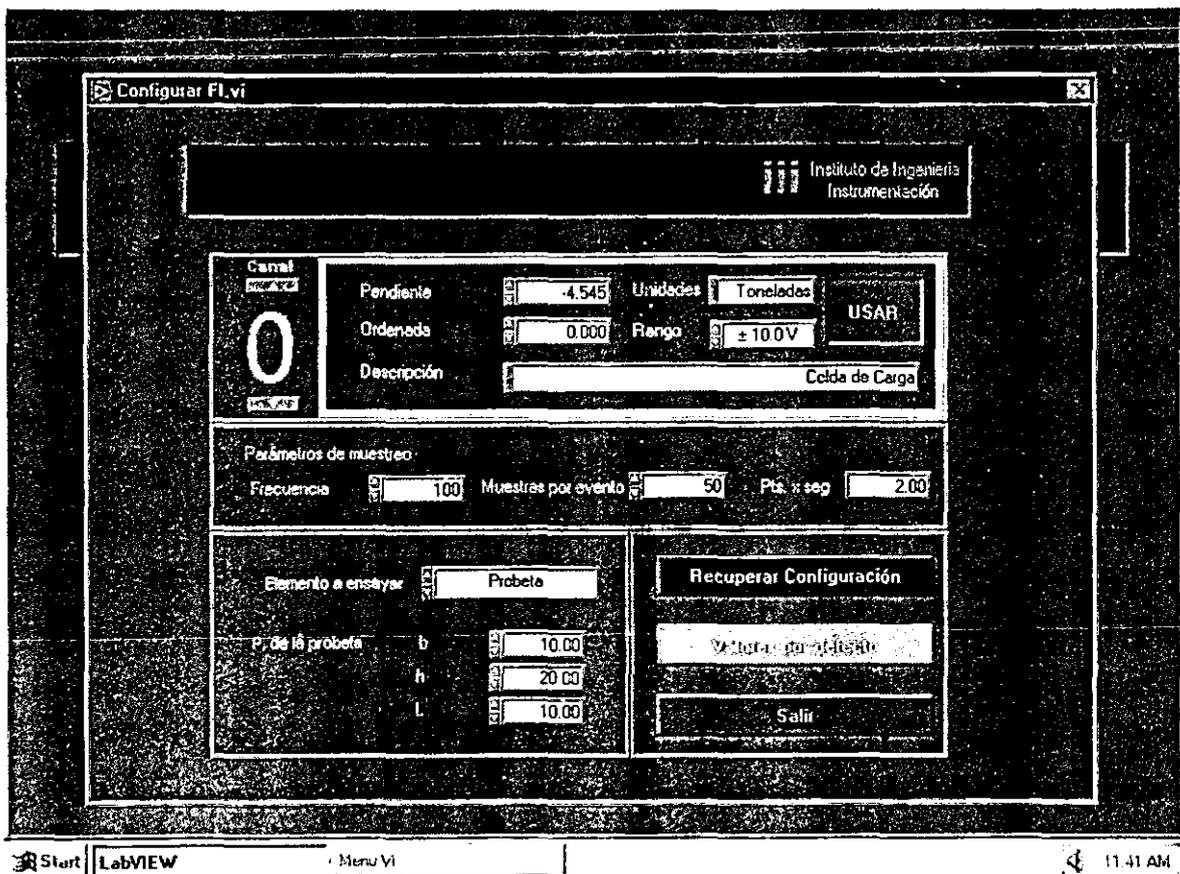


Figura IV.14: Pantalla de Configurar

IV.4.1 COMO CONFIGURAR LOS CANALES DE MEDICIÓN

IV.4.1.1 COMO CAMBIAR EL CANAL DE LECTURA EN LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓN

Para cambiar al canal que se desea configurar. Con el ratón colocar el indicador o cursor en las flechas de arriba o abajo que se encuentran debajo del título "Canal" (ver *Figura IV.15*), una vez que se a colocado el indicador en los botones de arriba o abajo oprímalos haciendo clic con el botón izquierdo del ratón y aparecerá el número de canal en el que se encuentra en medio de los dos botones de flechas.

Es importante mencionar que el programa cuenta con ocho canales, del cero al siete. Y que en el canal cero se configura la celda de carga, en el canal uno se configura el LVDT 1 y en el canal dos el LVDT 2.

IV.4.1.2 COMO INGRESAR LOS DATOS DE PENDIENTE, ORDENADA, UNIDADES, RANGO Y DESCRIPCIÓN

Los datos correspondientes a la Pendiente, Ordenada y Rango se ingresan de igual forma. Primero coloque el indicador en los botones de flecha arriba o abajo el cuadro correspondiente al dato a ingresar, haga clic con el botón izquierdo del ratón para oprimir cualquiera de las dos flechas, repita la acción hasta que llegue al número que desea ingresar. Existe una segunda forma de ingresar los datos, la cual es más sencilla y rápida de efectuar; coloque el indicador dentro cuadro del dato que desea ingresar y haga un clic con el botón izquierdo del ratón, aparecerá un indicador de texto dentro de ese cuadro, borre el número que aparezca e ingrese el nuevo dato por medio del teclado de la computadora. Este dato permanece al momento en que se efectúa otra operación. (Ver *Figura IV.15*)

Los datos correspondientes a la descripción y unidades se ingresan de igual forma que la segunda opción presentada para la Pendiente, Ordenada y Rango. Simplemente posicione el indicador dentro del cuadro al que desea ingresar un dato y haga clic con el botón izquierdo del ratón, aparece un indicador de texto dentro del cuadro, borre lo que se encuentre escrito dentro del mismo, si es que existe algo escrito, y escriba el nuevo dato. (Ver *Figura IV.15*)

IV.4.1.3 COMO ACTIVAR Y DESACTIVAR UN CANAL.

Dentro del cuadro de Configuración de los Canales de Medición, existe un botón de **NO USAR** o **USAR**, según sea el caso, de color verde en la parte superior derecha (Ver *Figura IV.15*). Coloque el indicador con el ratón en este botón, oprímalo haciendo clic con el botón izquierdo del ratón para cambiarlo de **USAR** a **NO USAR**.

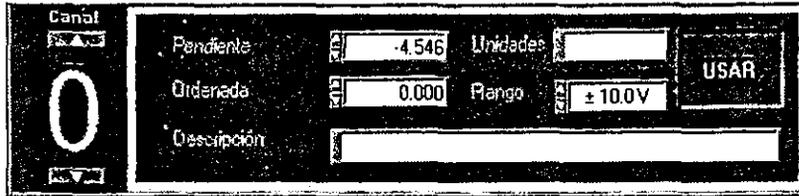


Figura IV.15: Sección de los canales de medición.

IV.4.2 COMO CONFIGURAR LA CELDA DE CARGA

El signo de la pendiente y de la ordena de la celda de carga depende del tipo de lectura que se desee tomar; si se desea leer compresiones como se muestra en la *Figura IV.16* los valores son: pendiente = -4.542 , ordenada = 0 , y si se desea leer tensiones como se muestra en la *Figura IV.17* el valor de la pendiente es 4.542 y la ordenada es 0 . Todo esto es con el fin de obtener valores positivos en la gráfica que se muestra en la pantalla de ensayar.

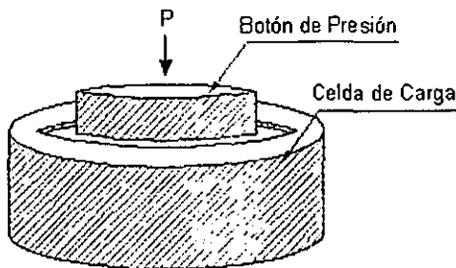


Figura IV.16: Celda de carga

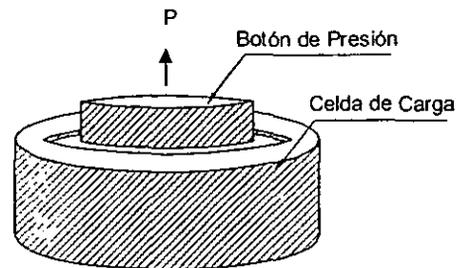


Figura IV.17: Celda de carga

Para configurar la celda de carga como primer paso se colocan los datos en el canal cero, después se ingresan los valores de la pendiente y ordenada seleccionados según el tipo de lectura que se desea, compresión o tensión. Las unidades que deben ser en toneladas y el rango de voltaje es de ± 10 Volts; en le cuadro de descripción escriba "Celda de Carga" si así lo desea.

Finalmente active el canal cero poniéndolo en usar, como se indicó en IV.4.1.3.

IV.4.3 COMO CONFIGURAR EL LVDT 1

El signo del valor de la pendiente y ordenada de la ecuación que describe el comportamiento del LVDT depende del tipo de datos que serán registrados, si se desean registrar compresiones en el bastago el valor en la pendiente será de -4.8558 y el de la ordenada de $+0.0057$; y si se desean registrar un alargamiento en el bastago la pendiente tendrá un valor de $+4.8558$ y en la ordenada de -0.0057 .

Para ingresar los datos del LVDT 1. En la pantalla de configurar, seleccione el canal 1 e ingrese los datos de la pendiente y ordenada seleccionados según se indicó en el apartado IV.4.1.2

Las unidades que deberán ser usadas son las de milímetros y en el apartado de descripción escriba "LVDT 1", finalmente active el canal 1 como se mostró en IV.4.1.3.

4.3.4 COMO CONFIGURAR EL LVDT 2

Para configurar el LVDT 2 se siguen los pasos que en IV.4.3, con la diferencia de que el canal seleccionado es el 2 y los valores de la pendiente y ordenada son: Para registrar compresiones en el bastago el valor de la pendiente será de - 4.8468 y el de la ordenada es de + 0.0496; y para registrar un alargamiento en el bastago el valor de la pendiente es de + 4.8468 y el de la ordenada es de - 0.0496.

IV.4.5 COMO CONFIGURAR CUALQUIER OTRO APARATO

Para poder configura cualquier otro aparato es necesario tener los valores de la pendiente y ordenada de la ecuación que describa el comportamiento del aparato a configurar. Se selecciona un canal a partir del canal tres y se ingresan los datos de igual forma que se ingresaron para la celda de carga o para el LVDT, finalmente se activa el canal.

IV.4.6 COMO CONFIGURAR LOS PARÁMETROS DE MUESTREO

Los datos correspondientes a la frecuencia y muestras por evento se ingresan de la siguiente forma. Primero coloque el indicador en los botones de flecha arriba o abajo del cuadro correspondiente al dato a ingresar, haga clic con el botón izquierdo del ratón para oprimir cualquiera de las dos flechas, repita la acción hasta que llegue al número que desea ingresar. Existe una segunda forma de ingresar los datos, la cual es más sencilla y rápida de efectuar; coloque el indicador dentro cuadro del dato que desea ingresar y haga un clic con el botón izquierdo del ratón, aparecerá un indicador de texto dentro de ese cuadro, borre el número que aparezca e ingrese el nuevo dato por medio del teclado de la computadora. Este dato permanece al momento en que se efectúa otra operación. (Ver Figura IV.18)



Figura IV.18: Sección de Parámetros de muestreo.

El dato correspondiente a Puntos por segundo se ajusta automáticamente al ingresar los datos de Frecuencia y Muestras por evento.

IV.4.7 COMO SELECCIONAR EL TIPO DE ENSAYE

Para escoger el tipo de ensaye primero coloque el indicador en los botones de flecha arriba o abajo del cuadro de Elemento a ensayar, haga clic con el botón izquierdo del ratón para oprimir cualquiera de las dos flechas, hasta que aparezca la opción deseada, como ya se vio en capítulos anteriores las opciones son **Probeta** o **Muro**. (Ver Figura IV.19 y IV.20)

Si la opción elegida es la de probeta aparecerán las propiedades de la probeta a ingresar y la longitud inicial de la probeta. Para poder ingresar estos datos coloque el indicador en los botones de flecha arriba o abajo del cuadro correspondiente al dato a ingresar, haga clic con el botón izquierdo del ratón para oprimir cualquiera de las dos flechas, repita la acción hasta que llegue al número que desea ingresar. O coloque el indicador dentro cuadro del dato que desea ingresar y haga un clic con el botón izquierdo del ratón, aparecerá un indicador de texto dentro de ese cuadro, borre el número que aparezca e ingrese el nuevo dato por medio del teclado de la computadora. (Ver Figura IV.19)

Y si la opción elegida es la de Muro aparecerán las propiedades del Muro a ingresar y la Longitud del muro. El ingreso de los datos se hace de la misma manera que con los datos de la Probeta. (Ver Figura IV.20)

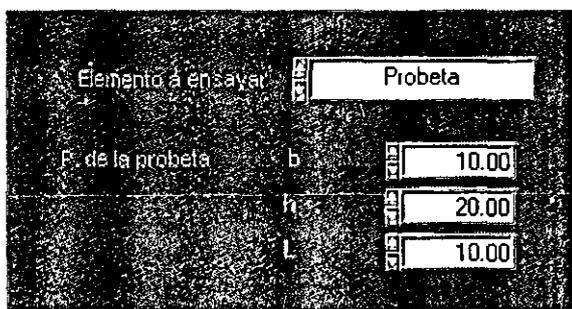


Figura IV.19:

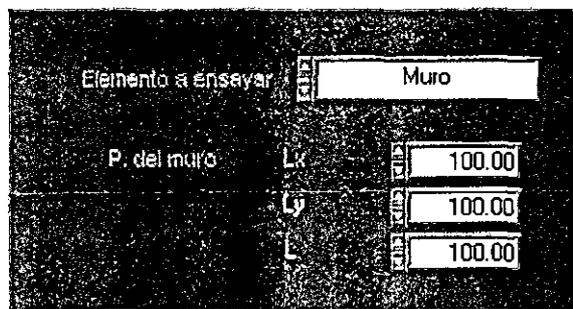


Figura IV.20

Sección elemento a ensayar, Probeta Figura IV.19, Muro Figura IV.20

Esta sección interviene en la forma en que se tomarán en cuenta los datos para la gráfica de Carga contra Deformación de la sección de "Ensayar". La variación radica en el eje de las abscisas: Si se desea que solamente se tomen en cuenta el promedio de las deformaciones medidas por el LVDT 1 y el LVDT 2, escoja como elemento a ensayar una "probeta" y se tomarán el promedio de los datos correspondientes a los canales uno y dos. Y si se desea que se tomen en cuenta la suma de las deformaciones medidas por los dos LVDT'S, escoja como elemento a ensayar "Muro" y se tomara la suma de los datos proporcionados por el canal uno y dos.

Para el eje de las ordenadas siempre se tomarán las mediciones registradas en el canal cero.

IV.4.8 COMO RECUPERAR UNA CONFIGURACIÓN

Para recuperar una configuración haga clic en el cuadro de recuperar configuración en la sección de botones de subcomandos de configuración. (Ver *Figura IV.21*).

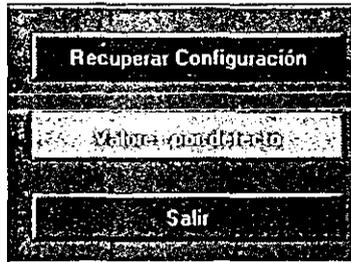


Figura IV.21: Sección de botones de subcomandos de configuración

Una vez efectuada la operación aparecerá una ventana de dialogo como la de la *Figura IV.22*, en la cual podrá buscar la configuración deseada en un archivo como lo haría en cualquier otro programa que utilice Windows como sistema operativo.

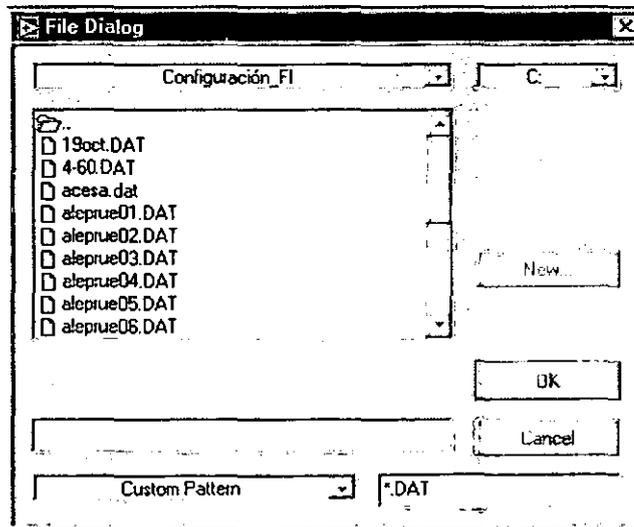


Figura IV.22: Ventana de dialogo de búsqueda de archivos.

Cuando se aya elegido la configuración que se recuperará oprima el Botón de OK con el botón izquierdo del ratón o si no encuentra la configuración que se desea recuperar oprima Cancel y configure como ya se mostró.

IV.4.9 COMO OBTENER LOS VALORES POR DEFECTO

Para obtener los valores por defecto haga clic en el cuadro de Valores por defecto en la sección de botones de subcomandos de configuración. (Ver Figura IV.21)

Una vez efectuada la operación la pantalla de configurar se verá como la de la Figura IV.23.

