



CCADET

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Informe Técnico

Equipo para la estrategia de enseñanza del concepto de presión y su aprendizaje

Eduardo José Vega Murguía, Humberto Ángel Albornoz Delgado
y José Jesús Soto Figueroa

Diciembre de 2015

Informe Técnico Interno de Desarrollo Tecnológico

Patrocinio interno de CCADET

Financiamiento interno

Equipo para la estrategia de enseñanza del concepto de presión y su aprendizaje

Fís. Eduardo José Vega Murguía, D. I. Humberto Albornoz Delgado y Fís. José Jesús Soto Figueroa

Grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias del CCADET

Resumen

Se presenta el diseño de parte del equipo desarrollado para las actividades experimentales planteadas dentro del proyecto “Estrategia de enseñanza del concepto de presión y su aprendizaje”, se pretende que estas actividades coadyuven al “cambio” de las ideas de los estudiantes, es decir a una comprensión más adecuada del concepto de presión y enriquezca su campo de aplicación del concepto. De manera que las ideas de los estudiantes permiten plantear las actividades experimentales y el equipo para realizarlas. El informe presenta el desarrollo y diseño del equipo, se esbozan los fundamentos teóricos del diseño, los cálculos para determinar algunas de sus piezas y algunas pruebas de su funcionalidad que se realizaron con alumnos de la licenciatura y del bachillerato para validarlo.

Índice

Nomenclatura	4
Introducción	5
1 Bases teóricas de diseño	6
1.1 Teoría básica de la presión	6
1.2 Diseño de un resorte	7
2 Diseño de dispositivos desarrollados	8
2.1 Kit de tubos	8
2.2 Cámara de diferencias de presión	9
2.3 Placas de Magdeburgo	10
2.4 Cámaras de vacío	13
2.4.1 Cilindros de unicel	15
2.4.2 Cálculo de los resortes	16
2.5 Vasos piramidales	17
2.6 Conector de jeringas	18
3 Actividades de Evaluación	19
3.1 Kit de tubos	19
3.2 Cámara de diferencias de presión	20
3.3 Placas de Magdeburgo	21
3.4 Cámaras de vacío	22
3.5 Vasos piramidales	24
3.6 Conector de jeringas	25
3.7 Recomendaciones especiales	26
Conclusiones	26
Agradecimientos	28
Anexos	29
Anexo A Determinación de los módulos de elasticidad de los resortes	30
A.1 Determinación del módulo de torsión del alambre del resorte helicoidal	30
A.2 Determinación del módulo de torsión del alambre del resorte helicoidal delgado	31
Anexo B Diagramas y planos	33
B.1 Kit de tubos	33
B.2 Cámara de diferencias de presión	38
B.3 Placas de Magdeburgo	45
B.4 Cámaras de vacío	55
B.5 Vasos piramidales	78
B.6 Conector de jeringas	98
Anexo C. Lista de partes	108
C.1 Kit de Tubos	108
C.2 Cámara de diferencias de presión	108
C.3 Placas de Magdeburgo	108
C.4 Cámaras de vacío	108
C.5 Vasos piramidales	108
C.6 Conector de jeringas	108

Anexo D. Registro de actividades didácticas de prueba del equipo	110
D.1 Kit de tubos	111
D.2 Cámara de diferencias de presión	114
D.3 Placas de Magdeburgo	119
D.4 Cámaras de Vacío	122
D.5 Vasos Piramidales	124
D.6 Conector de jeringas	125
Bibliografía y Referencias	127

Nomenclatura

Símbolo	Significado
P, Patm	Presión y Presión atmosférica
N	Número de moles
T	Temperatura
V	Volumen
d	Densidad
h, H	Altura, grosor de un sólido o líquido, profundidad en un líquido
F, dF	Fuerza y diferencial de fuerza
A, dA	Área y diferencial de área
x, dx	Posición y desplazamiento
r	Radio del alambre de un resorte helicoidal
n	Número de vueltas de un resorte helicoidal
Rm	Radio medio de un resorte helicoidal
b	Ancho de una barra elástica
l	Largo de una barra

	Constantes
c	De Hooke o elasticidad de un resorte o barra
E, Y	Módulo de Young de un material
G	Módulo de torsión de un material
g	Aceleración gravitacional en la superficie terrestre = 9.8 m / s^2
k	Boltzmann = $1.381 \times 10^{23} \text{ J / K}$

Introducción

El proyecto “Estrategia de enseñanza del concepto de presión y su aprendizaje” surge como consecuencia lógica de los resultados del proyecto “Programa para la Enseñanza de las Ciencias en el Nivel de Bachillerato”, (Flores et al, 1994) cuyas metas eran “determinar los conceptos y formas de pensamiento de estudiantes del bachillerato en relación a conceptos científicos”, abordando inicialmente los conceptos de estudiantes del bachillerato de la UNAM sobre los temas de flotación y presión en física y de genética en biología (Covarrubias, 1994), una de las primeras consecuencia de este programa fue la tesis de maestría de la Dra. Leticia Gallegos Cázares, titulada: “Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de las ciencias” (Gallegos, 1998) que aborda la relación entre el desarrollo de las teorías científicas con las ideas de los estudiantes sobre flotación y presión, y cuales son algunas de las implicaciones que esto puede tener en su enseñanza.

Dentro del proyecto “Estrategias de enseñanza del concepto de presión y su aprendizaje” se plantea elaborar una secuencia de actividades experimentales con la intención de promover la transformación de los esquemas concepciones de los estudiantes asociados a su idea de presión. Las actividades planteadas para la estrategia de enseñanza de presión, se integran en un manual del equipo dirigido al maestro y una guía de trabajo en el laboratorio para los alumnos.

Para coadyuvar a este objetivo del proyecto, también se desarrolló parte del equipo necesario para la realización de las actividades experimentales.

En este informe se presenta el diseño y desarrollo de la mayoría del equipo desarrollado, donde se esbozan algunas de las actividades del manual del equipo. Si bien, algunas de las actividades y de los equipos presentados son conocidas y hasta de uso común en los laboratorios (ENOSA, 1964, pp. 213 – 216), la mayoría los consideramos originales o al menos novedosos en su diseño con recursos y materiales modernos y accesibles. En general, lo más importante está en el procedimiento didáctico con que se trabaja.

1 Bases teóricas de Diseño

En la primera sección se exponen los principios teóricos en los que se basa el desarrollo del equipo para la estrategia de enseñanza de la presión, y en la segunda sección los criterios del diseño de los resortes para determinar su constante de elasticidad, presentándose dos posibilidades la de resorte helicoidal y la de resorte de lámina.

1.1 Teoría básica de la presión

Los dispositivos que se desarrollaron para realizar las actividades de presión se basan en los principios teóricos de la estática de fluidos y de la ley del gas ideal considerando la temperatura constante.