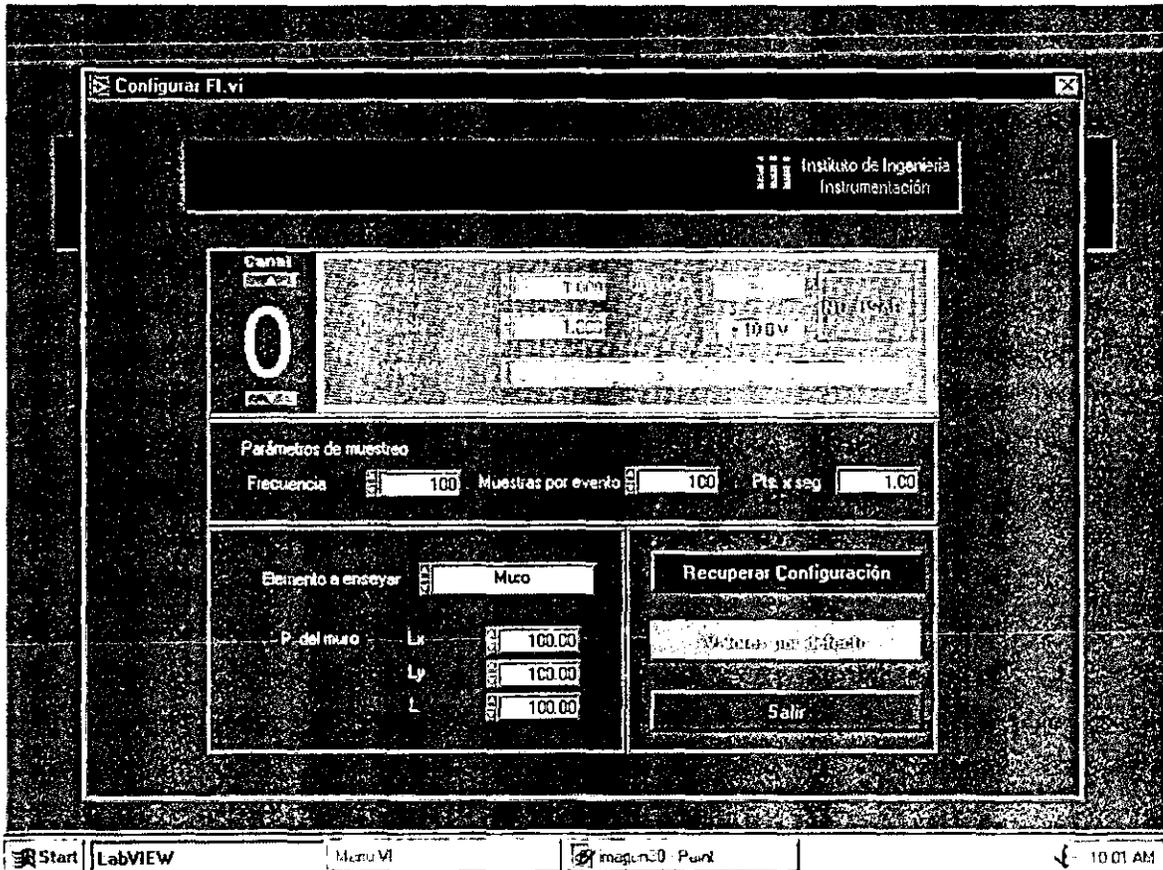


Figura IV.23: Pantalla de configuración con valores por defecto

IV.4.10 COMO SALIR DE LA SECCIÓN DE CONFIGUAR

Para salir de esta sección haga clic en el cuadro de salir que se encuentra en la sección de botones de subcomandos de configuración. (Ver Figura IV.21)

Una vez efectuada la operación aparecerá una ventana de dialogo (Figura IV.24) donde se pregunta que si desea salir realmente del módulo de configuración; si no es así haga clic con el botón izquierdo del ratón en el botón de **No**. Si por el contrario si desea salir del módulo de configuración oprima el botón de **Sí** de igual modo que si quisiera oprimir el de **No**. Y regresará al menú principal del programa **Oscar 3** (Figura IV.13)

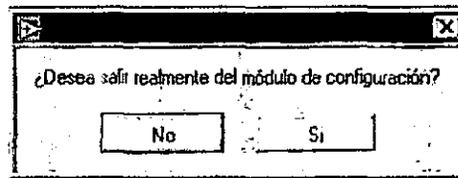


Figura IV.24: Ventana de dialogo de salida

Después de oprimir el botón de **Si** aparece una nueva ventana de dialogo (Figura IV.25) donde se hace la pregunta "¿Desea guardar la configuración?"; si no lo desea oprima el botón de **No** y regresará al menú principal del programa (Figura IV.13). Si desea guardar la configuración oprima el botón de **Si** para poder hacerlo; Aparecerá una ventana de dialogo en donde podrá escoger el lugar donde guardará la configuración y el nombre del mismo (Figura IV.26), como lo haría en cualquier otro programa que utilice Windows como sistema operativo. Al finalizar oprima el botón de **OK** y su configuración quedará guardada, para que pueda ser recuperada para ensayos posteriores, regresando así al menú principal del programa **Oscar 3**. (Figura IV.13)

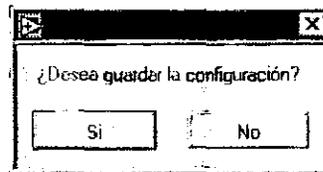


Figura IV.25: Ventana de dialogo guardar configuración.

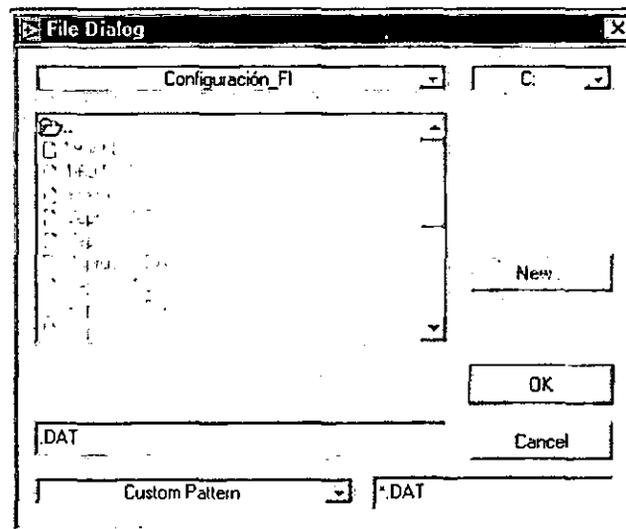


Figura IV.26: Ventana de dialogo de almacenamiento de archivos.

IV.5 COMO ENSAYAR

IV.5.1 COMO INICIAR LA ADQUISICIÓN DE DATOS

Para iniciar la adquisición de datos en un ensayo es necesario hacer clic con el botón izquierdo del ratón en el botón de Ensayar del menú principal del programa (Ver *Figura IV.13*)

Una vez que se ingresa a la sección de Ensayar aparece una ventana de dialogo con el siguiente mensaje: "Atención. Para iniciar el programa debe seleccionar un archivo en donde se guardarán los resultados del experimento así como los canales a visualizar antes de presionar el botón de iniciar". (*Figura IV.27*). Presione el botón de OK a través del botón izquierdo del ratón y aparecerá una nueva ventana (*Figura IV.28*) donde podrá ingresar el nombre del archivo y guardarlo como lo haría en cualquier otro programa que utilice Windows como sistema operativo.

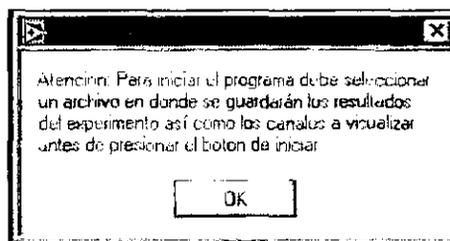


Figura IV.27: Ventana de advertencia

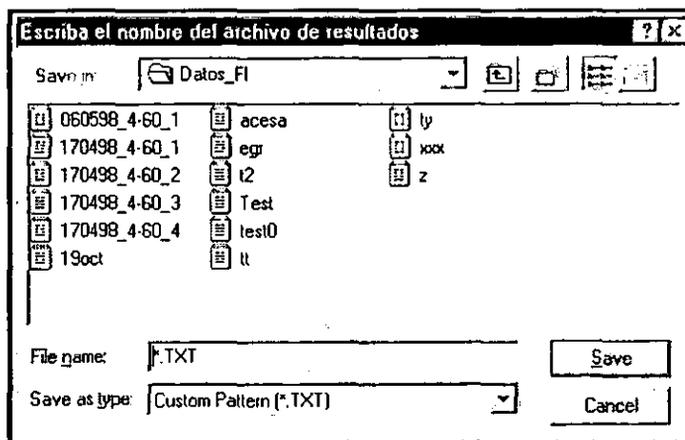


Figura IV.28: Venta para el archivo de resultados.

Ya que seleccionó el lugar donde guardará el archivo y el nombre del archivo oprima el botón **Save** para continuar.

Para poder iniciar con el proceso de adquisición de datos es necesario presionar el botón de **INICIAR**, que se encuentra en la sección de botones de subcomandos de Ensayar, haciendo clic con el botón izquierdo del ratón. (Ver Figura IV.29).

Ya que se oprimió el botón de *iniciar* aparece una ventana de dialogo que pregunta si se desean tomar ceros (Figura IV.30).

El hecho de tomar ceros es con el fin de que la gráfica que se genera en pantalla inicie desde el punto (0,0) y que en el archivo de resultados se guarden las lecturas correspondientes al cero.

Dependiendo de si desea o no desea tomar ceros oprima el botón de **Si** o **No**, presionando el botón izquierdo del ratón, según sea el caso para poder dar inicio a la adquisición de datos del ensaye o prueba.

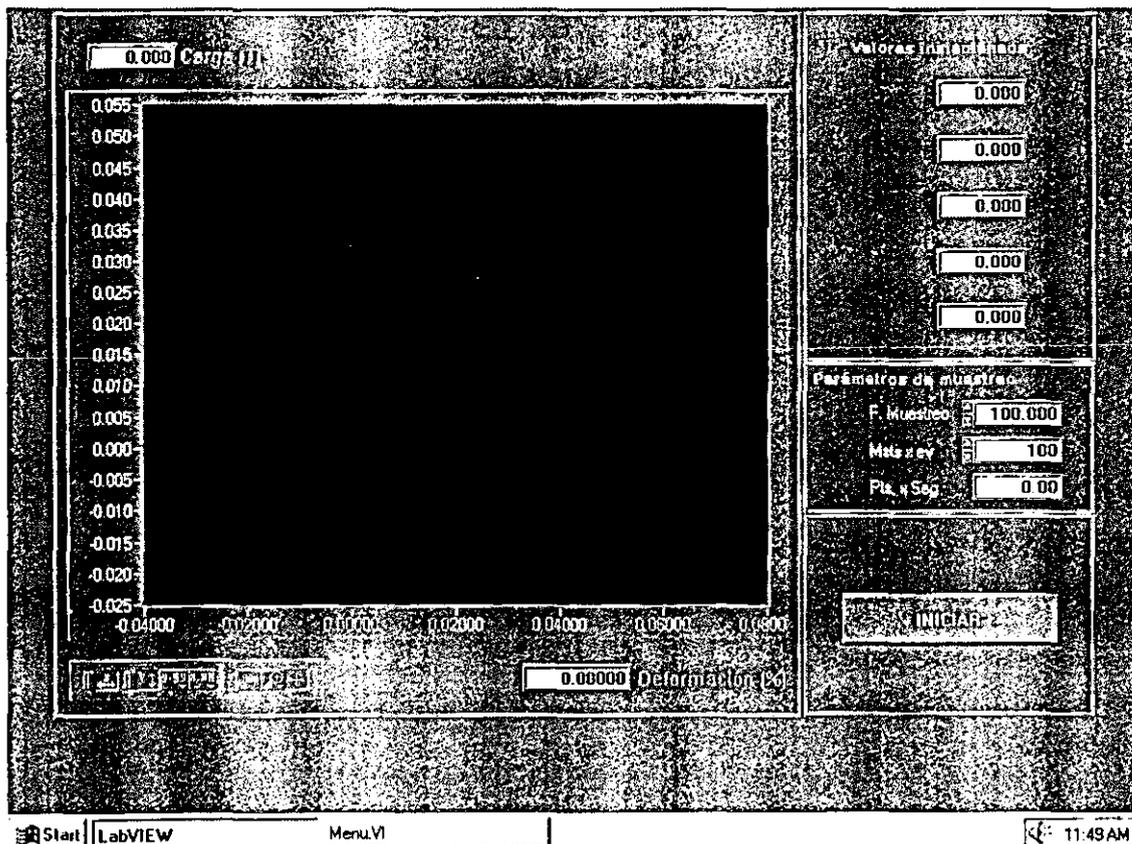


Figura IV.29: Pantalla principal de Ensayar.

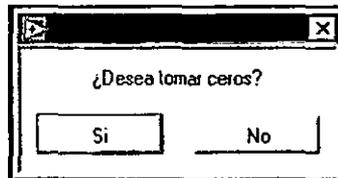


Figura IV.30: Ventana de dialogo, toma de ceros.

IV.5.2 COMO SALVAR UN DATO

Después de la ventana de dialogo que dice "¿desea tomar ceros?", la sección de botones de subcomandos de ensayar cambia de contener solamente el botón de **INICIAR** (Figura IV.31) a contener los botones; **SALVAR DATO** y **TERMINAR** (Figura IV.32).

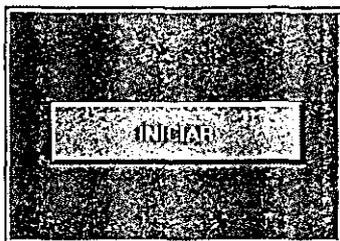


Figura IV.31: botón de iniciar

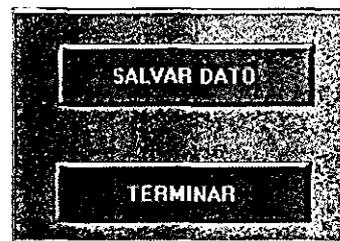


Figura IV.32: Botones de Salvar dato y Terminar

Para salvar un dato simplemente oprima el botón de **SALVAR DATO**, poniendo el indicador dentro de este cuadro y oprimiendo el botón izquierdo del ratón, el programa almacenará instantáneamente los datos de las señales de los canales que estén activos, o sea, los canales que se hayan configurado. Se podrá dar cuenta que se está almacenando el dato por que el botón de **SALVAR DATO** cambia momentáneamente su texto al de **ESPERE** (Figura IV.33).

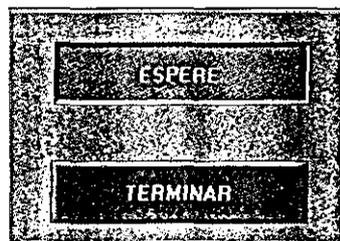


Figura IV.33: Cambio en el texto del botón Salvar dato.

Esta acción la repetirá cada que desee almacenar un nuevo dato en el archivo de resultados, lo cual puede hacerse rápidamente en la etapa de faya del espécimen.

IV.5.3 COMO CAMBIAR LOS PARÁMETROS DE MUESTREO DENTRO DE LA SECCIÓN DE ENSAYAR

Dentro de la sección de ensayar existe una parte de parámetros de muestreo (*Figura IV.34*), como se vio en el capítulo III.1.1.2; en esta sección aparecen los datos que se ingresaron en la parte del programa de **CONFIGURAR**, pero se pueden cambiar estos datos del mismo modo que en IV.4.6. esto es con el fin de cambiar el modo de actualización de la gráfica carga vs. deformación.



Figura IV.34: Sección de parámetros de muestreo

IV.5.4 COMO TERMINAR EL ENSAYE

Para terminar el ensaye simplemente se tienen que presionar el botón de **TERMINAR** de la sección de botones de subcomandos de ensayar (Ver *Figura IV.32*) de la manera ya mencionada, y aparecerá una ventana de dialogo que pregunta si desea terminar (Ver *Figura IV.35*). Oprima el botón de **No** para continuar con el ensaye y oprima el botón de **Si** para salir del menú de ensayar y regresar al menú principal (*Figura IV.13*).

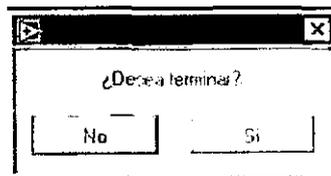


Figura IV.35: Ventana de dialogo, Terminar.

IV.6 ERRORES COMUNES DENTRO DEL PROGRAMA OSCAR 3

Uno de los errores más comunes es que se ingrese primero al menú de **ENSAYAR** sin haber accedido al menú de **CONFIGURAR**; si esto sucede, aparecerá una ventana de dialogo (Figura IV.36) con la siguiente leyenda: "Atención. No se ha configurado el sistema", después de oprimir el botón de **OK** de la ventana, el programa se situará en la sección de Configurar para que éste sea configurado.