Termodinámicamente, la presión P se define como una variable de estado que en los gases está relacionada, en primera aproximación, con la densidad molecular n/V y temperatura T del gas a través de la ley del gas ideal, cuya relación se expresa con la ecuación (1):

$$P = N k T / V \quad (1)$$

Donde k es la constante de Boltzmann y N es el número de moléculas que hay en un espacio confinado de volumen V . Para nuestro propósito, el aire se puede simplificar como un gas ideal donde las condiciones de densidad, presión y temperatura están relacionadas por la ecuación anterior, de manera que si consideramos una compresión o expansión de una porción de aire, ya sea confinado en una cámara o en un espacio abierto, que indica una variación de su densidad molecular o volumen, a temperatura constante, que corresponderá a la ambiental, la presión variará de manera proporcional al cambio de densidad.

En los líquidos, la presión también se considera como una variable de estado. Para un punto en el interior del líquido abierto en su superficie superior, la presión está determinada por la densidad del líquido d y la profundidad H a la que se encuentre dicho punto respecto a la superficie superior en consideración donde se determina la presión, la ecuación 2 expresa esta relación:

$$P = d g H + P_{\text{atm}} \quad (2)$$

Donde g es la aceleración gravitacional de caída de un cuerpo en el vacío o intensidad de campo gravitacional por unidad de masa y P_{atm} es la presión atmosférica. Esta expresión (2) presenta la suma de dos términos de presión, la primera se denomina Presión Hidrostática, que es la contribución del peso del líquido, mientras que la segunda corresponde a la contribución de la presión atmosférica al interior del fluido. La componente de la presión hidrostática de la ecuación se expresa en forma simplificada debido a que el líquido se considera con una densidad uniforme en todo su interior. Otro hecho relevante es que todos los puntos que están a la misma profundidad también están a la misma presión. El término de la presión atmosférica, que se suma a la presión hidrostática en la ecuación, indica la influencia del aire en cualquier parte del seno del líquido, lo cual es congruente con y explicable por el principio de Pascal.

La interacción de un fluido entre sus partes o con otro fluido o con algún otro cuerpo sólido se realiza a través de fuerzas que se aplican entre sí. Esta interacción se presenta en las superficies que delimitan a los dos cuerpos que interactúan. Como generalmente la superficie puede tener una forma y extensión caprichosa, para determinar la fuerza, la superficie se divide en sectores de área pequeña dA que pueden considerarse prácticamente planos y donde la presión es prácticamente constante, determinado sobre cada una de ellas la aplicación de la fuerza dF . Si después se suman todas las fuerzas aplicadas a cada una de las pequeñas superficies en las que se dividió la superficie original, se puede obtener la fuerza total resultante sobre ella. La magnitud de la fuerza en cada una de estas pequeñas superficies depende de la presión del fluido y del área de la superficie, mientras que la dirección está condicionada por la orientación de la superficie ya que es perpendicular a ella y hacia afuera del fluido, por simplicidad se considera que la fuerza se aplica en el centro geométrico de dicha superficie. La relación entre las magnitudes de la fuerza, el área y la presión en la pequeña superficie se puede expresar de la forma:

$$dF = P dA \quad (3)$$

El hecho de escribir en carácter de negrita los términos $d\mathbf{F}$ y $d\mathbf{A}$ indica que se trata de cantidades vectoriales y la letra d denota que se trata de una diferencial, es decir, son cantidades pequeñas que al integrarse dan como resultado la fuerza total resultante. Igualmente, la expresión indica que la presión P es una cantidad escalar y no vectorial, característica del fluido en la región próxima a la pequeña superficie y que determina la magnitud de la interacción de esta región del fluido con sus alrededores en esta superficie pero que no es la interacción misma. Por extensión y de manera simplificada se puede calcular la magnitud de la presión como la razón de la magnitud de la fuerza respecto al área de la superficie, como se presenta en la forma más conocida siguiente:

$$P = F / A \quad (4)$$

Esta forma es mejor conocida como definición de la presión, aunque en su manera generalizada es conocida como esfuerzo.

Las fuerzas que hay entre un fluido y su entorno debido a la presión del fluido, permite explicar diversos fenómenos como son el inflado de un contenedor como un globo o una llanta, la flotación de un objeto en un líquido o en la atmósfera, el ascenso de un líquido dentro de un tubo (popote o pipeta) al extraer aire (absorber) desde el extremo superior del tubo, la nivelación de dos líquidos distintos dentro de un tubo en "U", etcétera.

Podría decirse que la cualidad más importante de los fluidos es su baja o prácticamente nula capacidad de resistir las tensiones de corte o cizalladura, las cuales provocan que, en cantidades relativamente grandes de fluido (principalmente en líquidos) no tenga una forma definida, sino que tomar la forma del recipiente que lo contiene.

Cuando un fluido encerrado en un recipiente es afectado por una fuerza externa aplicada en una región del fluido provocándole una variación de presión, esta se manifiesta en todo el resto del fluido. Este hecho permite aplicar una fuerza en algún punto alejado de la región inicial de aplicación. El enunciado teórico de estos hechos se conoce como el Principio de Pascal, el cual algunos autores la expresan así: "La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente a todas las partes del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene" (Resnik, *et al*, 1993, p. 426) o "La presión aplicada a un líquido encerrado dentro de un recipiente se transmite por igual a todos los puntos del fluido y a las propias paredes del mismo" (Tipler, 1994, p. 338). Con base en este principio, se puede entender el funcionamiento de una prensa hidráulica, la variación de la presión sanguínea con el bombeo del corazón o la influencia de la presión atmosférica en el interior de un líquido.

Una de las consecuencias más importantes de la presión en el interior de un fluido es la fuerza de flotación F_f sobre un objeto. Esta fuerza es el resultado final de sumar todas las fuerzas diferenciales (ecuación 3) debidas a la presión aplicadas sobre las pequeñas áreas en que se pueden dividir la superficie del objeto. Como la presión es mayor, y por ende la fuerza diferencial también, en las partes que están más sumergidas del objeto en comparación a las que están arriba (por ejemplo, como ocurre cuando el objeto está en un líquido (ecuación 2)), la fuerza resultante es hacia arriba, oponiéndose al peso. La magnitud de la fuerza de flotación solo depende de la densidad del fluido d , del volumen sumergido del objeto V , o equivalentemente del volumen desplazado del fluido, y de la aceleración de la gravedad g . Esto es conocida como principio o ley de Arquímedes la cual se puede expresar como: "todo cuerpo parcial o totalmente sumergido en un fluido experimenta un empuje ascensional igual al peso del fluido desplazado." (Tipler, 1994, p. 340) o de otra manera "Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido sufre de un empuje de abajo arriba por una fuerza de magnitud igual al peso del fluido que desaloja" (Resnik, *et al*, 1993, p. 428). La ley de flotación se puede formular matemáticamente con la siguiente expresión:

$$F_f = d g V \quad (5)$$

La cual permite determinar su magnitud. Aunque en la ecuación no aparece explícitamente la presión, su dependencia de esta está indicada por los factores que determinan su diferencia, según la ecuación 2.