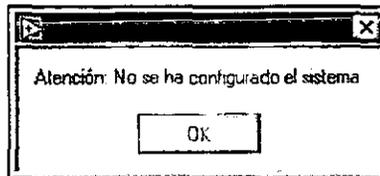


Figura IV.36: Ventana de advertencia.

Otro error común es que en la parte donde se indica el nombre y el lugar del archivo de resultados (Figura IV.37) se oprima el botón de cancel, cuando sucede lo anterior aparece una ventana de dialogo (Figura IV.38) con la siguiente advertencia: "Atención. Los datos no se archivarán, ¿Desea volver a seleccionar?".

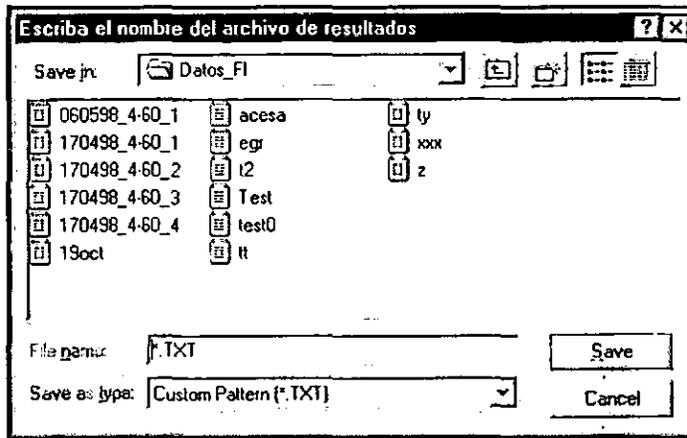


Figura IV.37: Ventana para el archivo de resultados

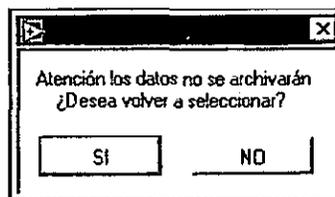


Figura IV.38: Ventana de advertencia

El peligro que existe al no seleccionar un archivo de resultado es que no existirá forma alguna para ver los datos que se registren durante el proceso de ensaye. Por tal motivo se pregunta si desea volver a seleccionar. Si oprime que **SI** regresará a la ventana donde se escribe el nombre del archivo de resultados (*Figura IV.37*), si se oprime **NO** aparecerá una nueva ventana con la siguiente advertencia: "Atención los datos no se almacenarán". (*Figura IV.39*)

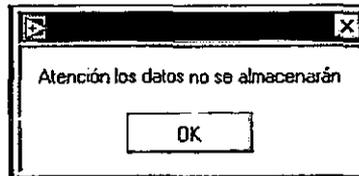


Figura IV.39: Ventana de advertencia.

Después de oprimir el botón de **OK** el programa continuará su curso.

IV.7 COMO SALIR DEL PROGRAMA OSCAR 3

Para poder salir del programa **Oscar 3** se necesita estar en el menú principal del programa (*Figura IV.13*) y presionar el botón de **TERMINAR** como si presionará el botón de **CONFIGURAR O ENSAYAR**. Y el programa se cerrará automáticamente.

IV.8 COMO OBTENER EL ARCHIVO DE RESULTADOS

El archivo de resultados que se genera durante el ensaye es un archivo con extensión TXT; por lo que este tipo de archivos puede ser leído en el editor de texto del MSDOS, en el programa de WordPad, NotePad, Microsoft Word y en general en cualquier editor de texto.

A continuación se presentará la secuencia a seguir para obtener un archivo de resultados con el editor de texto WordPad.

Para ingresare al editor de texto WorPad haga clic en el botón de **Start** de Windows, en la sección de **Programas**, en **accesorios** y nuevamente en **WordPad** como se muestra en la *Figura IV.40*.

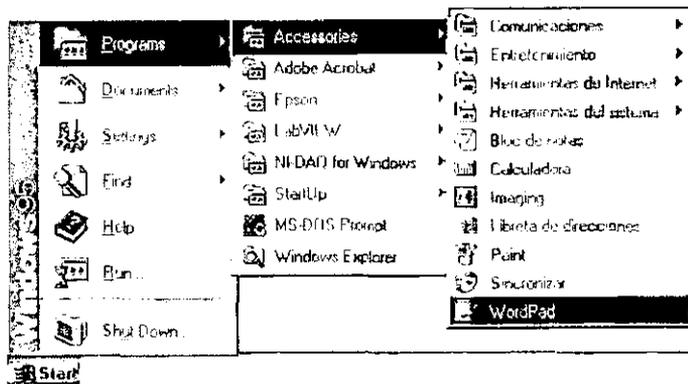


Figura IV.40: Acceso al programa WordPad

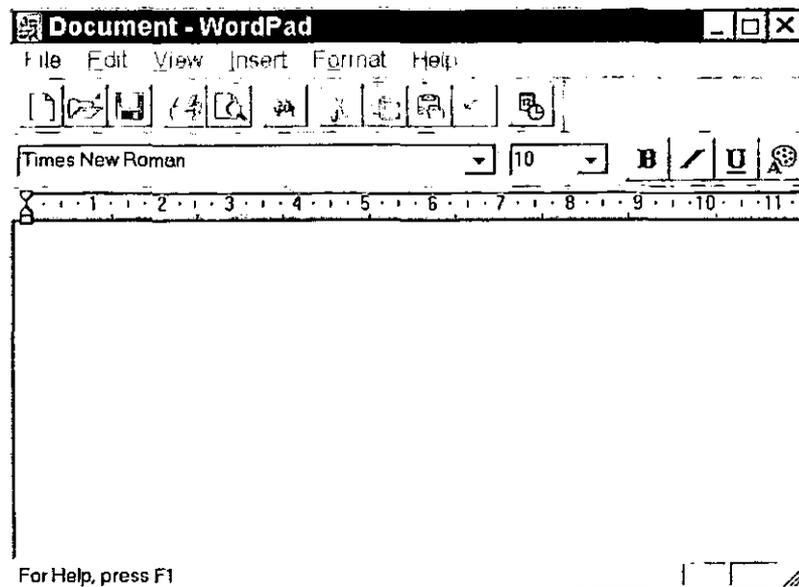


Figura IV.41: Programa WordPad.

El programa se inicia y puede ver en pantalla el programa de WordPad (Figura IV.41). Para abrir el archivo de resultados haga clic, con el botón izquierdo del ratón, en donde dice **File** y después hágalo en **Open** (Figura IV.42). Aparecerá una ventana de dialogo en donde usted podrá buscar el archivo de resultados, de igual forma como lo hizo en IV.4 (Figura IV.43). Ya que está localizado y seleccionado, presione el botón de Open para poder ver el archivo de resultados. Este archivo sería como el mostrado en la Figura IV.44.

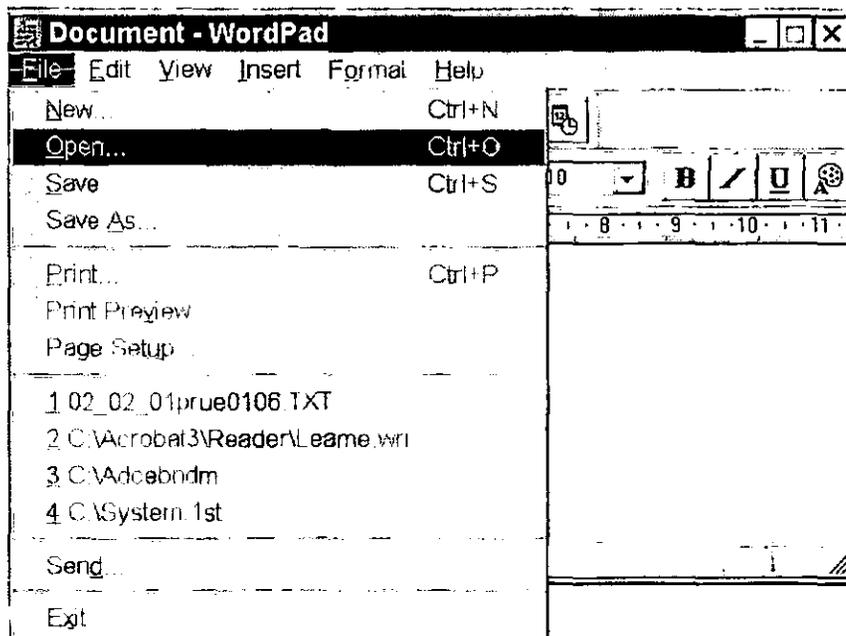


Figura IV.42: Acceso al archivo de resultados.

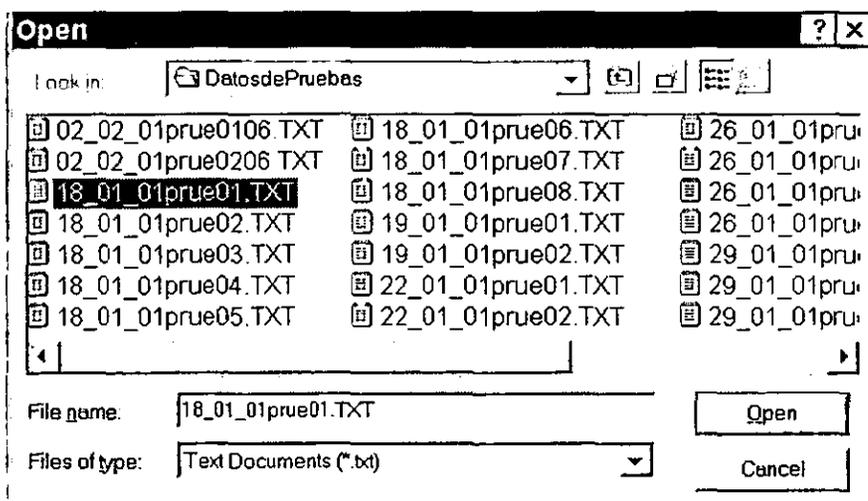


Figura IV.43: Ventana de búsqueda de archivos.

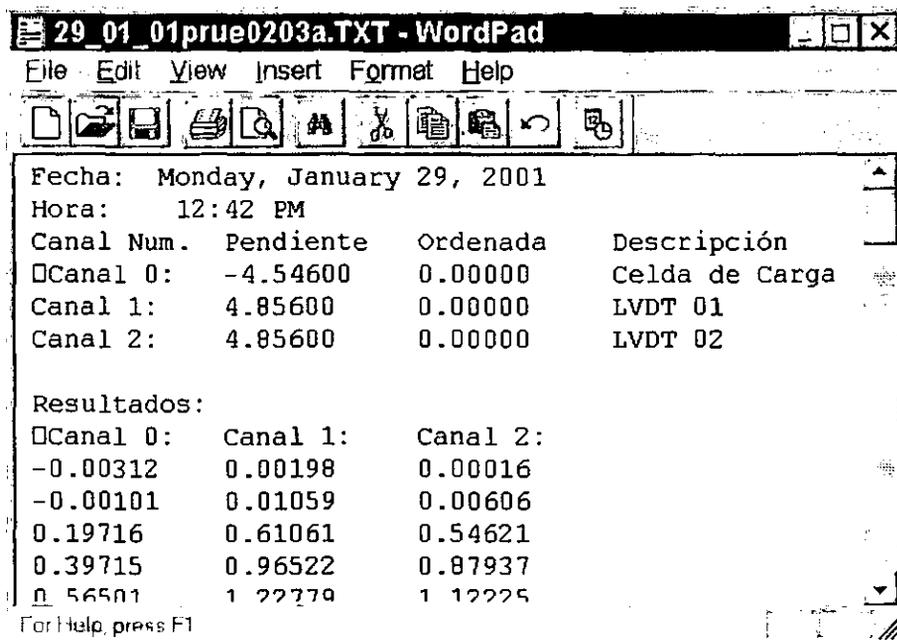


Figura IV.44: Archivo de resultados

Para imprimir el archivo haga doble clic en el icono de la impresora, o salve el archivo haciendo doble clic en el icono del disco.

Como la celda de carga se configura en el canal cero, los datos presentados en este canal son toneladas; mientras que los LVDT'S son configurados en los canales uno y dos, los datos presentados por estos canales serán milímetros.

Estos resultados se pueden procesar para obtener gráficas de algún otro tipo de información trabajando en una hoja de calculo como la de Microsoft Excel.

V APLICACIÓN DEL S.A.D. A UNA INVESTIGACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

V.1 ANTECEDENTES

La producción de aceros a nivel mundial ha mostrado una evolución intensa en las últimas décadas, debido a esto, la tendencia actual está orientada al uso de aceros con mayores límites de fluencia, los cuales presentan atractivas ventajas en cuanto a resistencia y sencillez de armados; países como Austria, Alemania y Suecia han mostrado una sustitución progresiva de aceros con mayores límites de fluencia, actualmente en los países escandinavos se usan barras con límites de fluencia de hasta 9000 kg/cm².

Sin embargo, aún siguen existiendo controversias en relación al uso de estos aceros trabajados en frío, debido a que son menos dúctiles que los aceros de grado 42 muy utilizados en la práctica.

En zonas sísmicas en algunos reglamentos, como el del D.F. no permite el empleo de aceros con fluencia mayor al grado 42, ello es debido a que se busca que las estructuras presenten comportamientos dúctiles evitando así colapsos súbitos. El Reglamento del American Concrete Institute de 1995 (ACI318-95) especifica que los diseños no deben basarse en una resistencia a la fluencia del acero de refuerzo que exceda 5600 kg/cm², haciendo la excepción para cables de presfuerzo, en reglamentos anteriores, la limitante era 4200 kg/cm².

En el caso de México, podemos mencionar que para 1954 prácticamente la totalidad del refuerzo producido era de grado estructural (2530 kg/cm²), en 1975 casi 70% de la producción era de grado 42, actualmente el refuerzo para concreto de grado estructural ha desaparecido y los aceros de grado 60 muestran una demanda creciente, sobre todo en elemento presforzados.

Por otro lado existen algunas áreas en el diseño donde este tipo de restricciones parece seguir la práctica conservadora; es el caso del diseño de refuerzo cortante en vigas, (NTC-96) en el cual no se permite la utilización de aceros de refuerzo con grados superiores al 42.

El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal a través de sus Normas Técnicas complementarias (NTC-RCDF) es más flexible en cuanto al uso de aceros de alta resistencia y da limitaciones más estrictas en los casos de estructuras diseñadas por sismo con factor de coeficiente sísmico alto, donde el esfuerzo de fluencia debe ser no mayor que el grado 42.

Resulta de especial interés el hecho de que para este punto en específico la norma haga esta excepción, no existen evidencias de carácter experimental que justifiquen este hecho, por tal motivo este estudio está orientado a observar de manera experimental el comportamiento de vigas con refuerzo para cortante de grado 60 y compararlas con elementos reforzados con aceros convencionales (f_y de 2530 y 4200 kg/cm²).

V.2 ESPECIFICACIONES DE LAS VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

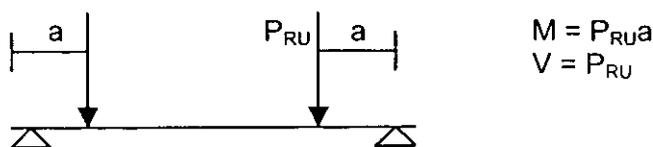
Como ya se mencionó en anteriormente; el objetivo del estudio es evaluar los criterios para predicción de resistencia a cortante para el caso de aceros de alta resistencia y observar las diferencias en su comportamiento con respecto a aceros convencionales. El estudio comprende el ensaye de 10 vigas de concreto reforzado creadas para este fin y con las siguientes características.

- Ancho de la viga (b): 12 cm
- Peralte de la viga (h): 20 cm
- Recubrimiento de la viga (r): 3.2 cm
- f'_c : 250 kg/cm².
- Refuerzo longitudinal inferior: 2 varillas del #6
- Refuerzo longitudinal superior: 2 varillas del #3
- Refuerzo transversal; este viene de acuerdo a la siguiente tabla

No de viga	# de Estribo	@ (cm)	Fy (kg/cm ²)
1	1.25	5.0	6000
2	1.5	4.6	6000
3	2	7.4	6000
4	2	6.0	2900
5	2	4.0	2900
6	2.5	8.0	4200
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-

V.3 PROGRAMA DE PRUEBA

Las pruebas se realizaron con el siguiente esquema:



donde a es la relación M / Vd y los apoyos eran dos placas metálicas con una articulación en medio de ellas, lo que se llama apoyos tipo rodilla.

Como primer paso se probaron las vigas que no tienen estribos para refuerzo al cortante a diferentes relaciones de M / Vd ; quedando de la siguiente forma:

Viga	M / Vd (cm)
10	1.0
9	1.5
8	2.0
7	2.5

Una vez realizadas las pruebas de las vigas 7 a 10. Con los resultados obtenidos y con los cálculos del momento resistente y el cortante resistente se obtiene la segunda parte del programa de prueba, el cual quedó por parejas de vigas de la siguiente manera:

Vigas	M / Vd (cm)
1 y 4	2.5
2 y 5	1.5
3 y 6	1.0

V.4 MOMENTO RESISTENTE Y CORTANTE RESISTENTE DE LAS VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

El cálculo se realizó por medio de una hoja de Microsoft Excel y utilizando las ecuaciones que se muestran en las Normas Técnicas Complementarias para Estructuras de Concreto.

REVISIÓN DE LAS VIGAS

Datos de la Viga

b cm	h cm	r cm	d cm	d' Cm	f'_c kg/cm ²	Fy kg/cm ²	f'_c kg/cm ²
12	20	3.2	16.8	2	250	4200	212.5

f'_c Kg/cm ²	$f_{r_{flex}}$	A_s cm ²	A'_s cm ²	$f_{r_{cor}}$
212.5	1	5.70	1.43	1

Revisión por flexión

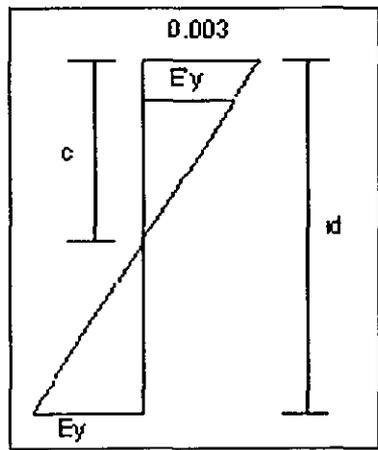
ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	\geq	A	M_{RU} (T-m)	P_{RU} (T)
--------	---------	----------------	--------	---	----------------	--------------

0.02828	0.00707	0.02121	0.01606	7.04	3.27031	2.595
---------	---------	---------	---------	------	---------	-------

Cálculo por compatibilidad de deformaciones

c cm	ϵ_y'	Fy kg/cm ²	Cs kg	C Kg	Ct Kg	ϵ_y	Fy kg/cm ²
8.80218	0.00232	4200.00	5985.48	17956.45	23941.93	0.00273	4200
					T Kg		
					23941.93		

Fuerza kg	Brazo Cm	M kg-cm	M _{RU} T-m	P _{RU} T
17956.45	5.28	94833.53	3.27031	2.595
5985.48	6.80	40714.33		
23941.93	8.00	191483.23		
Suma		327031.09		



Revisión por cortante

V_{CR} kg	VIGA	# de Est	@ Cm	F_y kg/cm ²	V_{SR} kg	V_{TR} t
1469.40	1	1.25	5.0	6000	4987.90	6.457
	2	1.5	4.6	6000	7807.15	9.277
	3	2	7.4	6000	8627.72	10.097
	4	2	6.0	2900	5143.08	6.612
	5	2	4.0	2900	7714.62	9.184
	6	2.5	8.0	4200	8728.83	10.198
	7	-	-	-	0	1.469
	8	-	-	-	0	1.469
	9	-	-	-	0	1.469
	10	-	-	-	0	1.469

Donde V_{CR} es la resistencia del concreto al cortante, V_{SR} es la resistencia del acero al cortante y V_{TR} es la resistencia total del elemento al cortante.

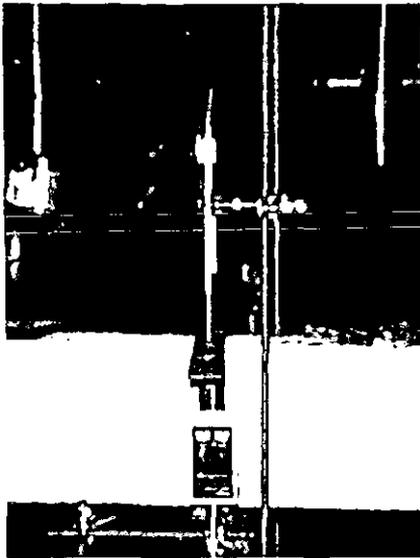
Resumen de resultados

No de Viga	M_{RU} (T-m)	V_R (T)
1	3.27031	6.457
2	3.27031	9.277
3	3.27031	10.097
4	3.27031	6.612
5	3.27031	9.184
6	3.27031	10.198
7	3.27031	1.469
8	3.27031	1.469
9	3.27031	1.469
10	3.27031	1.469

V.5 INSTRUMENTACIÓN

En el ensaye de las vigas de concreto reforzado se utilizo el Sistema de Adquisición de Datos, así como micrómetros digitales para comparar las lecturas proporcionadas por los LVDT'S y la lectura proporcionada por la celda de carga fue comparada con la lectura proporcionada la carátula de la prensa universal AMSTER; el objetivo era validar que el S.A.D. funcionaba correctamente.

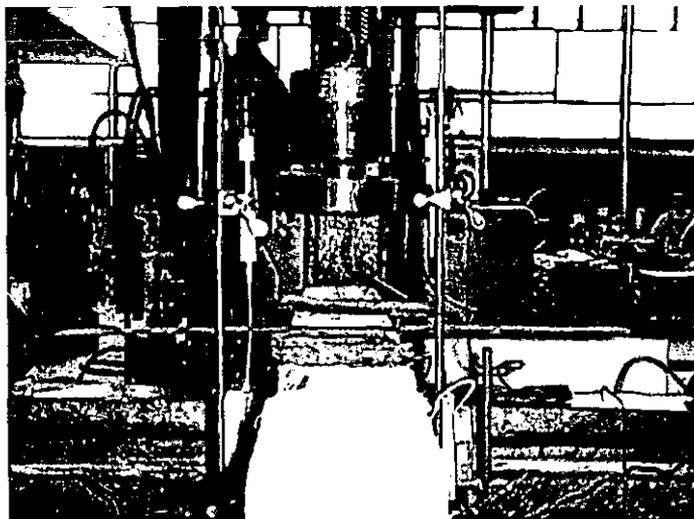
La colocación de los instrumentos de medición de deformación en las vigas se realizo por medio de una placa metálica y bases magnéticas (*Fotografías V.1, V.2 y V.3*).



Fotografía V.1: Micrómetro 2 y LVDT 2

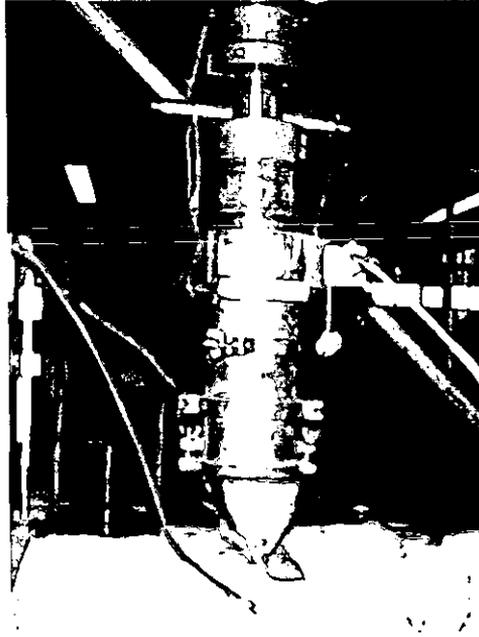


Fotografía V.2: Micrómetro 1 y LVDT 1



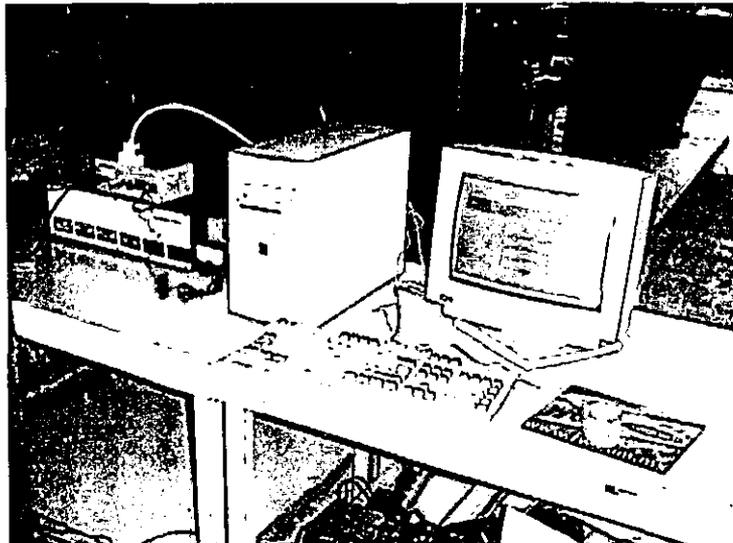
Fotografía V.3: Vista lateral de la colocación de los micrómetros y LVDT'S y celda de carga

La celda de carga se colocó entre uno de los gatos de presión y la viga a ensayar (*Fotografías V.3 y V.4*), sujeta al gato por medio de alambres para evitar que se desprendiera en caso de algún problema durante los ensayes.

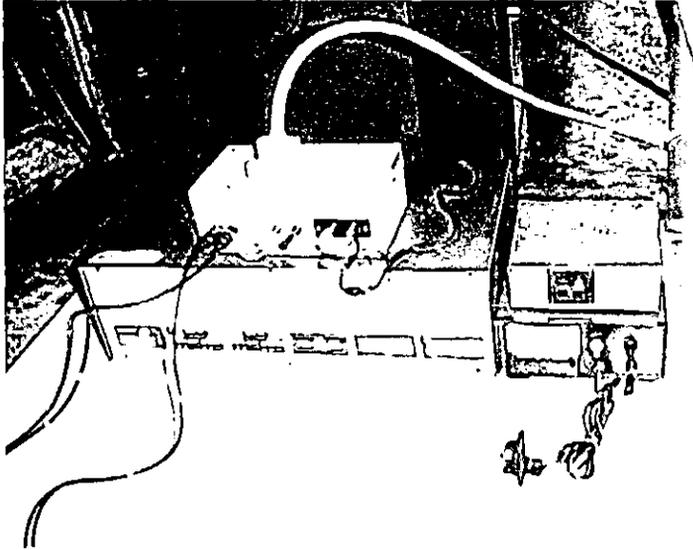


Fotografía V.4: Celda de carga

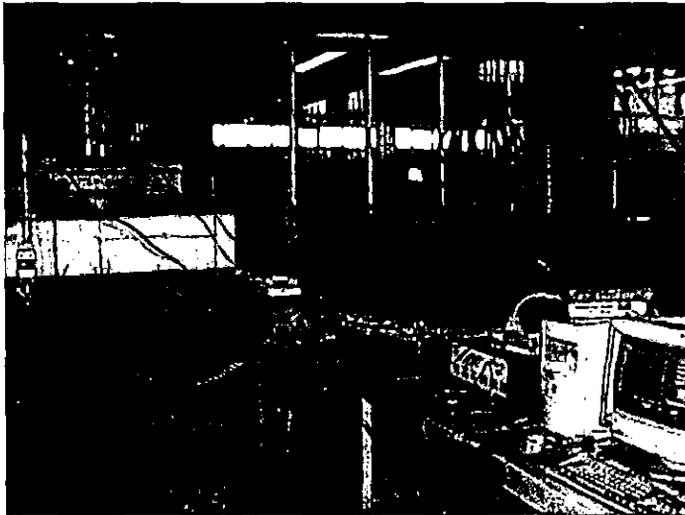
El Equipo restante del S.A.D. se colocó a uno de los costados de la viga a ensayar. (*Fotografías V.5, V.6 y V.7*)



Fotografía V.5: Vista panorámica del equipo



Fotografía V.6: Vista panorámica del equipo



Fotografía V.7: Vista panorámica del equipo

La configuración que se le dió al programa **Oscar 3** se presenta en las siguientes tablas:

Instrumento de medición	Canal	Pendiente	Ordenada	Unidades	Rango	Descripción
Celda de Carga	0	-4.542	0.0000	toneladas	+ - 10 V	Celda de carga
LVDT 1	1	4.8558	-0.0057	milímetros	+ - 10 V	LVDT 1
LVDT 2	2	4.8468	-0.0496	milímetros	+ - 10 V	LVDT 2

Parámetros de muestreo		
Frecuencia	Muestras por evento	Pts x seg.
100	100	1

Elemento a ensayar	b	h	L
Probeta	10	20	10

V.6 RESULTADOS

Los resultados que obtienen son en tres formas, el primero consiste en el archivo de resultados que genera el Programa **Oscar 3** del S.A.D. que se puede ver en el anexo A; el segundo es el de los datos proporcionados por los micrómetros digitales y la carátula de la máquina universal **AMSLER** que se pueden observar en el anexo B; y por último, la tercer manera es la consistente en las gráficas comparativas de Deformación vs. P de los datos de los dos bloques anteriores, obtenidas mediante el procesamiento de la información en la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

La interpretación de estos datos no es objetivo de este trabajo, pero se observa que la contribución del concreto a la resistencia al cortante es mucho mayor a la que permiten las N.T.C. del reglamento del D.F.

V.6.1 GRÁFICAS DEFORMACIÓN VS. P

La información obtenida, del Sistema de Adquisición de Datos y con los Micrómetros digitales, se procesó en una hoja de calculo y se obtuvieron las siguientes gráficas. (Figuras V.1, V.2, V.3, V.4, V.5, V.6, V.7, V.8, V9 Y V10)

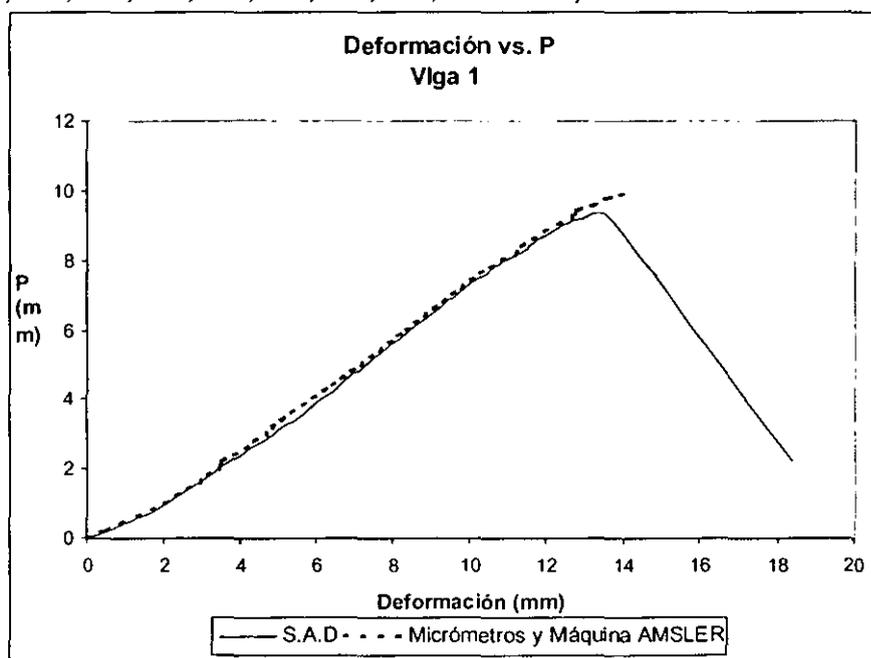


Figura V.1: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 1.

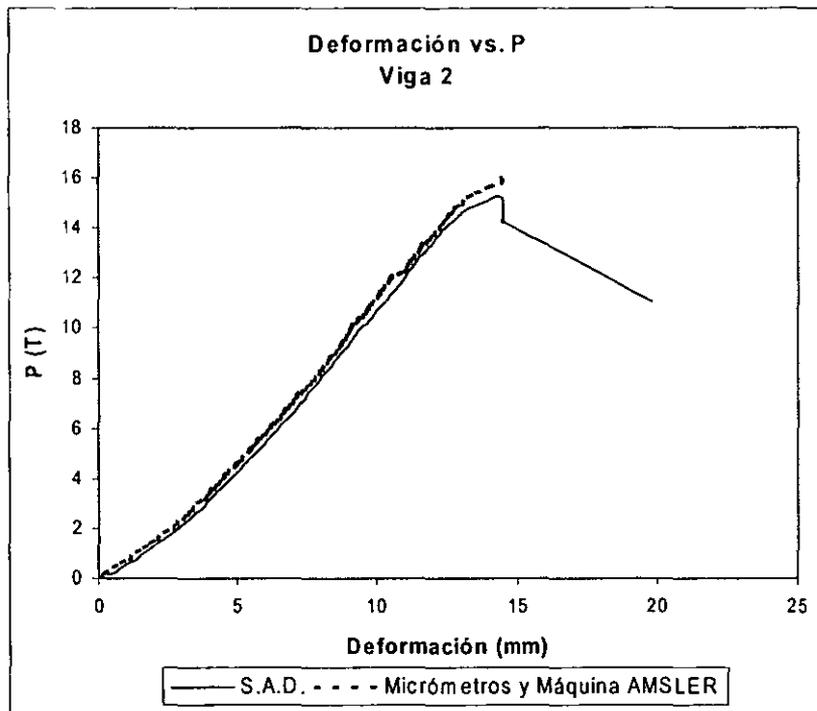


Figura V.2: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 2.