1.2 Diseño de un resorte

Un dinamómetro es un dispositivo para medir el peso de un objeto o la fuerza de interacción entre dos objetos. Es común emplea dinamómetros de resorte hechos con alambre de metal enrollado. En

condiciones ideales, la relación entre fuerza F requerida para deformar, comprimir o alargar, el resorte con la variación en su longitud x es:

$$F = c x \quad (6)$$

Esta relación es lineal, considerando a c como la constante de proporcionalidad de Hooke. El valor de esta constante para un resorte helicoidal depende de: el coeficiente de rigidez o de torsión G , que es característico del material con que está construido, del radio medio del resorte R_m , el radio del alambre r , así como el número de espiras n . Una aproximación que determina la relación de la constante de Hooke del resorte con estos parámetros se encuentra en el libro de Mecánica de Sears (1965, p. 294), la expresión de esta relación es:

$$c = G r^4 / 4 n R_m^3 \quad (7)$$

Con esta ecuación se diseña el resorte helicoidal que se puede usar en la cámara de vacío para apreciar la variación de la fuerza de flotación sobre un cuerpo de unicel cuando se extrae el aire.

2 Diseño de dispositivos desarrollados

Para la estrategia se desarrollaron los siguientes dispositivos con los que se pueden realizar algunas de las actividades experimentales de la estrategia. Estas se proponen con la intención de motivar a los estudiantes la reflexión de sus ideas y proporcionales evidencias de nuevas situaciones conocidas, pero poco analizadas que al profundizar en ella el estudiante logre elaborar nuevos conceptos y esquemas que coadyuven en la transformación de sus ideas iniciales.

Diversos autores han señalado que “Las concepciones [de los estudiantes] dependen del contexto físico y los estudiantes muestran poca consistencia en la utilización de sus ideas previas, las cuales Engel y Driver las definen como “Marcos Conceptuales” (1986). Considerando esto, hay que resaltar que la transformación de un esquema conceptual, o de una idea o concepto se logra con la realización de una sola actividad ni con las de un equipo o dispositivo específico, sino del conjunto de actividades realizadas con los diversos equipos adicionadas con otras situaciones de aprendizaje como pueden ser las discusiones en clase, el análisis de otros problemas, etcétera.

Entre las ideas de los estudiantes se destacan dos aspectos generales que se pretenden transformar; uno corresponde a la falta de “... relación entre la presión de un fluido y la fuerza de flotación” que ejerce sobre un objeto inmerso en él y el otro es la idea que identifica a “La presión es una fuerza” (Gallegos, 1998) y no una magnitud escalar de la que depende la fuerza, como se emplea en los textos reconocidos. Algunas de las ideas que se pretenden atender con las actividades propuestas para los equipos se señalan en las secciones siguientes donde se describe su diseño y funcionamiento.

2.1 Kit de tubos:

Para promover la transformación de ideas previas sobre la presión dentro de líquidos como: “La presión se ejerce en una dirección, normalmente hacia abajo y no hacia los lados” (Engel y Driver, 1986) o “La presión sólo actúa horizontalmente” lo cual se puede resumir en la expresión “La presión actúa de forma diferente en cada dirección” (Gallegos, 1998) se implementó el juego de tubos con tapas con el que se propone realizar actividades donde se analice que la dirección de la fuerza debida a la presión puede ser en cualquier dirección, principalmente hacia arriba o de lado y que la fuerza depende de la profundidad a la que se sumerge la lámina y del área del tubo.

El conjunto consiste en tres tubos de acrílico cada uno acompañado de una pequeña lámina de poliestireno que le sirve de tapón cuando se sumergen en el agua o algún otro líquido. Como se aprecia en la figura 1, dos son rectos y uno doblado en forma de “L”, sus extremos están perfectamente careados para que en ellos embonen las láminas de poliestireno que sellan los tubos e impedir la penetración del agua o líquido en su interior cuando se sumergen.



Figura 1. Kit de tubos con tapas de poliestireno.

Los tubos se emplean para identificar la fuerza que ejerce el agua contra la lámina de cada tubo, siendo empujadas contra éste cuando se sumergen con la lámina pegada, como se muestra en la figura 12 de la sección de evaluación. La fuerza del agua contra la lámina es perpendicular a su superficie y proporcional tanto al área de la sección recta del tubo como a la profundidad a la que se ha sumergido su extremo inferior. Esto conforme a las ecuaciones 2 y 4.

Debido a que el peso específico del poliestireno es un poco mayor al del agua (peso específico 1.04, (nexant, 2006, en Internet) no se requiere mucha profundidad dentro del agua para que sea soportado por la fuerza que ejerce sobre ella debido a la presión. Los detalles de sus dimensiones se pueden apreciar en los planos de las figuras B.1.1 a B.1.5 del anexo B1.

2.2 Cámara de diferencias de presión

Muchas veces los alumnos consideran que “existen distintos tipos de presión como la gravitacional, del aire, sobre superficies, intermoleculares, etc.” (Gallegos, 1998) posiblemente confundiéndolo con los diversos factores que la determinan en cada medio o condición, como ocurre con la presión en el interior de los líquidos, con la de un gas contenido en un recipiente o con la presión atmosférica. Igualmente, suelen considerar que los efectos observables son solo el resultado de “una sola causa; es decir las explicaciones relacionan una sola variable que tiene que ver con los objetos o el entorno en el cual se trata de explicar el fenómeno.” (Gallegos, 1998) como se aparecía en las expresiones de las ideas de los estudiantes: “El vacío ejerce presión o jala, la presión empuja o jala los objetos” (De Berg, 1992.), o “El aire manifiesta dos propiedades; la de ejercer presión como empuje y otra de jalar o succionar a los líquidos”, o “El aire empuja a los objetos para ocupar el espacio” (Rollnick Rutherford, 1990) e ideas como “El aire encerrado empuja hacia afuera” y “Si el aire está encerrado produce mayor presión” (Gallegos, 1998). En estas expresiones el efecto es sólo por la acción del aire sin tomar en cuenta la influencia del ambiente que le rodea. Con la cámara de diferencias de presión se propone realizar actividades donde se analice principalmente que la deformación de las láminas de látex es el resultado de las condiciones del aire que está a ambos lados de ella, de manera que los efectos son el resultado de diversos factores involucrados en el proceso de cada experimento realizado; adicionalmente también se puede analizar que la fuerza debida a la presión se aplica en todas direcciones y sobre toda la superficie, además de evidenciar el hecho de que en el agua depende de la profundidad.