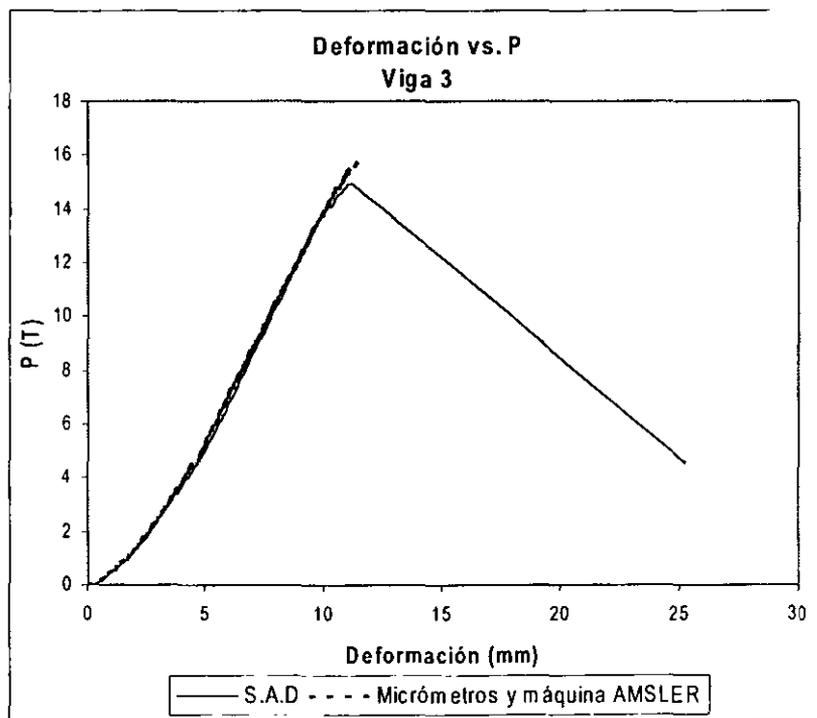


Figura V.3: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 3.

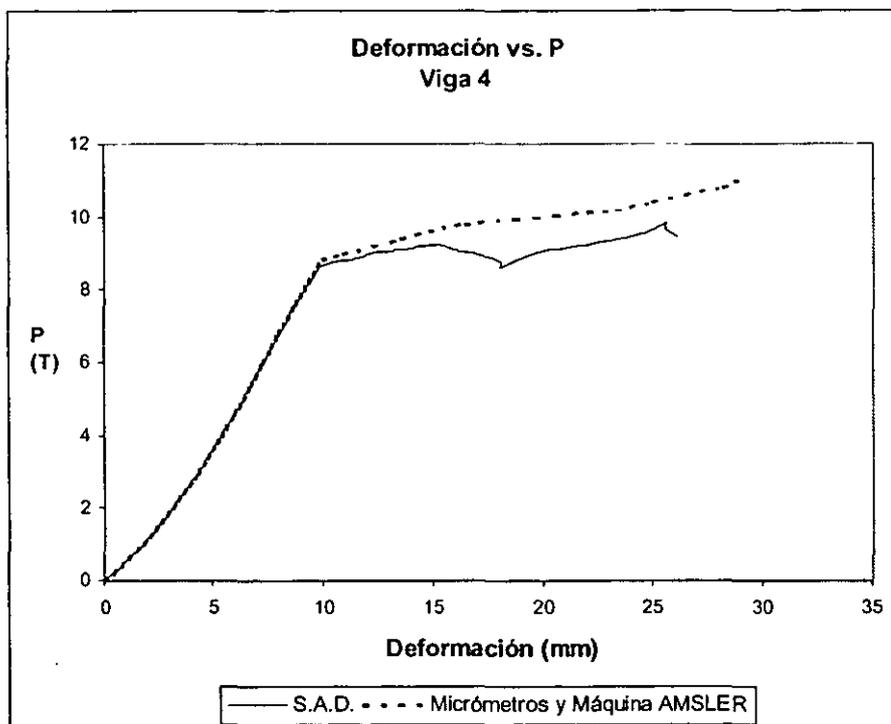


Figura V.4: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 4.

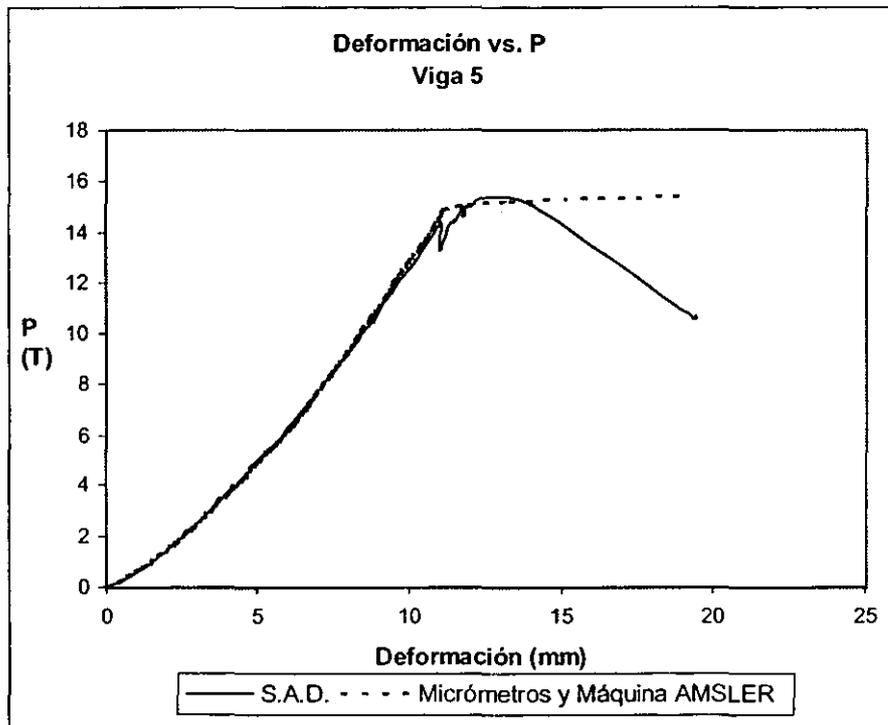


Figura V.5: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 5.

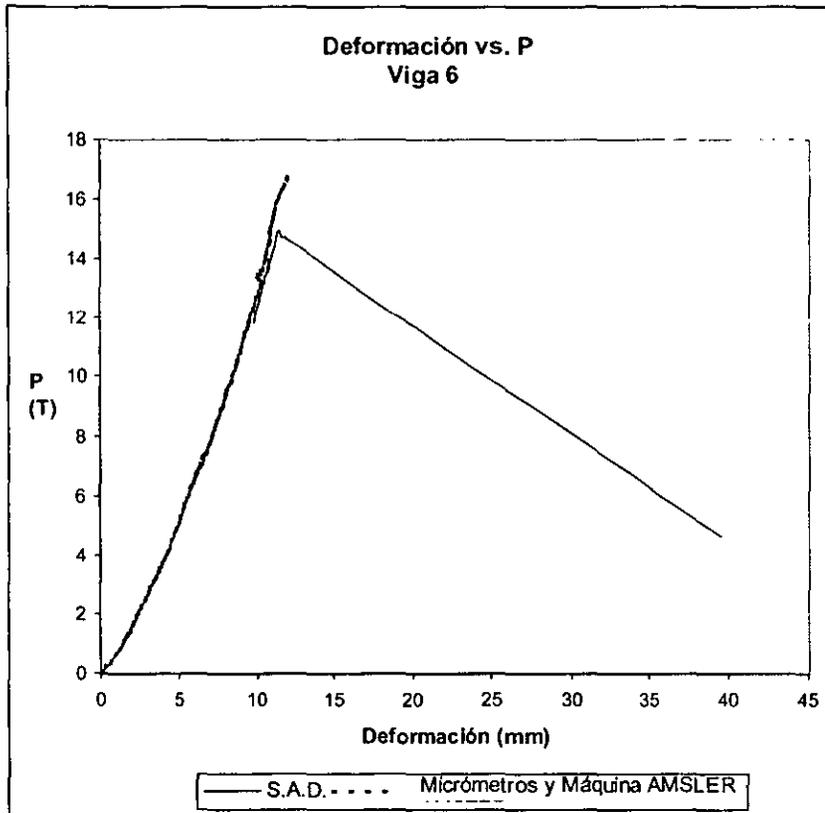


Figura V.6: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 6.

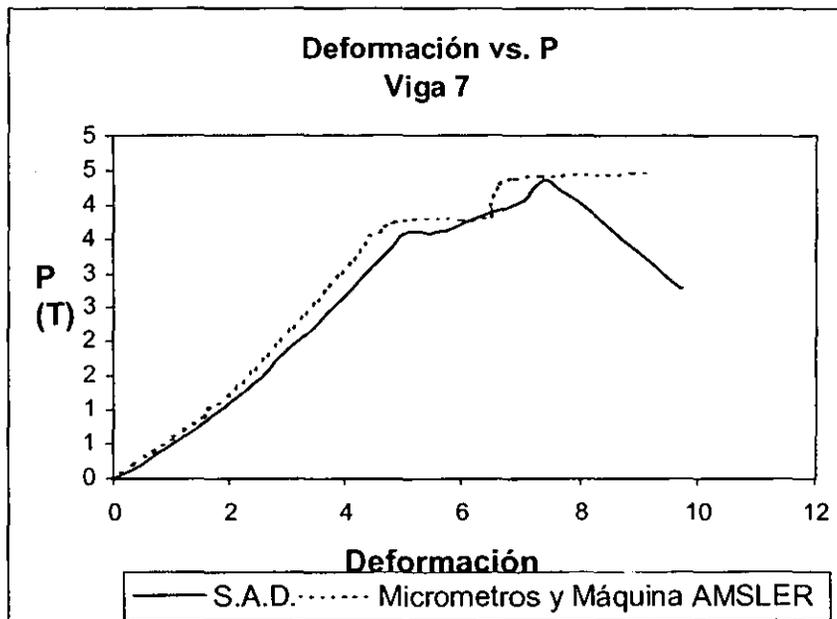


Figura V.7: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 7.

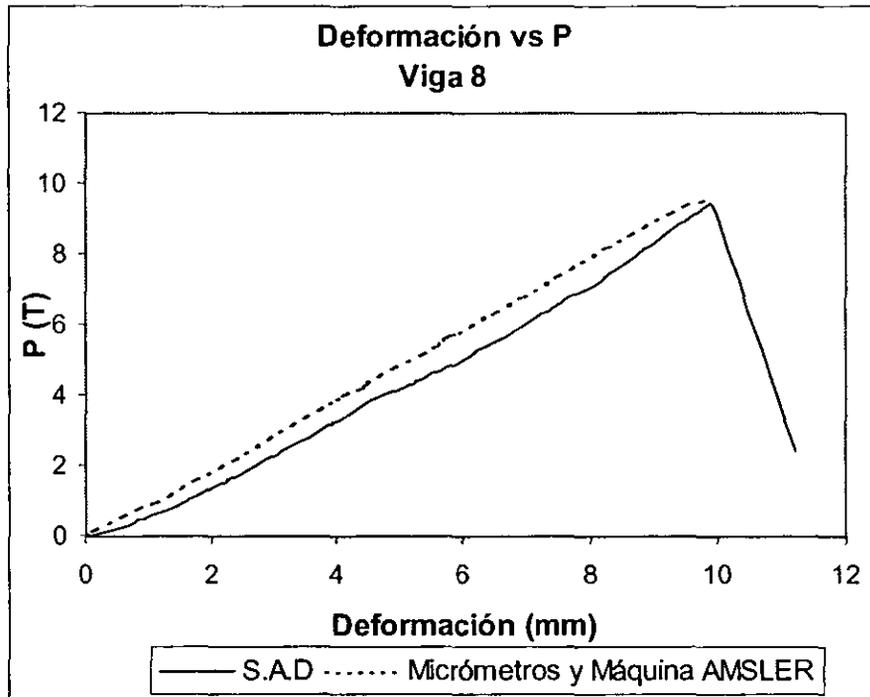


Figura V.8: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 8.

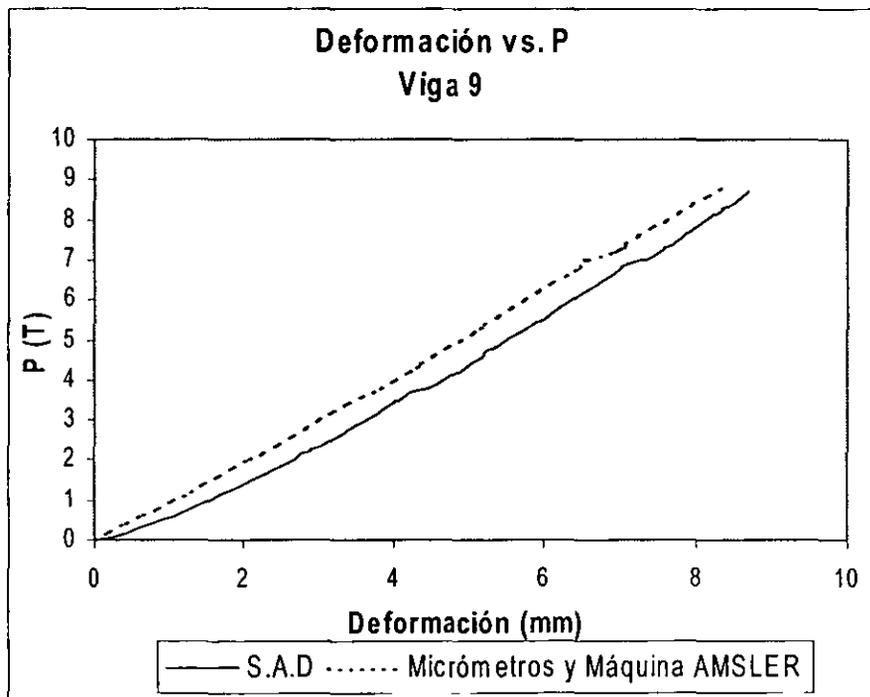


Figura V.9: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 9.

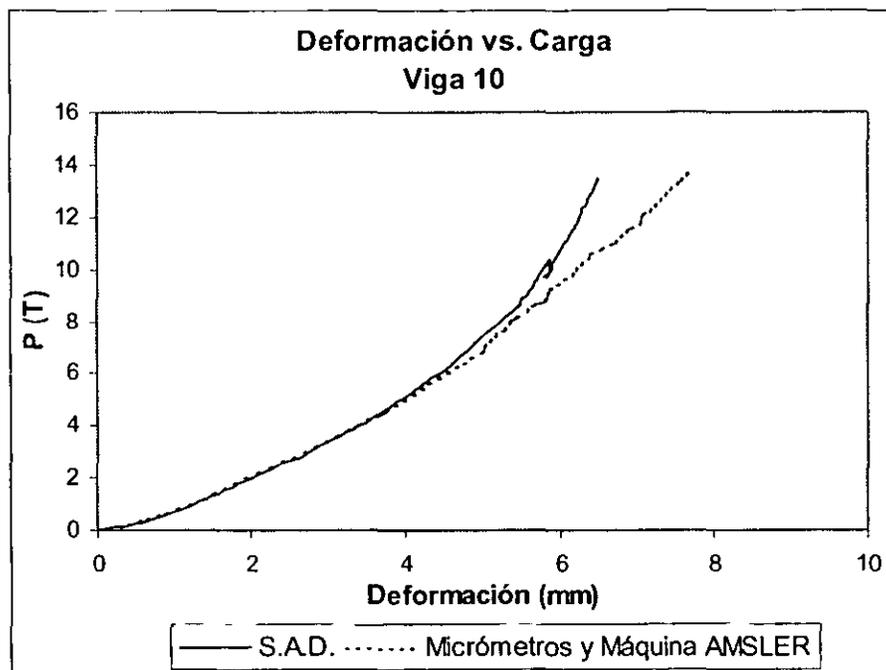


Figura V.10: Gráfica comparativa, entre el Sistema de adquisición de Datos (S.A.D.) y los datos tomados con los micrómetros digitales y la máquina AMSLER, de la Vigas 10.

V.7 RECOMENDACIONES EN LA INSTRUMENTACIÓN

V.7.1 CELDA DE CARGA

En la colocación de la celda de carga se tiene que tener mucho cuidado, puesto que debe existir una completa transmisión de la fuerza. Por lo que, siempre debe existir un contacto completo en la superficie sobresaliente de la celda de carga, en el caso de aplicar fuerzas de compresión.

En la tensión simplemente se tiene que sujetar bien los tornillos con los que cuenta la celda de carga.

V.7.2 LVDT'S

En lo referente a este tipo de instrumentos se recomienda que sean apoyados sobre una superficie rugosa o crear una guía para el bastago para que no existan deslizamientos, además de dejar un rango suficientemente amplio en los vástagos de los LVDT'S en caso de falla del espécimen.