La cámara de diferencias de presión consiste en dos tubos cortos que se embonan en un anillo intercalando una lámina delgada de látex y cerrados en los extremos por otras dos láminas de látex, formando un sistema de dos cámaras contiguas separadas por una pared flexible. Cada una de estas tiene lateralmente un pequeño tubo en los que se inserta una manguera, como se muestra en la figura 2. De acuerdo a la actividad que se vaya a realizar, las mangueras se pueden cerrar con un tapón o conectarles una jeringa o dejarlas abiertas si así conviene.



Figura 2. Cámaras de diferencia de presiones, (izquierda) piezas, (derecha) armado.

Con la cámara de diferencias de presión se analiza las deformaciones que sufren las láminas de látex en función de las variaciones de presión entre las cámaras. Unos ejemplos de que le ocurre a las láminas se muestran en las fotos de la figura 13 del capítulo de evaluación.

La deformación de las láminas ocurre cuando hay diferencia de presiones a ambos lados de ella. Las presiones en el interior de cada tubo se determinan en función de si la manguera está abierta o cerrada, de si se comprime o se expande el aire con las jeringas, y de las condiciones de la presión externa si está rodeada del aire ambiental o si se sumerge en el agua.

El volumen interno de ambas cámaras es de $V = 183 \text{ cm}^3$, (con un diámetro interior de $d = 5.4 \text{ cm}$ ($2 \frac{1}{8}$ ") y un largo de $l = 8 \text{ cm}$.) y para variar la presión dentro de las cámaras se usan jeringas de 60 ml.

Los detalles de sus dimensiones se pueden apreciar en los planos B.2.1 a B.2.7 del anexo B2.

2.3 Placas de Magdeburgo

Para analizar los efectos de las bajas presiones denominadas comúnmente como condiciones de vacío, y con la intención de transformar las concepciones que dan atributos al vacío como en las expresiones: "El vacío atrae o empuja a los objetos", "En el vacío los objetos se unen", "La presión es una fuerza que empuja o comprime" (Gallegos, 1998) o "El vacío ejerce presión o jala, la presión empuja o jala los objetos" (Berg, 1992.) se desarrolló el juego denominado placas de Magdeburgo, con el que se analiza las condiciones del aire que queda entre las placas al tratar de sacárselo y quedar pegadas por la fuerza del aire que le rodea. Este análisis también involucra la relación entre la fuerza, la presión atmosférica y el área de la superficie sobre la que se aplica la fuerza.

Las placas de Magdeburgo reciben su denominación por comparación a la celebre demostración que realizó Otto Von Guericke (1602 – 1686) en la ciudad de Magdeburgo con sus dos semiesferas que se unen al sacarles el aire de su interior, con una bomba de vacío de su invención, las cuales no se pudieron separar pese a que lo intento aplicándoles grandes fuerzas al ser jaladas por caballos. En este caso, las placas de Magdeburgo consisten en dos placas de acrílico maquinados para que al unirse formen una pequeña cámara que al sacarle el aire son presionadas por la atmósfera y que al intentar separarlas se requiere hacer una fuerza considerable en función del área de la cámara y a la diferencia de presiones que hay entre el aire de su interior y el de la atmósfera (ecuación 4), funcionando de manera semejante a las esferas mencionadas.

Inicialmente se desarrollaron las dos placas que se muestran en la figura 3, en la placa de la derecha de la fotografía hay una cavidad al centro y un canal circular en la cara superior de la placa, y la placa de la izquierda tiene, en la cara exterior (superior en la foto), la válvula que se conecta a la bomba de vacío y al medidor de presión mientras que en la cara interior hay un canal circular igual al de la otra placa. En los canales de ambas placas se inserta un *O'ring* sobre el que se montara la cámara grande de vacío. Posteriormente se consideraron innecesarios estos canales ya que se pueden usar aros circulares planos de hule, neopreno o látex que descansan y sellan sobre las superficies planas de las placas. En la figura además se aprecia que ambas placas tienen un par de manijas que sirven para sostenerlas, jalarlas o de apoyo.



Figura 3. Las dos placas de Magdeburgo. A la izquierda la placa con la válvula externa, el tapón del conector al medidor de presión y el canal por la parte de abajo; y a la derecha la placa con el canal y cavidad pequeña los cuales están sobre la cara de arriba.

Los canales de cada placa son circulares, de 15.24 cm (6") de diámetro exterior, 14.6 cm (5.3/4") de diámetro interior y 0.25 cm (1/10") de profundidad donde se le puede insertar un *O-ring* circular grande de 14.92 cm (5 7/8") de diámetro medio y perfil circular de 0.32 cm (1/8"). La pequeña cavidad de la placa de la derecha tiene un diámetro de 6.35 cm (2 1/2") y 0.25 cm (1/10") de profundidad en la que cabe un *O-ring* circular pequeño de 6.0 cm (2 3/8") de diámetro medio y perfil circular de 0.32 cm (1/8").

Las placas pueden embonarse de dos maneras: Una es colocando el *O-ring* pequeño en la cavidad central de la placa de la derecha y empalmándola a la placa superior para formar una pequeña cámara de 9.0 cm³ y área efectiva de 28.3 cm² aproximadamente. La segunda manera es con el *O-ring* grande insertado en el canal circular de la placa izquierda y embonándola con la cara plana (por abajo en la foto) de la placa de la derecha, para formar una cámara de 12.2 cm³ y con un área efectiva de 174.8 cm² aproximadamente. La razón entre los volúmenes de ambas cámaras es aproximadamente de 1.2 veces mayor la del diámetro grande respecto a la del diámetro pequeño, esto permite que la variación de presión entre las placas es aproximadamente igual en ambos casos. Mientras que la razón de sus áreas efectivas es:

$$A_{\text{cámara grande}} / A_{\text{cámara chico}} = (d_{\text{medio-o'ring grande}} / d_{\text{medio o'ring chico}})^2 = 6.18 \quad (8)$$

En las dos fotos superiores de la figura 4 se muestran estas dos maneras de acoplar las placas conformando las cámaras mencionadas.





Figura 4. Las placas pueden funcionar como una cámara de área pequeña usando un o´ring chico en la cavidad de la placa inferior (foto izquierda) o como una cámara de área grande usando un o´ring grande en el canal de la placa superior y aprovechando la cara exterior de la placa inferior (foto derecha). La cámara de área grande se puede obtener con un empaque plano y aprovechando las dos superficies planas de las placas (abajo).