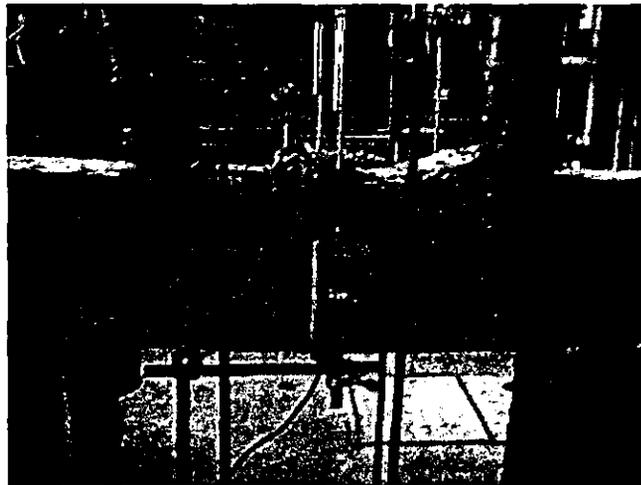
Otro punto muy importante es que si se utiliza una placa metálica, se tiene que tener mucho cuidado con el punto de apoyo de la misma; ya que sí existe un movimiento en la placa metálica o la falla se presenta en su apoyo, las lecturas de los LVDT'S no serán confiables. (*Fotografías V.8, V.9, V.10 y V.11*).



Fotografía V.8



Fotografía V.9



Fotografía V.10



Fotografía V.11

Fotografías V.8, V.9, V.10 y V.11: Falla de la viga en el apoyo de la placa metálica.

VI CONCLUSIONES

El proceso de integrar el sistema de adquisición de datos llevo más de dos años en lograrlo debido a muchos factores, principalmente económicos; finalmente se logró hacerlo y verificar su buen funcionamiento durante el ensaye de 10 vigas de concreto reforzado. Este sistema. Este sistema dará mayor certidumbre a los ensayes efectuados en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería

Con la creación del **módulo de interconexión**, que forma parte del equipo del sistema de adquisición de datos, y la adaptación de diferentes conectores a las terminales de los instrumentos de medición; se eliminó la dificultad que existía en la interconexión del equipo utilizado en los ensayes. Ya que la conexión de los instrumentos quedó referenciada y existe un diagrama mediante el cual se asegura su funcionamiento.

Una de las principales ventajas del uso del programa **Oscar 3** es la automatización de la adquisición de datos en un ensaye; reduciendo o eliminando el error humano que se produce al tomar las lecturas de los instrumentos de medición.

Además se elimina por completo el error producido por la sincronización de las lecturas de la deformación y la carga ya que el Programa almacena automáticamente y al mismo tiempo los datos de deformación y de carga.

Como con el programa se genera una gráfica de Carga vs. Deformación al mismo tiempo que se efectúa el ensaye; se tiene un mayor control en la prueba y se pueden tomar decisiones para obtener la mayor cantidad de información de la misma.

Como se vio en el capítulo IV el sistema de adquisición de datos es una forma sencilla y ágil de tomar los datos de la deformación y carga en el ensaye de un elemento o espécimen.

Debido a la gran facilidad que existe en la obtención de los datos se puede adquirir una mayor precisión en la obtención de las gráficas esfuerzo o carga vs. Deformación.

Como el programa de adquisición de datos **Oscar 3** genera un archivo de resultados; el procesamiento de la información obtenida puede ser hecho en cualquier hoja de calculo o en cualquier base de datos de las cuales se pueden generar gráficas Esfuerzo vs. Deformación, Carga vs. Deformación y es posible tener un calculo a partir de los datos obtenidos. Permitiendo así, tener un mejor análisis de los ensayes realizados.

Dentro de los límites técnicos de los instrumentos de medición, como la capacidad de la celda de carga y el rango de lectura de los LVDT'S, la utilización del sistema de adquisición de datos tiene más ventajas que con los métodos tradicionales.

Se probó la eficacia del S.A.D. durante el ensaye de diez vigas de concreto reforzado, en dicho estudio se trataba de determinar la contribución del concreto a la resistencia al cortante, y el efecto del tipo de refuerzo por cortante en vigas; se ensayaron vigas con estribos muy deformables ($f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$), con fluencia de 4200 kg/cm^2 y aceros trabajados en frío y $f_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$.

Resultados preliminares indican que la contribución del concreto a cortante es mayor a la indicada en la NTC de GDF; y no puede haber ningún resultado adverso en el comportamiento al usar aceros con fluencia no determinada.

BIBLIOGRAFÍA

- Dr. Gonzalo Figueroa, Departamento de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la E.S.I.M.E.. "INSTRUMENTACIÓN DIGITAL". Editorial Limusa. México 1975. Cap. 15 pag. 419 – 422.
- Richard C. Dorf. "CIRCUITOS ELÉCTRICOS". Editorial Alfaomega. 2ª Edición. México 1995. Pag. 47 – 50
- Egor P. Popov. "INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE SÓLIDOS". Editorial Limusa. 1ª Edición. México 1976. Capítulo 4 parte B pag. 128, 144 – 145; capítulo 3 parte A pag. 91 – 93
- Instruction Manual SENSOTEC.
- Sc-2043-SG User Manual.
- AT-MII/AI E Series User Manual.

PÁGINAS WEB.

- www.sensotec.com
- www.ni.com

ANEXO A

DATOS DEL ARCHIVO DE RESULTADOS DEL S.A.D.

Los archivos de resultados se presentan tal y como son generados por el programa OSCAR 3.

VIGA 1

Fecha: Friday, January 26, 2001

Hora: 11:31 AM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
0.00631	-0.00037	-0.00000
0.00779	0.00576	0.00969
0.17546	0.52536	0.52785
0.39635	0.95224	1.00392
0.57493	1.28883	1.36676
0.75644	1.61193	1.73657
0.95932	1.96203	2.05615
1.14801	2.25926	2.32890
1.35557	2.55553	2.60078
1.56451	2.88005	2.85758
1.76715	3.21173	3.09966
1.99182	3.53195	3.36986
2.20164	3.84930	3.63739
2.39068	4.13788	3.90455
2.60075	4.43375	4.18688
2.80151	4.76767	4.44448
3.00833	5.05475	4.70895
3.17730	5.31233	4.93422
3.37627	5.60760	5.19075
3.57825	5.90285	5.42662
3.77936	6.16034	5.64553
4.00039	6.43744	5.88794
4.18566	6.69274	6.08707

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

4.41306	6.96780	6.32842
4.59412	7.16381	6.53266
4.79732	7.41882	6.75147
4.96648	7.67615	6.92644
5.17165	7.88262	7.13858
5.37311	8.13761	7.35184
5.57215	8.38571	7.54365
5.73383	8.56323	7.69406
5.92827	8.84947	7.86241
6.13524	9.05691	8.03424
6.30430	9.31164	8.17572
6.52313	9.56010	8.34613
6.70071	9.79739	8.49867
6.92847	10.02494	8.67801
7.11774	10.23267	8.81375
7.31134	10.45837	8.94185
7.49818	10.68241	9.06382
7.68743	10.90563	9.18129
7.89363	11.18975	9.30841
8.08033	11.41659	9.41152
8.29256	11.64942	9.52307
8.49722	11.92663	9.61406
8.69831	12.20010	9.69387
8.88188	12.51479	9.76022
9.07665	12.81029	9.81726
9.23364	13.20167	9.85345
9.26139	13.86915	9.86759
2.20718	16.77320	9.74859

VIGA 2

Fecha: Friday, January 26, 2001

Hora: 1:01 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
-0.00294	-0.00106	-0.00164
0.19111	0.45074	0.42013
0.37710	0.75471	0.70124
0.58754	1.11806	1.03432
0.74916	1.36334	1.30044
0.94068	1.59202	1.58697

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

1.14706	1.83184	1.90116
1.31567	2.02294	2.14729
1.50903	2.21320	2.41229
1.70499	2.41011	2.67236
1.89012	2.58678	2.91078
2.07291	2.75014	3.13505
2.30163	2.95751	3.41199
2.48122	3.11714	3.61844
2.66155	3.28433	3.81247
2.85700	3.45652	4.02533
3.06667	3.63588	4.23817
3.24555	3.79118	4.41890
3.44430	3.97616	4.57723
3.64704	4.15295	4.75942
3.85376	4.32560	4.95899
4.01187	4.46312	5.12023
4.24221	4.66730	5.35148
4.40310	4.83223	5.49187
4.62253	5.00760	5.69209
4.80546	5.16333	5.86410
5.00087	5.31077	6.03640
5.24891	5.49797	6.24881
5.40457	5.62063	6.38310
5.61634	5.77933	6.56360
5.82808	5.93489	6.73985
6.04017	6.08898	6.91469
6.21197	6.24922	7.05525
6.42585	6.39962	7.23062
6.60208	6.52166	7.36891
6.83196	6.68488	7.55158
7.00165	6.81385	7.68682
7.18611	6.94887	7.83377
7.40315	7.10354	8.00447
7.58248	7.23680	8.15013
7.81590	7.40083	8.33508
7.99997	7.52382	8.47565
8.22622	7.68149	8.65386
8.39858	7.79995	8.78742
8.57976	7.92610	8.92819
8.81708	8.07781	9.10152
8.99769	8.20094	9.24254
9.18375	8.33021	9.37928
9.40492	8.48436	9.55346
9.58467	8.60118	9.68746
9.77350	8.72584	9.82884
9.99953	8.87627	10.00050
10.14933	9.09842	10.16763
10.40160	9.29578	10.38057
10.56859	9.41051	10.51146

10.79380	9.56592	10.67941
10.99538	9.70445	10.84689
11.17912	9.82446	10.97925
11.38917	9.95165	11.14915
11.55438	10.07070	11.27043
11.80501	10.22308	11.44860
11.95774	10.33998	11.55868
12.15648	10.47709	11.70110
12.35538	10.59711	11.84782
12.53674	10.70980	11.98020
12.72317	10.83090	12.11842
12.93294	10.99737	12.27102
13.10319	11.12053	12.40309
13.29758	11.23645	12.55451
13.48785	11.36849	12.70100
13.68562	11.51112	12.85929
13.86852	11.64687	13.01249
14.06651	11.79832	13.20172
14.26168	11.95618	13.38640
14.42463	12.12470	13.57931
14.61863	12.31437	13.81181
14.76903	12.50279	14.03856
14.92498	12.73741	14.30722
15.06365	13.02924	14.64734
15.19151	13.53205	15.18451
14.16575	13.62897	15.24184
14.33363	13.57969	15.16883
11.04974	18.82861	20.66992

VIGA 3

Fecha: Monday, January 29, 2001

Hora: 12:42 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
-0.00312	0.00198	0.00016
-0.00101	0.01059	0.00606
0.19716	0.61061	0.54621
0.39715	0.96522	0.87937
0.56501	1.22779	1.12225
0.76049	1.47206	1.38072

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

0.94991	1.67772	1.61658
1.14997	1.88652	1.84901
1.34194	2.05954	2.06628
1.52501	2.22276	2.26340
1.71623	2.37770	2.46721
1.90317	2.53023	2.66173
2.09466	2.67353	2.85284
2.29817	2.82437	3.04435
2.48278	2.96147	3.21844
2.67547	3.10734	3.39557
2.85148	3.22139	3.55100
3.03508	3.35475	3.71374
3.20415	3.47725	3.86152
3.39772	3.62852	4.02358
3.56214	3.74576	4.15491
3.76802	3.90438	4.31670
3.95653	4.03866	4.46399
4.12541	4.16549	4.59763
4.40132	4.33989	4.80347
4.54616	4.43875	4.91067
4.69979	4.53555	5.01629
4.84797	4.63521	5.11807
5.03443	4.75580	5.24616
5.23764	4.87683	5.38539
5.43102	4.99614	5.50574
5.59918	5.09799	5.61291
5.80765	5.21966	5.74160
5.91621	5.28264	5.81272
5.98781	5.32372	5.85549
6.14229	5.43184	5.94611
6.33947	5.54437	6.05712
6.55104	5.66237	6.17710
6.73741	5.76371	6.28192
6.92422	5.86673	6.39447
7.10948	5.96741	6.50363
7.33188	6.09044	6.63053
7.51665	6.19153	6.73852
7.74016	6.31254	6.86958
7.93079	6.41442	6.97935
8.12716	6.51894	7.09792
8.31274	6.61680	7.19883
8.54422	6.73683	7.32797
8.73411	6.83808	7.45032
8.92075	6.93584	7.55173
9.11011	7.03240	7.65816
9.30582	7.12824	7.76809
9.52911	7.24474	7.89364
9.71705	7.33805	7.99927
9.90696	7.43361	8.11105

10.12850	7.52699	8.23801
10.30754	7.61848	8.34026
10.48484	7.71820	8.46146
10.68213	7.83541	8.61147
10.88363	7.94750	8.78603
11.16054	8.03447	8.94266
11.37778	8.11905	9.05922
11.60186	8.22017	9.18754
11.77529	8.29935	9.28399
11.98540	8.40204	9.41167
12.15443	8.48380	9.51295
12.37419	8.59536	9.65006
12.55863	8.68815	9.76683
12.73324	8.79075	9.88054
12.92387	8.87547	10.00716
13.10538	8.97359	10.13056
13.28765	9.07012	10.25715
13.46303	9.16433	10.37804
13.65025	9.26691	10.51680
13.85447	9.38331	10.67102
14.01203	9.50554	10.82326
14.04461	9.56134	10.98977
14.14011	9.64793	11.11089
14.33117	9.75359	11.25400
14.49077	9.84972	11.39601
14.64789	9.94725	11.59361
14.76859	10.08697	11.87244
14.90860	10.24565	12.17979
4.53923	23.76883	26.65449
4.58314	23.76272	26.65790

VIGA 4

Fecha: Friday, January 26, 2001

Hora: 12:25 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
0.00768	0.02485	0.02693
0.17194	0.37992	0.41189
0.34130	0.68673	0.73848

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

0.55028	1.02329	1.09106
0.79896	1.39911	1.47091
0.98043	1.66777	1.75138
1.13579	1.89077	1.98575
1.34108	2.19104	2.29981
1.52981	2.43241	2.56724
1.73901	2.70624	2.87182
1.92193	2.93305	3.12568
2.11634	3.17216	3.39228
2.34235	3.42861	3.68400
2.53575	3.65591	3.93023
2.72460	3.87330	4.17324
2.93518	4.10980	4.42877
3.13967	4.33667	4.67492
3.30838	4.52050	4.87352
3.53186	4.74466	5.12165
3.73314	4.95063	5.34001
3.90763	5.13267	5.53549
4.13613	5.35505	5.77598
4.29190	5.50191	5.94100
4.50210	5.69187	6.14893
4.70816	5.88642	6.35681
4.91445	6.08504	6.56897
5.10851	6.26453	6.76128
5.27541	6.41219	6.92537
5.47582	6.60136	7.11368
5.66344	6.77712	7.30358
5.87131	6.96833	7.49768
6.06605	7.14484	7.68237
6.31073	7.35381	7.92665
6.50032	7.53001	8.10345
6.70035	7.70796	8.28555
6.90001	7.88443	8.47273
7.09181	8.06464	8.65326
7.28948	8.24356	8.83194
7.48971	8.42452	9.01293
7.64801	8.56968	9.15777
7.88213	8.82906	9.38525
8.07827	9.01156	9.56924
8.27365	9.20893	9.77116
8.45250	9.41276	9.98453
8.65718	9.70131	10.27599
8.81070	10.60600	11.07704
8.82041	10.87142	11.27499
8.83623	11.16822	11.52461
8.84857	11.35158	11.67178
8.91152	11.67666	11.93548
8.99016	11.99616	12.18619
9.06909	12.48309	12.53135

9.08026	12.64080	12.63474
9.07321	13.23734	13.00079
9.08980	13.46536	13.15210
9.09600	13.60464	13.21627
9.10739	13.73758	13.29814
9.14540	13.95602	13.42072
9.18682	14.62601	13.73036
9.21476	15.15736	13.90869
9.18360	15.56808	14.04056
9.05291	16.15952	14.15847
9.04269	16.46229	14.20590
8.76253	18.04023	14.25900
8.62856	18.12596	14.25793
9.03514	19.64713	14.34214
9.14762	20.86669	14.31600
9.35009	23.01309	14.21241
9.49952	24.29525	14.21333
9.64121	25.03563	14.20964
9.82103	25.58764	14.21045
9.64989	25.62561	14.20199
9.46362	25.61522	14.19866

VIGA 5

Fecha: Friday, January 26, 2001

Hora: 1:51 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
0.00392	0.00405	0.00332
0.18497	0.29061	0.56930
0.39222	0.57555	0.92470
0.55472	0.78770	1.18191
0.76145	1.01129	1.46745
0.94223	1.20189	1.71237
1.15754	1.40906	1.98364
1.35406	1.58021	2.21906
1.52656	1.73353	2.42389
1.73957	1.90940	2.66133
1.97572	2.10619	2.91644
2.15781	2.25198	3.10683
2.33903	2.40575	3.29248