Esta relación de áreas determina la proporción de fuerzas efectiva que aplica el aire que las rodea cuando en las dos cámaras internas se logra la misma disminución de presión (ecuación 8). En las dos formas de uso de las placas, el volumen entre ellas es pequeño, así el aire se puede extraer ya sea con una bomba de vacío o con una jeringa de 60 ml de desplazamiento, como la que se muestra en la figura 4.

Las placas de Magdeburgo también se pueden construir sin los canales circulares y reemplazando el O´ring grande por un empaque circular plano de neopreno, los cuales se empalman con las superficies planas de las placas formando la cámara de área grande, como se muestran en la foto inferior de la figura 4. Para usar estas caras en nuestro prototipo se tuvo que invertir la conexión de la válvula, colocándola por la cara donde está el canal, de manera que ahora será la cara exterior. El empaque de neopreno consiste en un anillo plano de 1 cm de ancho y 14 cm de diámetro interior (por ende, 16 cm de diámetro exterior) y 0.65 mm (25/1000”).

El volumen de la cámara interior entre las dos placas y dentro del empaque circular de neopreno es de 10.8 cm^3 aproximadamente, siendo 2 cm^3 (17 %) menos al de la cámara que se obtiene con el O´ring grande. La superficie sobre una de las placas de esta cámara tiene un área mínima de 153 cm^2 correspondiente al área comprendida dentro del anillo circular, sin embargo, si se considera el perímetro exterior de este anillo se tiene un área de 201.1 cm^2 sobre la cual actúa el aire ambiental. El área media de esta superficie es de 176.6 cm^2 , semejante al área que se tiene con el O´ring grande, de manera que la proporción entre área media y área chica es la misma a la que se presenta en la expresión 8. La ventaja de usar el anillo plano de neopreno está en que el volumen de la cámara que se obtiene con éste es semejante al de la cámara que se obtiene con el O´ring chico y las diferencias de presiones entre el interior y el exterior que se obtienen al sacar volúmenes iguales de aire con una jeringa son más semejantes.

Otra ventaja de usar anillos planos de neopreno es que permite con más facilidad y seguridad acoplar la cámara de vacío grande y permite evitar el uso de O´rings grandes y la necesidad de hacer canales para ellos.

Con las placas de Magdeburgo se evidencia como la fuerza que aplica el aire atmosférico depende del área de la cavidad sobre la que actúa, para esto, la actividad consiste en tratar de separar las placas cuando se ha sacado casi todo el aire posible que hay entre ellas, haciéndolo en las dos maneras en que se pueden embonar las placas, de modo que se compare la fuerza aplicada en cada caso, como se presenta en las fotos de la figura 14 de la sección de evaluación del equipo.

Antes de sacar el aire de la cámara que se forma entre las placas, un pequeño tapón de latón con un empaque del tamaño adecuado (que se muestra sobre la placa junto a la válvula de las figuras 3 y 4) se coloca en el conector del medidor de presión para que no entre el aire por él; ya que se ha extraído el aire, la válvula se cierra de manera que se puede desconectar la bomba de vacío o la jeringa; de esta forma se puede trabajar con las placas sin conexiones ni tuberías innecesarias. Los detalles y las dimensiones de las placas de Magdeburgo se muestran en los planos de las figuras B.3.1 a la B.3.10 del anexo B3.

2.4 Cámaras de vacío

Hay otros efectos que se obtienen cuando se baja la presión del aire, como la pérdida de flotabilidad o la descompensación del equilibrio de presiones de un objeto, etcétera, las cuales muchas veces son interpretadas por los estudiantes de diversas maneras como se exponen en las siguientes expresiones: “No hay gravedad en el vacío y el peso de los objetos es causado por la presencia del aire”, “En el vacío no hay gravedad y los objetos flotan o suben”, “En el vacío todos los objetos pesan igual” (Gallegos, 1998). La condición de baja presión también se puede aprovechar para la transformación de otras ideas como: “La presión se ejerce en una dirección, normalmente hacia abajo y no hacia los lados” (Engel y Driver, 1986.) o “La presión sólo actúa horizontalmente” por ejemplo. Para promover la transformación de estas concepciones se desarrollaron cuatro cámaras de vacío de diferente volumen.

Tres de las cámaras de vacío se arman usando las placas de Magdeburgo como base y tapa y uno de tubos de acrílico. La capacidad de las cámaras depende del tamaño de los tubos que se usan, denominándose: cámara grande de 3.12 l, la cual se construye con un tubo de 18 cm de largo y 18 cm de diámetro, la cámara media de 0.22 l que se arma con un tubo de 6.35 cm (2 ½”) de diámetro exterior y 8.0 cm de largo, y cámara chica de 0.152 l que se forma con un tubo de 6.35 cm (2 ½”) de diámetro exterior y 5.3 cm de largo. Con cada cámara se pueden hacer actividades diferentes de acuerdo al tamaño de los objetos que se prueban dentro de ellas. En la figura 5 se muestran los tubos con los que se forman sus cuerpos y dos de las cuatro cámaras.