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

2.53684	2.57177	3.48949
2.72109	2.73290	3.66590
2.96408	2.92883	3.89283
3.13560	3.06247	4.05141
3.34094	3.23547	4.24992
3.55414	3.40476	4.45078
3.77607	3.57667	4.65816
3.96250	3.71999	4.82866
4.15687	3.86182	4.99729
4.37011	4.01019	5.17953
4.57807	4.16870	5.35602
4.75494	4.28743	5.49659
4.97883	4.44407	5.67951
5.14566	4.56404	5.82170
5.37278	4.71939	6.02144
5.56076	4.85275	6.17711
5.74914	4.98502	6.32234
5.99459	5.13320	6.51367
6.18425	5.27030	6.65452
6.39324	5.41489	6.80603
6.59741	5.55269	6.95285
6.79984	5.68878	7.09621
7.00658	5.82740	7.24646
7.16357	5.92890	7.35654
7.38913	6.06584	7.50581
7.59464	6.20264	7.64316
7.81559	6.33892	7.79325
8.00805	6.47091	7.92267
8.16196	6.57007	8.02131
8.32686	6.75887	8.14075
8.55529	6.90097	8.27904
8.72268	7.01323	8.39127
8.91554	7.13107	8.51385
9.10654	7.24705	8.63263
9.32917	7.38331	8.77090
9.51627	7.49329	8.88446
9.61909	7.55659	8.95094
9.77283	7.65009	9.04633
9.92810	7.73586	9.14011
10.11436	7.85351	9.25660
10.33718	7.98477	9.38951
10.51602	8.09030	9.50062
10.41440	8.19621	9.52923
10.41114	8.19156	9.50678
10.54941	8.23898	9.55751
10.82785	8.36136	9.67387
11.05369	8.48058	9.78201
11.27177	8.59454	9.89254
11.43700	8.68387	9.98426

11.62366	8.79127	10.09278
11.82146	8.90627	10.21002
12.00266	9.01676	10.31713
12.17640	9.13367	10.43284
12.35182	9.25479	10.55746
12.53918	9.39009	10.69565
12.72694	9.50909	10.81548
12.91739	9.62994	10.94206
13.17972	9.74316	11.06758
13.34309	9.81906	11.14454
13.55331	9.93001	11.26452
13.75159	10.04203	11.38830
13.93186	10.15580	11.51304
14.12800	10.27699	11.64967
14.32593	10.40112	11.78782
13.24523	10.39562	11.68802
14.41199	10.76626	12.10276
14.34438	10.81553	12.12582
14.46536	10.88444	12.18019
14.36148	10.87464	12.21178
15.03823	11.08847	12.48870
14.92051	11.07438	12.48175
14.58162	11.06975	12.48919
15.07078	11.23305	12.66456
14.92105	11.23671	12.66706
15.40200	11.90386	13.42654
15.01537	13.30355	14.85622
10.53216	18.81936	19.98144
10.67155	18.85238	19.99998

VIGA 6

Fecha: Monday, January 29, 2001

Hora: 1:26 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	-4.54600	0.00000	
Canal 1:	4.85600	0.00000	
Canal 2:	4.85600	0.00000	
Canal 3:	0.00000	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
0.00288	-0.00099	0.00260
0.18011	0.31256	0.32069
0.38716	0.61770	0.65564
0.58821	0.97248	0.87866
0.77311	1.25116	1.07537

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

0.98191	1.52469	1.28748
1.18650	1.76810	1.48844
1.38156	1.98253	1.68038
1.59215	2.20589	1.87829
1.77864	2.40419	2.06084
1.97585	2.59768	2.24715
2.16381	2.77990	2.41981
2.39476	2.99742	2.63651
2.58004	3.17021	2.80207
2.78101	3.35178	2.99040
2.96419	3.49227	3.15455
3.18823	3.68191	3.35498
3.38414	3.84107	3.53222
3.57846	4.01810	3.72228
3.79638	4.19428	3.91111
3.97479	4.34112	4.06100
4.16160	4.49220	4.21957
4.35731	4.64379	4.38476
4.55425	4.79855	4.54247
4.75446	4.95596	4.70375
4.95984	5.11241	4.86531
5.16694	5.27206	5.02539
5.33582	5.39832	5.15157
5.55443	5.55810	5.30679
5.72778	5.68778	5.44017
5.92990	5.83544	5.58393
6.13492	5.98454	5.73516
6.33965	6.13376	5.88003
6.54178	6.28112	6.01719
6.75741	6.43217	6.16633
6.92713	6.55308	6.28425
7.09859	6.75818	6.42423
7.30845	6.90549	6.54175
7.39503	6.95900	6.59301
7.52380	7.04753	6.67112
7.71187	7.18267	6.79348
7.92998	7.33513	6.93607
8.11510	7.46298	7.04596
8.30380	7.58909	7.16232
8.49445	7.71458	7.28584
8.71274	7.85796	7.41953
8.89791	7.97878	7.53575
9.08999	8.09873	7.65222
9.30552	8.23490	7.78373
9.49987	8.35095	7.90298
9.67406	8.46387	8.01166
9.88598	8.59102	8.13649
10.06417	8.70017	8.25136
10.26756	8.82231	8.37459

10.46801	8.94306	8.49388
10.66107	9.05846	8.60498
10.85718	9.17612	8.72670
11.05485	9.28912	8.83870
11.23502	9.39961	8.94903
11.42934	9.51805	9.06209
11.63924	9.63986	9.18067
11.82442	9.74382	9.29411
12.02445	9.85662	9.40178
12.23925	9.97973	9.52676
12.42039	10.08600	9.63232
12.58865	10.21315	9.76009
12.81198	10.32619	9.91857
13.00610	10.45497	10.05821
12.70351	10.46204	9.99834
11.81668	10.23118	9.47648
12.74156	10.62006	9.99255
13.00507	10.71764	10.09382
13.16044	10.80693	10.18034
13.29461	10.90555	10.27829
13.47173	10.99011	10.36042
14.00977	11.14915	10.50082
13.57658	11.14880	10.50869
13.75675	11.18721	10.52646
13.96957	11.27411	10.61775
14.13330	11.35341	10.70595
14.29497	11.43686	10.80474
14.45090	11.53151	10.90162
14.62762	11.63592	11.02620
14.98404	11.78157	11.17698
14.70227	11.90501	11.34927
14.75126	12.07163	11.54659
14.77514	12.14692	11.64056
14.66171	12.18335	11.68432
14.65209	12.17850	11.67810
-0.02858	40.12402	39.01802

VIGA 7

Fecha: Monday, January 22, 2001

Hora: 10:26 AM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	4.54600	0.00000	
Canal 1:	-4.85580	0.00000	
Canal 2:	-4.85600	0.00000	
Canal 3:	-4.85600	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
-0.00110	0.00097	-0.00159
0.00242	0.00101	0.00173
-0.19356	-0.45753	-0.49420
-0.39344	-0.78481	-0.92284
-0.58275	-1.09000	-1.31179
-0.59804	-1.12788	-1.34379
-0.79702	-1.42900	-1.70658
-0.98073	-1.67985	-2.01193
-1.00397	-1.71550	-2.04985
-1.19035	-1.98153	-2.33953
-1.39648	-2.21879	-2.64885
-1.58640	-2.43920	-2.93086
-1.82001	-2.69006	-3.25582
-2.00787	-2.89217	-3.51516
-2.20219	-3.10882	-3.78750
-2.39743	-3.32446	-4.04248
-2.59801	-3.54560	-4.29660
-2.78010	-3.73990	-4.52645
-2.97742	-3.95076	-4.76182
-3.17764	-4.14779	-5.00190
-3.38467	-4.40028	-5.25097
-3.59359	-4.63446	-5.51107
-3.58893	-5.04318	-6.14851
-4.04731	-6.46341	-7.63015
-4.14419	-6.56389	-7.72956
-4.35097	-6.89487	-8.07895
-2.81130	-9.25469	-10.16234
-2.77726	-9.32096	-10.19415

VIGA 8

Fecha: Monday, January 22, 2001

Hora: 9:20 AM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	4.54600	0.00000	
Canal 1:	-4.85580	0.00000	
Canal 2:	-4.85600	0.00000	
Canal 3:	-4.85600	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
-0.00116	-0.00061	-0.00000
-0.18571	-0.16553	-0.62450
-0.39098	-0.39168	-1.09216

-0.41240	-0.41357	-1.13121
-0.58263	-0.61174	-1.41599
-0.77795	-0.84753	-1.73129
-0.97681	-1.07093	-2.02358
-0.99878	-1.09899	-2.05577
-1.17732	-1.29697	-2.29778
-1.19929	-1.31841	-2.32594
-1.38921	-1.51973	-2.55619
-1.59385	-1.72442	-2.79030
-1.61964	-1.75171	-2.82058
-1.79662	-1.92822	-3.02601
-2.01260	-2.14506	-3.25941
-2.19695	-2.32517	-3.45928
-2.22817	-2.35606	-3.49370
-2.39702	-2.51251	-3.67497
-2.43192	-2.54477	-3.70860
-2.62751	-2.72398	-3.99555
-2.83369	-2.90965	-4.21140
-3.01190	-3.07965	-4.39914
-3.19928	-3.24892	-4.59471
-3.23132	-3.27739	-4.62331
-3.42667	-3.44740	-4.81840
-3.63189	-3.62945	-5.02328
-3.81356	-3.78758	-5.20701
-4.02691	-3.97768	-5.43997
-4.15546	-4.26654	-5.71377
-4.22624	-4.33050	-5.79657
-4.37324	-4.48963	-5.98498
-4.40899	-4.52999	-6.00038
-4.44745	-4.56837	-6.04275
-4.59201	-4.73803	-6.21212
-4.62725	-4.80919	-6.29622
-4.81481	-5.00211	-6.48198
-4.98712	-5.19502	-6.71845
-5.18935	-5.39921	-6.97044
-5.33792	-5.54144	-7.10144
-5.58916	-5.79321	-7.37074
-5.78325	-5.98714	-7.57803
-5.81706	-6.01888	-7.60632
-5.98595	-6.17731	-7.75354
-6.18988	-6.36259	-7.94663
-6.36569	-6.52339	-8.10428
-6.40072	-6.55145	-8.13319
-6.57382	-6.69351	-8.29867
-6.60778	-6.71990	-8.32355
-6.78450	-6.87069	-8.49067
-6.92450	-7.02362	-8.63487
-7.14720	-7.25755	-8.85989
-7.34885	-7.42005	-9.01243

-7.53240	-7.53814	-9.15543
-7.75424	-7.72021	-9.33626
-7.95186	-7.87448	-9.49865
-8.13138	-8.01523	-9.63636
-8.15116	-8.02639	-9.65672
-8.34192	-8.16761	-9.80490
-8.53040	-8.32324	-9.95584
-8.73787	-8.49727	-10.12728
-8.92590	-8.65287	-10.27265
-8.94511	-8.67004	-10.28791
-9.13306	-8.81753	-10.43272
-9.33463	-8.98147	-10.58959
-9.42456	-9.09838	-10.70269
-2.42672	-10.67768	-11.75897

VIGA 9

Fecha: Friday, January 19, 2001

Hora: 2:30 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	4.54600	0.00000	
Canal 1:	-4.85580	0.00000	
Canal 2:	-4.85600	0.00000	
Canal 3:	-4.85600	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
-0.00115	-0.00202	-0.00308
-0.00577	0.00045	-0.00385
-0.17552	-0.30647	-0.53159
-0.39552	-0.54593	-0.98286
-0.57636	-0.75042	-1.30734
-0.77333	-0.94797	-1.63137
-0.98648	-1.16027	-1.95517
-1.22150	-1.39202	-2.27850
-1.42814	-1.59374	-2.55271
-1.63754	-1.79600	-2.80386
-1.82544	-1.97103	-3.02043
-2.02648	-2.16523	-3.25069
-2.05817	-2.18839	-3.28061
-2.22587	-2.35609	-3.46127
-2.25964	-2.38890	-3.49835
-2.44430	-2.56404	-3.68444
-2.66392	-2.75987	-3.88677
-2.85576	-2.93386	-4.06925
-3.07770	-3.12957	-4.27472
-3.24800	-3.27565	-4.42622

-3.28175	-3.30574	-4.45873
-3.45399	-3.45918	-4.61311
-3.49056	-3.49091	-4.64923
-3.66617	-3.66069	-4.81300
-3.80475	-3.87325	-5.08968
-4.04778	-4.09246	-5.32723
-4.17115	-4.29628	-5.51677
-4.41295	-4.44956	-5.66971
-4.61743	-4.61722	-5.83062
-4.63871	-4.63601	-5.84959
-4.81554	-4.78885	-5.99394
-4.83295	-4.80671	-6.00648
-5.02338	-4.97035	-6.16386
-5.23335	-5.15290	-6.34135
-5.42049	-5.31078	-6.49777
-5.44025	-5.33060	-6.51911
-5.61367	-5.47535	-6.65586
-5.80029	-5.63574	-6.81164
-6.01358	-5.82056	-6.97943
-6.20444	-5.98053	-7.13069
-6.39694	-6.14675	-7.28567
-6.59172	-6.31102	-7.44253
-6.78770	-6.47405	-7.59582
-6.81710	-6.49387	-7.61611
-6.91974	-6.60584	-7.77478
-7.07318	-7.01922	-7.93382
-7.25286	-7.14854	-8.03908
-7.28001	-7.17062	-8.05321
-7.47198	-7.32834	-8.18165
-7.66181	-7.48835	-8.30860
-7.68867	-7.50968	-8.32624
-7.87195	-7.66789	-8.45342
-8.06186	-7.82125	-8.58190
-8.08235	-7.84277	-8.59530
-8.26076	-7.99407	-8.72458
-8.28766	-8.01572	-8.74235
-8.46617	-8.17449	-8.86406
-8.67922	-8.37439	-9.02531

VIGA 10

Fecha: Friday, January 19, 2001

Hora: 12:59 PM

Canal Num.	Pendiente	Ordenada	Descripción
Canal 0:	4.54600	0.00000	
Canal 1:	-4.85580	0.00000	
Canal 2:	-4.85600	0.00000	
Canal 3:	-4.85600	0.00000	

Resultados:

Canal 0:	Canal 1:	Canal 2:
0.00262	0.00136	-0.00039
-0.00422	0.00305	-0.00366
-0.20143	-0.44544	-0.26559
-0.41853	-0.71525	-0.41148
-0.66816	-0.96102	-0.53369
-0.84858	-1.12950	-0.60134
-0.97446	-1.24451	-0.65267
-1.15634	-1.39217	-0.70410
-1.18069	-1.40950	-0.71081
-1.36826	-1.55388	-0.76321
-1.39810	-1.57476	-0.77147
-1.56882	-1.69594	-0.80854
-1.60064	-1.71840	-0.82009
-1.78504	-1.84517	-0.85253
-1.96711	-1.97795	-0.89550
-2.13737	-2.12282	-0.92651
-2.34911	-2.27680	-0.96658
-2.53909	-2.41481	-0.99549
-2.72097	-2.54398	-1.02397
-2.94061	-2.70041	-1.05567
-3.14068	-2.83720	-1.07909
-3.32375	-2.95800	-1.09502
-3.51497	-3.08765	-1.10597
-3.54781	-3.10683	-1.10939
-3.71898	-3.22613	-1.12846
-3.90228	-3.34498	-1.13736
-3.92685	-3.36024	-1.13685
-4.11983	-3.47771	-1.14693
-4.31375	-3.57476	-1.15425
-4.51336	-3.67895	-1.15613
-4.71928	-3.80128	-1.15838
-4.89603	-3.89533	-1.16086
-5.07775	-3.99024	-1.16393
-5.29235	-4.10540	-1.16298
-5.47735	-4.19720	-1.16436
-5.50787	-4.21362	-1.16070
-5.66520	-4.28760	-1.16104
-5.85836	-4.38896	-1.15296
-6.05348	-4.47682	-1.15012
-6.24945	-4.56277	-1.14723
-6.44423	-4.64931	-1.13261
-8.58699	-5.46659	-1.01659
-8.72020	-5.48384	-1.02025
-8.92253	-5.51881	-1.02120
-8.93465	-5.52126	-1.01618

Anexo A: Datos del archivo de resultados del S.A.D.