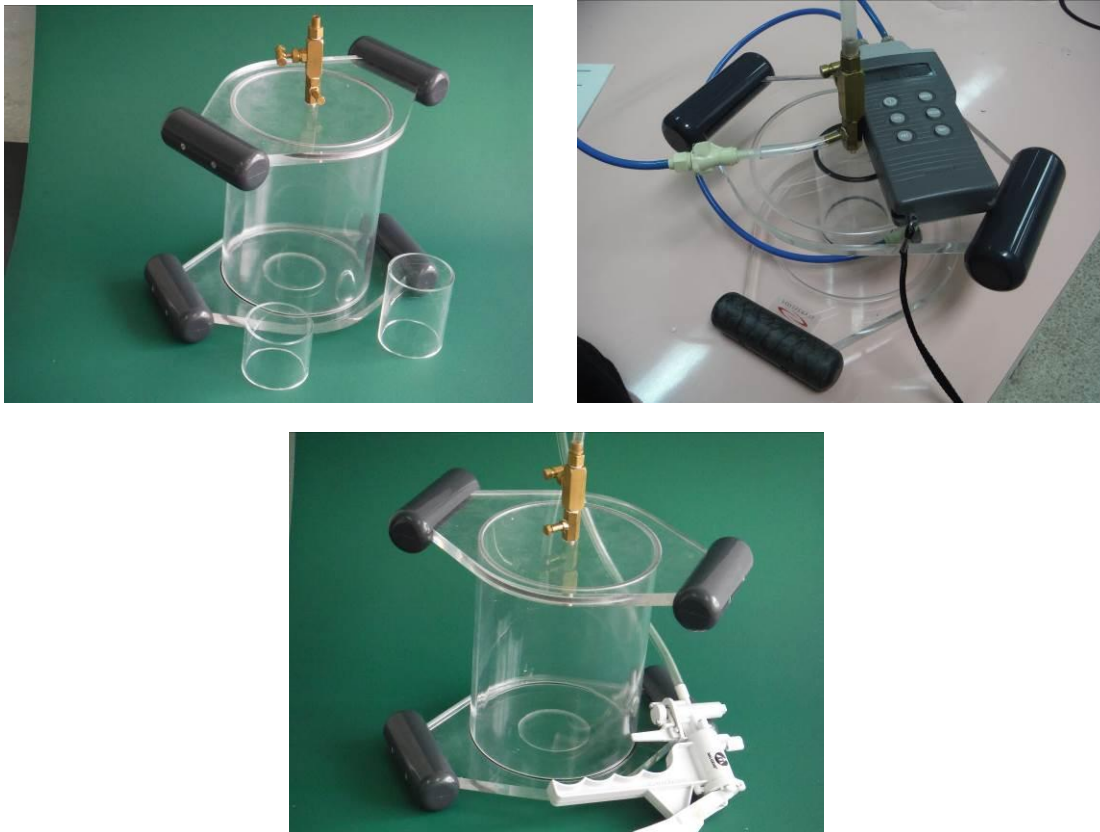


Figura 5. Cámara grande y los tubos con que se forman las cámaras media y chica (Arriba a la izquierda) Cámara mediana conectada a un manómetro electrónico (Arriba a la derecha) Cámara grande con la bomba de vacío manual (Abajo).

Las cámaras mediana y pequeña usan los O-rings pequeño de 6.0 cm (2 3/8”) de diámetro medio, colocando uno en la cavidad de la placa inferior, sobre este uno de los tubos, encima de él el otro O-ring y hasta arriba la placa superior. Dentro de las cámaras se pueden colocar objetos diversos como, globos parcialmente inflados y cerrados, bombones, frascos con agua caliente sin hervir, pelotas de unicel, espuma de jabón o afeitar, etcétera. Al sacar inicialmente el aire de cualquiera de las cámaras, la placa superior se empuja ligeramente contra la cámara, ya que se sacó un poco de aire se deja de presionar, y

se prosigue extrayendo el aire hasta el momento en que se observe el efecto deseado. En las figuras 17 del capítulo de evaluación se presenta algunas de las pruebas que se pueden realizar con las cámaras pequeña y mediana.

La cámara grande se sella en las placas con dos *O-rings* grandes de 14.92 cm (5 7/8") de diámetro medio, los cuales se colocan en los canales circulares de las dos placas y entre ellos se ubica el tubo grande. En la foto de arriba a la derecha de la figura 5 se aprecia que el manómetro se conecta en el tubo lateral que se localiza a bajo de la llave y en la foto de debajo de la misma figura se aprecia que la bomba de vacío se conecta en el tubo que está arriba de la llave. Si se usan las placas sin canal circular, los *O-rings* se reemplazan por los aros circulares planos.

En el interior del tubo grande, a 1.5 cm de una de sus orillas hay cuatro pestañas de soporte sobre las que se pueden colocar diversos objetos, como pueden ser: un reloj sostenido por un hilo atado a las pestañas. Sobre las pestañas también se puede apoyar una placa delgada de acrílico con un orificio perforado al centro por donde pasa un resorte helicoidal que a su vez sostiene un cilindro de unicel (poliestireno espumado) para demostrar la flotación de objetos sólidos en el aire y la presencia de la gravedad en el vacío, como se muestra en la figura 15 de la correspondiente sección de evaluación.

Un inconveniente que puede ocurrir en la elaboración de la cámara grande de vacío, es que el tubo no sea circular, sino que esté un poco ovalado debido a su proceso de fabricación. En este caso, y cuando la pieza tenga la deformación adecuada que lo permita, se propone usar un par de anillos cerca de sus extremos que molden el tubo a la forma circular, principalmente en sus orillas, para que coincidan con la circularidad de los *O-rings* y se pueda tener una cámara de vacío sellada. En la figura 6 se muestra una foto del tubo con anillos.



Figura 6. Tubo grande con anillos que lo ajustan para un diámetro adecuado y pestañas auxiliares de apoyo.

La falta de circularidad del tubo también puede producir que no asiente bien centrado sobre el *O-ring* dentro del canal, evitando un sello. Sin embargo, el hecho de usar empaque plano que asienten bien en la superficie plana de las placas, permite un mejor ajuste entre las aristas de la cámara y el anillo de hules. Además, si estos empaques son relativamente anchos, de 6 a 10 mm, el tubo ovalado se puede ajustar más fácilmente.

Al evaluar con los alumnos el uso de la cámara grande, como se aprecia en la figura 16 de la parte de evaluación, se identifica la conveniencia de hacer más grande y notoria el desplazamiento del cilindro debido a que es pequeña la sensibilidad del resorte con que se hace la demostración de la pérdida de fuerza de flotación, como se muestra en la figura 15 de la parte de evaluación, por lo que se implementó otro resorte mucho más sensible, que requirió de una cámara más alta y otra cubierta. La nueva cubierta consiste de una tapa circular con un desbaste o escalón que sella y embona dentro de la cámara, al centro de la tapa pasa un tubo delgado de 45 cm de largo que está pegado y sellado a la tapa y por donde pasa, se estira y se introduce el resorte a la cámara. En el extremo superior del tubo se coloca un pequeño tapón con un perno de donde se sostiene al resorte; y se sella al tubo con un anillo plano de neopreno. Para colgar el cilindro, se jala el resorte con un hilo o un gancho desde su extremo libre, dentro del tubo, hasta que sobresalga de la tapa y se engancha al lazo pegado al cilindro de unicel.

Si se usa un perno de 3 cm de largo para sostener el resorte, éste y la longitud del tubo están calculados para sostener un cilindro de al menos 32 g dentro de la cámara dejando espacio suficiente para colgar cilindros un poco más pesados. Y para sostener cilindros cuyas masas van de 13 a 30 g, se implemento un perno de 17 cm de largo que permite colocar un cilindro de 18 g al centro de la cámara, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. A la izquierda piezas de la cámara mayor con nueva tapa con tubo, tapón, pernos y nuevo resorte; a la derecha la cámara armada.

El cuerpo de la cuarta cámara, denominada Mayor tiene 30 cm de altura, con el mismo diámetro de 16 cm que la cámara grande de manera que permite albergar un cilindro más alto y un mayor desplazamiento del cilindro y elongación del resorte cuando se extrae el aire. Con estas dimensiones, la capacidad de esta cámara es aproximadamente de 5025 cm^3 .

Los detalles y las dimensiones de las cuatro cámaras de vacío se muestran en los planos B.4.1 a B4.7 del anexo B4 y en el plano B.4.14 las dimensiones de los anillos que ajustan al tubo grande cuando está deformado.

Los planos de la nueva cámara mayor con resorte y cilindro de unicel se encuentran del plano B.4.15 al B.4.24, del mismo anexo.

2.4.1 Cilindros de unicel

Para la demostración de la flotación de un objeto sólido en el aire, se emplea un cilindro de unicel de 13 cm de diámetro el cual entre perfectamente dentro de las cámaras grande y mayor. Inicialmente el cilindro consistió de un juego de cinco discos de unicel atados con hilo integrando un cilindro de 13 cm de diámetro por 10 cm de alto, este cilindro también puede ser de una sola pieza, ambos se muestran en la figura 8. El volumen que ocupa uno de estos cilindros es aproximado de $V_{\text{cilindros}} = \pi h d^2 / 4 = 1,330 \text{ cm}^3$, mientras que la masa puede variar desde unos 13 g a 19 g, según si es una pieza o varios discos pegados, con un valor medio inicial de $M_i = 16 \text{ g}$. Una variante que se probó del cilindro fue el cubrir el cilindro con resistor para sellarlo reduciendo la salida de aire que contiene, lo cual puede incrementar su masa más del doble de 28 hasta 35 g. Hay que considerar que estos valores son medidos al aire en condiciones normales de la Cd. Universitaria.

La fuerza de flotación del aire sobre el cilindro depende de su volumen y de la densidad del aire que le rodea, según se expresa en la ecuación 5. Si se considera que al nivel del mar la densidad del aire vale: 1.29 Kg/m^3 (1.3 g/l), la fuerza de flotación sobre el cilindro será aproximadamente: $F_f = 1.6 \times 10^{-2} \text{ N}$ equivalente al peso de un cuerpo de 1.7 g de masa. En la ciudad de México donde el valor de la densidad del aire es aproximadamente: 0.97 g/l, la fuerza de flotación sobre los discos es aproximadamente $F_f = 1.26 \times 10^{-2} \text{ N}$, equivalente al peso de un cuerpo de 1.3 g de masa. Este valor corresponde a la corrección que se debe adicionar a la masa del cilindro medida inicialmente M_i para obtener un valor adecuado donde el error sistemático debido a la flotación se ha corregido. Considerando esta corrección se obtiene que la masa total del cilindro es $M_T = 17.3 \text{ g}$, cuyo peso es: $P_T = 0.17 \text{ N}$ aproximadamente. Para fines prácticos se considera un valor máximo probable del peso del cilindro de $P = 0.17 \text{ N}$.



Figura 8. Cilindros de unicel en sus dos tamaños, puede ser de una pieza o estar formado por discos pegados y atados, así como estar sellado con pegamento blanco. A la izquierda los de 1.3 l, a la derecha los de 2.1 l.

Para tener una fuerza de flotación mayor y hacer más grande el cambio en la tensión del resorte, se puede usar el cilindro más grande, de 16 cm de alto, cuyo volumen aumenta hasta 2125 cm^3 aproximadamente, cuya masa está alrededor de 21 g, la cual puede incrementarse hasta unos 35 g si se cubre con pegamento blanco tipo resistol, ambos medidos al aire en condiciones normales de cd. Universitaria. La corrección en masa de este cilindro es de 2.06 g. Lo cual implica una variación en peso de 0.02 N. Cabe mencionar que este cilindro se puede conseguir comercialmente. En la foto de la derecha de la figura 8 se muestran estos cilindros.

Dentro de las cámaras, los cilindros se sostienen de un resorte, que debe tener la sensibilidad adecuada para que, al extraer el aire de la cámara, su flexión sea lo suficiente para que se aprecie a simple vista. Por lo que se necesita calcular y determinar las dimensiones y la constante de elasticidad del resorte para obtener dicha flexión. También se debe tomar en cuenta que el resorte tiene una longitud mínima y que se ubica a cierta distancia abajo de la tapa superior de la cámara, de manera que el espacio libre que queda entre la superficie inferior del cilindro y el fondo de la cámara sea lo suficiente para que antes de que se extraiga el aire el resorte se elongue sin que el cilindro toque el fondo y después de sacar el aire se aprecie la flexión adicional del resorte y la bajada de nivel del cilindro.

2.4.2 Cálculo de los resortes helicoidales de alambre

El primer resorte helicoidal se desarrollo para ser usado con los cilindros de 1.3 L y 10 cm de altura y masa menor a 18 g, éste consiste de un alambre de acero piano de 0.64 mm de diámetro aproximadamente (el calibre se aproxima al 23) enrollado en forma helicoidal de 6 vueltas, longitud de 1.5 cm, radio medio de 2.5 cm y constante de elasticidad de $3,4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$. El cálculo de esta constante tiene como base la ecuación 6 de la ley de elasticidad de Hook y se presenta en la expresión 9, en la cual se considera el valor máximo probable del peso del cilindro de 0.17 N/m y 5 cm de la elongación máxima posible del resorte dentro de la cámara al colgarle el cilindro de unicel.

$$c = P / \Delta x = 0.17 \text{ N} / 5 \times 10^{-2} \text{ m} = 3.4 \text{ N/m} = 3.4 \times 10^{-2} \text{ N/cm} \quad (9)$$

La elongación máxima se estima restando a la altura interna de la cámara (18 cm) los espacios necesarios que se ocupan dentro de ella al colgar el cilindro como son: 1.5 cm que hay entre la tapa superior a la lámina y las pestañas donde se sostiene el resorte, más 1 cm estimado del largo inicial del resorte relajado y sin carga, más 1 cm del gancho de donde cuelga el cilindro y los 10 cm de lo alto del cilindro de unicel.

Las dimensiones del resorte se determinan con base a la ecuación 7 y considerando el valor calculado de la constante de elasticidad. Para lo cual se requirió determinar el valor de la constante de torsión G del material de alambre seleccionado, el cual resulto ser: $G = 7.1 \pm 1.8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$; en el anexo A1 se presenta un resumen de cómo se determino este valor, el cual también se puede considerar coincidente con los que se presentan en Sears (1965, p. 286) y Tipler (1994, p. 336).

Para el alambre seleccionado de 0.64 mm de diámetro y considerando un resorte de 5 cm aproximadamente de diámetro, el resorte deseado se puede tener con $n=5$ vueltas y un largo aproximado entre 5 y 6 mm. Como para sostener el resorte se requiere al menos una vuelta, se propone fabricarlo con 6 vueltas al menos, aunque esto lo haga un poco más largo, lo cual no afecta ya que sólo se aprovechan las vueltas necesarias. Si se pretendiera usar alambre de 0.86 mm de diámetro (próximo al calibre 23) para un resorte de 5 cm de diámetro medio se requerirían aproximadamente 16 vueltas,

pero tendría un largo de entre 2.5 a 3.0 cm, lo cual sería inconveniente porque reduciría espacio de recorrido dentro de la cámara al colgarle el cilindro de unicel.