-9.12556	-5.58198	-1.01993
-9.31543	-5.62682	-1.01597
-9.56834	-5.68217	-1.01933
-9.53621	-5.68640	-1.01911
-9.76780	-5.71574	-1.01244
-9.97369	-5.76425	-1.02005
-10.16508	-5.81962	-1.01484
-10.35589	-5.86318	-1.01444
-10.01566	-5.85727	-1.01529
-9.98002	-5.85085	-1.01787
-9.78846	-5.83280	-1.01996
-9.70663	-5.81717	-1.01495
-9.68964	-5.79943	-1.02088
-9.71677	-5.79893	-1.01379
-9.99298	-5.87444	-1.01913
-10.14990	-5.89002	-1.01406
-10.42137	-5.93762	-1.01178
-10.44791	-5.94280	-1.01192
-10.65873	-5.97963	-1.01690
-10.87661	-6.02646	-1.01390
-11.06498	-6.06598	-1.01341
-11.08222	-6.07022	-1.01157
-11.27375	-6.11052	-1.01224
-11.44784	-6.15055	-1.01047
-11.54977	-6.17986	-1.01098
-11.64841	-6.20238	-1.01593
-11.85194	-6.23085	-1.00966
-12.03366	-6.26354	-1.01524
-12.21528	-6.29054	-1.01453
-12.40041	-6.31871	-1.01975
-12.41555	-6.32148	-1.01904
-12.59717	-6.35057	-1.01370
-12.61270	-6.35189	-1.01105
-12.75727	-6.37591	-1.00955
-12.94655	-6.41863	-1.01677
-13.12362	-6.44563	-1.01733
-13.29241	-6.46656	-1.02215
-13.49895	-6.49797	-1.01861
-13.47197	-6.49751	-1.01889
-13.33797	-6.49335	-1.01812
-13.37674	-6.50328	-1.01151

ANEXO B

DATOS PROPORCIONADOS POR LOS MICRÓMETROS DIGITALES Y PRENSA UNIVERSAL AMSLER

VIGA 1

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
0	0	-0.007
200	0.52578	0.49
400	0.92456	0.898
600	1.27	1.321
800	1.6383	1.713
1000	1.98628	2.029
1200	2.33172	2.323
1400	2.6543	2.578
1600	2.97688	2.833
1800	3.26136	3.067
2000	3.56616	3.32
2200	3.573	3.566
2400	3.86842	3.851
2600	4.17322	4.139
2800	4.4577	4.303
3000	4.698	4.691
3200	4.82346	4.875
3400	5.09778	5.136
3600	5.36448	5.382
3800	5.66928	5.629
4000	5.9817	5.859
4200	6.2484	6.103
4400	6.50494	6.356
4600	6.77926	6.579
4800	7.05866	6.805
5000	7.30504	7.038
5200	7.53364	7.285
5400	7.77748	7.542
5600	8.02386	7.785
5800	8.27278	7.997
6000	8.51662	8.214
6200	8.74776	8.434
6400	8.98398	8.661
6600	9.2202	8.9
6800	9.45388	9.167
7000	9.69264	9.421
7200	9.9441	9.657

P	Micrómetro 1	Micrómetro 2
Kg	mm	mm
7400	10.18032	9.909
7600	10.414	10.157
7800	10.6426	10.431
8000	10.87882	10.771
8200	11.12266	11.235
8400	11.38936	11.364
8600	11.65352	11.679
8800	11.92022	12.015
9000	12.2047	12.432
9200	12.48664	12.761
9400	12.79906	13.321
9600	13.16736	13.321
9800	13.60424	13.60424
10000	14.3002	14.3002
10200	24.99868	24.99868

VIGA 2

P	Micrómetro 1	Micrómetro 2
Kg	Mm	Mm
0	0	0.045
200	0.05588	0.447
400	0.38354	0.789
600	0.7239	1.062
800	1.0033	1.326
1000	1.2446	1.613
1200	1.4859	1.939
1400	1.68402	2.201
1600	1.88468	2.466
1800	2.08788	2.735
2000	2.49174	2.992
2200	2.44348	3.193
2400	2.64414	3.445
2600	2.8067	3.651
2800	2.98704	3.804
3000	3.175	4.077
3200	3.35026	4.29
3400	3.5052	4.484
3600	3.6957	4.66
3800	3.8481	4.814
4000	4.01574	5.006
4200	4.17322	5.221
4400	4.34086	5.428
4600	4.50088	5.567

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
4800	4.66344	5.759
5000	4.82854	5.963
5200	4.98602	6.123
5400	5.1435	6.291
5600	5.30352	6.463
5800	5.45592	6.645
6000	5.61086	6.8
6200	5.7658	6.962
6400	5.91566	7.121
6600	6.06552	7.29
6800	6.20776	7.446
7000	6.35254	7.609
7200	6.49732	7.76
7400	6.64718	7.925
7600	6.81736	8.086
7800	6.96214	8.231
8000	7.11454	8.394
8200	7.2644	8.574
8400	7.4168	8.722
8600	7.55396	8.873
8800	7.6962	9.026
9000	7.83844	9.183
9200	7.96798	9.332
9400	8.1153	9.491
9600	8.25754	9.489
9800	8.39216	9.606
10000	8.53186	9.74
10200	8.66902	9.88
10400	8.80872	10.025
10600	9.06018	10.152
10800	9.1948	10.287
11000	9.33958	10.411
11200	9.48944	10.5181
11400	9.60628	10.655
11600	9.7409	10.79
11800	9.8806	10.992
12000	10.02538	11.064
12200	10.15238	11.707
12400	10.287	11.866
12600	10.41146	11.99
12800	10.51814	12.149
13000	10.6553	12.283
13200	10.79246	12.442
13400	10.922	12.587
13600	11.06424	12.737

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
13800	11.20394	12.89
14000	11.35126	13.047
14200	11.47318	13.199
14400	11.62558	13.366
14600	11.80084	13.561
14800	11.95578	13.748
15000	12.15644	13.986
15200	12.36218	14.24
15400	12.59078	14.496
15600	12.90066	14.866
15800	13.39596	15.401
16000	13.44168	15.326

VIGA 3

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
0	0	0.05
200	0.594	0.571
400	0.953	0.896
600	1.22	1.141
800	1.486	1.422
1000	1.702	1.666
1200	1.901	1.891
1400	2.07	2.102
1600	2.229	2.313
1800	2.413	2.499
2000	2.565	2.707
2200	2.706	2.894
2400	2.853	3.084
2600	3.038	3.268
2800	3.176	3.44
3000	3.319	3.602
3200	3.45	3.767
3400	3.576	3.928
3600	3.729	4.08
3800	3.843	4.213
4000	3.981	4.364
4200	4.116	4.512
4400	4.264	4.65
4600	4.452	4.86
4800	4.544	4.958
5000	4.656	5.058
5200	4.765	5.186

Anexo B: Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
5400	4.874	5.307
5600	4.993	5.436
5800	5.116	5.561
6000	5.216	5.673
6200	5.335	5.792
6400	5.436	5.9
6600	5.538	6.002
6800	5.662	6.119
7000	5.776	6.237
7200	5.894	6.347
7400	6.001	6.469
7600	6.139	6.58
7800	6.247	6.696
8000	6.361	6.817
8200	6.483	6.945
8400	6.597	7.07
8600	6.714	7.179
8800	6.822	7.302
9000	6.942	7.415
9200	7.042	7.537
9400	7.157	7.658
9600	7.25	7.766
9800	7.352	7.879
10000	7.457	7.997
10200	7.554	8.108
10400	7.664	8.227
10600	7.769	8.345
10800	7.895	8.454
11000	8.008	8.582
11200	8.141	8.737
11400	8.251	8.86
11600	8.389	9.079
11800	8.483	9.218
12000	8.571	9.329
12200	8.662	9.445
12400	8.758	9.561
12600	8.858	9.678
12800	8.971	9.802
13000	9.067	9.92
13200	9.175	10.054
13400	9.288	10.171
13600	9.391	10.306
13800	9.494	10.435
14000	9.6	10.57
14200	9.713	10.706

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
14400	9.824	10.852
14600	9.939	11.02
14800	10.115	11.212
15000	10.218	11.345
15200	10.329	11.502
15400	10.436	11.703
15600	10.591	12.004
15800	10.752	12.327

VIGA 4

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 Mm
0	0	0
200	0.363	0.503
400	0.699	0.861
600	1.022	1.195
800	1.362	1.526
1000	1.646	1.854
1200	1.924	2.094
1400	2.202	2.399
1600	2.459	2.663
1800	2.723	2.958
2000	2.965	3.223
2200	3.198	3.484
2400	3.445	3.749
2600	3.68	4.01
2800	3.915	4.266
3000	4.142	4.521
3200	4.356	4.733
3400	4.55	4.99
3600	4.778	5.196
3800	4.974	5.392
4000	5.173	5.596
4200	5.367	5.842
4400	5.565	6.085
4600	5.759	6.203
4800	5.954	6.402
5000	6.159	6.594
5200	6.345	6.786
5400	6.524	6.971
5600	6.72	7.161
5800	6.897	7.352
6000	7.078	7.526

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
6200	7.264	7.763
6400	7.45	7.91
6600	7.623	8.081
6800	7.814	8.271
7000	8.012	8.464
7200	8.165	8.639
7400	8.341	8.825
7600	8.524	8.999
7800	8.702	9.183
8000	8.891	9.392
8200	9.085	9.569
8400	9.292	9.782
8600	9.518	10.012
8800	9.79	10.316
9000	10.684	11.211
9200	12.105	12.573
9400	13.352	13.782
9600	14.666	15.032
9800	16.484	16.484
10000	18.162	21.087
10200	23.331	23.331
10400	25.218	24.86
10600	26.544	26.606
10800	28.276	28.276
11000	28.783	29.023

VIGA 5

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
0	0	0.018
200	0.312	0.567
400	0.599	0.928
600	0.828	1.203
800	1.048	1.467
1000	1.25	1.733
1200	1.458	2.001
1400	1.639	2.256
1600	1.805	2.469
1800	1.986	2.715
2000	2.159	2.947
2200	2.323	3.122
2400	2.49	3.332
2600	2.657	3.523

Anexo B: Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER

P	Micrómetro 1	Micrómetro 2
Kg	mm	mm
2800	2.824	3.732
3000	3.008	3.921
3200	3.153	4.123
3400	3.317	4.277
3600	3.482	4.473
3800	3.647	4.668
4000	3.797	4.85
4200	3.948	5.029
4400	4.101	5.205
4600	4.242	5.378
4800	4.399	5.542
5000	4.558	5.712
5200	4.691	5.863
5400	4.846	6.03
5600	4.994	6.22
5800	5.145	6.382
6000	5.301	6.548
6200	5.448	6.696
6400	5.612	6.855
6600	5.752	6.95
6800	5.89	7
7000	6.026	7.2
7200	6.155	7.33
7400	6.294	7.44
7600	6.419	7.58
7800	6.545	7.7
8000	6.677	7.76
8200	6.811	7.874
8400	6.945	8.002
8600	7.07	8.134
8800	7.197	8.238
9000	7.329	8.367
9200	7.451	8.491
9400	7.575	8.624
9600	7.693	8.745
9800	7.765	8.862
10000	7.844	8.978
10200	7.944	9.056
10400	8.059	9.235
10600	8.183	9.363
10800	8.304	9.483
11000	8.43	9.595
11200	8.568	9.731
11400	8.672	9.764
11600	8.784	9.864

P	Micrómetro 1	Micrómetro 2
Kg	mm	mm
11800	8.887	9.955
12000	9.003	10.058
12200	9.121	10.16
12400	9.239	10.271
12600	9.372	10.382
12800	9.502	10.517
13000	9.648	10.641
13200	9.776	10.783
13400	9.894	10.918
13600	9.989	11.052
13800	10.077	11.148
14000	10.185	11.238
14200	10.3	11.35
14400	10.407	11.49
14600	10.537	11.592
14800	10.665	11.729
15000	12.144	11.868
15200	13.16	13.475
16400	19.053	19.053

VIGA 6

P	Micrómetro 1	Micrómetro 2
Kg	mm	mm
0	-0.001	0.059
200	0.292	0.393
400	0.599	0.731
600	0.962	0.961
800	1.264	1.177
1000	1.534	1.377
1200	1.797	1.572
1400	2.027	1.77
1600	2.248	1.953
1800	2.448	2.135
2000	2.648	2.32
2200	2.829	2.492
2400	3.033	2.685
2600	3.219	2.869
2800	3.381	3.031
3000	3.524	3.223
3200	3.694	3.394
3400	3.858	3.571
3600	4.034	3.763
3800	4.198	3.927

Anexo B: Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
4000	4.351	4.1
4200	4.514	4.268
4400	4.672	4.426
4600	4.822	4.578
4800	4.975	4.731
5000	5.125	4.891
5200	5.276	5.041
5400	5.418	5.182
5600	5.562	5.326
5800	5.707	5.468
6000	5.851	5.614
6200	5.994	5.771
6400	6.13	5.9
6600	6.277	6.044
6800	6.418	6.178
7000	6.559	6.319
7200	6.716	6.459
7400	7.076	6.667
7600	7.16	6.761
7800	7.315	6.88
8000	7.475	7.015
8200	7.589	7.132
8400	7.74	7.261
8600	7.871	7.374
8800	8.007	7.493
9000	8.142	7.619
9200	8.276	7.743
9400	8.356	7.862
9600	8.479	7.978
9800	8.608	8.096
10000	8.731	8.216
10200	8.857	8.337
10400	8.981	8.457
10600	9.102	8.573
10800	9.211	8.689
11000	9.331	8.8
11200	9.449	8.916
11400	9.569	9.029
11600	9.691	9.145
11800	9.81	9.258
12000	9.927	9.372
12200	10.036	9.487
12400	10.158	9.601
12600	10.273	9.711
12800	10.42	9.851

P Kg	Micrómetro 1 mm	Micrómetro 2 mm
13000	10.538	10.01
13200	10.657	10.145
13400	10.475	9.702
13600	10.732	10.106
13800	10.826	10.173
14000	10.916	10.258
14200	11.041	10.367
14400	11.127	10.445
14600	11.294	10.588
14800	11.291	10.583
15000	11.33	10.624
15200	11.411	10.712
15400	11.5	10.799
15600	11.6	10.903
15800	11.703	11.01
16000	11.812	11.128
16200	11.9	11.228
16400	12.096	11.459
16600	12.257	11.643
16800	12.356	11.727

VIGA 7

P Kg	Micrómetro mm
0	0
200	0.375
400	0.731
600	1.075
800	1.409
1000	1.692
1200	1.949
1400	2.202
1600	2.425
1800	2.652
2000	2.862
2200	3.08
2400	3.297
2600	3.526
2800	3.722
3000	3.925
3200	4.136
3400	4.344

P Kg	Micrómetro mm
3600	4.567
3780	4.998
3800	6.479
4000	6.479
4200	6.563
4400	6.875
4460	9.188

VIGA 8

P Kg	Micrómetro mm
0	0
200	0.157
400	0.369
600	0.6
800	0.848
1000	1.105
1200	1.346
1400	1.568
1600	1.783
1800	1.983
2000	2.19
2200	2.393
2400	2.574
2600	2.758
2800	2.946
3000	3.131
3200	3.327
3400	3.532
3600	3.716
3800	3.898
4000	4.083
4200	4.383
4400	4.481
4600	4.701
4800	4.907
5000	5.136
5200	5.358
5400	5.568
5600	5.7
5800	5.978

P Kg	Micrómetro mm
6000	6.187
6200	6.369
6400	6.567
6600	6.753
6800	6.96
7000	7.137
7200	7.332
7400	7.541
7600	7.709
7800	7.887
8000	8.082
8200	8.277
8400	8.464
8600	8.658
8800	8.85
9000	9.067
9200	9.282
9400	9.501
9500	9.735
9600	9.893

VIGA 9

P Kg	Micrómetro mm
0	0
200	0.189
400	0.423
600	0.639
800	0.83
1000	1.043
1200	1.274
1400	1.474
1600	1.681
1800	1.879
2000	2.082
2200	2.279
2400	2.469
2600	2.664
2800	2.859
3000	3.028
3200	3.203

P Kg	Micrómetro mm
3400	3.384
3600	3.578
3800	3.827
4000	4.027
4200	4.248
4400	4.394
4600	4.574
4800	4.746
5000	4.917
5200	5.099
5400	5.27
5600	5.434
5800	5.608
6000	5.776
6200	5.942
6400	6.115
6600	6.283
6800	6.455
7000	6.582
7200	6.955
7400	7.107
7600	7.28
7800	7.451
8000	7.632
8200	7.813
8400	7.975
8600	8.152
8800	8.347
8940	15.621

VIGA 10

P Kg	Micrómetro mm
0	0
200	0.402
400	0.645
600	0.869
800	1.037
1000	1.195
1200	1.353
1400	1.512

Anexo B: Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER

P Kg	Micrómetro mm
1600	1.657
1800	1.798
2000	1.939
2200	2.091
2400	2.248
2600	2.393
2800	2.547
3000	2.69
3200	2.834
3400	2.967
3600	3.115
3800	3.252
4000	3.391
4200	3.525
4400	3.666
4600	3.767
4800	3.886
5000	4.003
5200	4.121
5400	4.237
5600	4.333
5800	4.445
6000	4.563
6200	4.667
6400	4.785
6600	4.87
6800	5.979
7000	6.005
7200	6.079
7400	6.162
7600	6.262
7800	6.339
8000	6.376
8200	6.461
8400	6.547
8600	6.634
8900	5.979
9000	6.007
9200	6.078
9400	6.165
9600	6.261
9800	6.339

Anexo B: Datos proporcionados por los micrómetros digitales y prensa universal AMSLER

10000	6.38
P Kg	Micrómetro mm
10200	6.46
10400	6.55
10600	6.632
10800	6.759
11200	6.895
11400	6.969
11600	7.044
11800	7.127
12000	7.235
12200	7.227
12400	7.364
12600	7.427
12800	7.5
13000	7.576
13200	7.636
13400	7.719
13600	7.781
13800	7.837
14000	7.918

ANEXO C

Coordinador Dr. Oscar Hernández Basilio

Donadores de equipo, en orden de apoyo económico otorgado:

Dr. Oscar Hernández Basilio.
Comercializadora AREMAR.
Ingenieros Civiles Asociados.

Donadores en especie (asesoría)

Instituto de Ingeniería
Ing. Enrique Gómez Rosas.
Ing. Miguel Ángel Mendoza García
Ing. Rodolfo Peters Lammel.

Ing. Oscar Hernández Cardoso