Para sostener el resorte se fabrico un soporte que consiste en una delgada lámina cuadrada de acrílico con un barreno pasado circular grande al centro de la lámina, junto al barreno hay otra oquedad de forma ovalada; alrededor del barreno hay tres pernos cortos y delgados que están equidistantes del centro y ubicados en los vértices de un triángulo equilátero. El resorte se monta en la lámina quedando a ambos lados de ella ya que pasa por la oquedad ovalada y se sostiene y centra con los pernos a los que circunda. En la Figura 9 se muestra este detalle.



Figura 9. El cilindro de unicel de 1.3 l se sostiene con el resorte helicoidal en la cámara grande (izquierda) o el cilindro de 2.1 l se sostiene con el resorte delgado en la cámara mayor (derecha).

El nuevo resorte es más suave y delgado, tiene 4 mm de radio, una longitud de 10.5 cm con 186 vueltas aproximadamente y se construyó con alambre de acero piano de 0.33 mm (13/1000") de diámetro. En pruebas de elasticidad del resorte, siguiendo la ecuación 7 en el anexo A2, se determinó que el alambre tiene una constante de rigidez $G = 9.22 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, del mismo orden de magnitud a la del primer resorte, y una constante de elasticidad $c = 1. \text{ N/m}$, que prácticamente equivalente a una variación de 1 cm de longitud cuando se agrega o retira una masa de 1 g. Esta constante de elasticidad permite que si la variación de presión es del 80 % de la presión atmosférica la variación de elongación o caída del cilindro por falta de sustentación por flotación sería de 6 mm aproximadamente.

Los detalles y las dimensiones del resorte helicoidal, su gancho y la lámina que lo sostiene en los planos B.4.8 al B.4.12 del anexo B4. Y los detalles y dimensiones de la cámara mayor se muestran en los planos B.4.14 hasta el plano B.4.24 del mismo anexo.

2.5 Vasos piramidales

Uno de los efectos de la variación de la presión respecto a la altura o profundidad es la flotación, lo cual, en general, no es reconocido por los estudiantes ya que no plantean dicha relación cuando se les pregunta (Gallegos et al, 1994), por otro lado, expresan otras ideas previas sobre flotación como son: "La flotación depende únicamente del peso del objeto que flota" (Inhelder y Piaget, 1972, pp. 28 – 48; Hewson, 1985). Respecto la fuerza de flotación algunos estudiante consideran que no hay fuerzas sobre un objeto que flota o si "La fuerza de empuje existe sólo cuando el cuerpo se encuentra sumergido y se desplaza a la superficie, una vez que está en la superficie esa fuerza desaparece" (Barral, 1990). Para promover la transformación de estas ideas previas, coadyuvar a establecer la relación entre presión y fuerza de flotación y promover la comprensión del enunciado del principio de Arquímedes expresado en términos de relación de densidades como consecuencia de dicha relación; se implementó un juego de vasos piramidales que permiten analizar dicha relación con base a las fuerzas aplicadas sobre ellos en diversas condiciones de flotación. Esta actividad se complementa con la de flotación en el aire del cilindro de unicel que se realiza en la cámara de vacío a baja presión.

El juego consiste en dos vasos de perfil piramidal de base cuadrada, con las mismas dimensiones exteriores en sus bases (5 cm x 5 cm) y altura (10 cm) las caras laterales también tienen la misma

inclinación (relación 0.5 cm x 10 cm o aproximadamente 87° respecto a la horizontal) pero en uno la inclinación es hacia adentro y en el otro es hacia afuera, de manera que el primero tiene una boca cuadrada más angosta (4 cm x 4 cm) mientras que en el segundo es más grande (6 cm x 6 cm). Para probar se construyeron otro juego de tres vasos con base cuadrada más pequeña (4 cm x 4 cm) misma altura e inclinación mayor, dos con inclinaciones iguales hacia adentro y hacia afuera (aproximadamente 84° respecto a la horizontal) y el tercer vaso con una inclinación hacia afuera más grande (aproximadamente 79° respecto a la horizontal). En las imágenes de la figura 10 se muestran en la fotografía los dos conjuntos de vasos.



Figura 10. Fotos del juego de dos vasos de 87° de inclinación y del juego de tres vasos de inclinaciones de 84° y 79° .

Con estos vasos se compara el peso necesario para mantenerlos sumergidos y flotando a la misma profundidad, se comparan los pesos de cada vaso para determinar la fuerza de flotación y discutir de que depende y como es que se aplica dicha fuerza considerando que las áreas del fondo de los vasos son iguales y las presiones del agua a dicha profundidad también son iguales. Para sumergir los vasos se pueden usar pesas, algún material que se encuentre en unidades pequeñas como pueden ser: arena o clips, balines, canicas, etcétera o agua. Para esta actividad se requiere un recipiente suficientemente grande donde quepan los dos vasos, conviene que el recipiente sea transparente y, si se usa agua como pesa, colorearla. En la figura 18 del capítulo de evaluación del equipo se muestra esta operación de los vasos piramidales.

Los detalles de las dimensiones de los vasos y de las piezas para construirlos se presentan en los planos B.5.1 a B.5.20, del anexo B5.

2.6 Conector de jeringas

Una de las propiedades más importantes en los fluidos es que al aplicar una presión en alguna región de un fluido, en cualquier otra parte del fluido la presión se incrementa en la misma medida de la aplicada, esto es conocido como principio de Pascal, la cual no es fácilmente reconocida por los estudiantes, como se puede encontrar en las siguientes expresiones: “La presión actúa en forma diferente en diferentes direcciones”, “El aire empuja los objetos hacia arriba”, “El aire atrapado sostiene objetos”. Aunque algunas expresiones pueden considerarse parcialmente acertadas como: “El aire encerrado empuja hacia afuera” o “La presión se ejerce o actúa en todas direcciones”. Tal vez estas ideas se generan al pensar en la presión como una fuerza y por lo mismo con dirección o al buscar explicaciones por “una sola causa” de acuerdo al contexto del problema o fenómeno de estudio (Gallegos, 1998).

El conector de jeringas consiste en un pequeño bloque cilíndrico con tres barrenos de 9.2 mm de diámetro y 11 mm de profundidad en tres posiciones perpendiculares entre sí sobre la superficie del bloque, los barrenos continúan en otros barrenos más delgados, de 1 mm de diámetro, perpendiculares entre sí que convergen y se juntan en el eje cilíndrico del bloque. En los barrenos se puede insertar una jeringa o un medidor de presión con el conector apropiado, como el medidor de presión del equipo LESA, ya que su diámetro corresponde al de las puntas de las jeringas. En caso de fuga se pueden insertar las jeringas o el medidor, envolviendo sus puntas con un poco de cinta teflón enrollada a su alrededor. Para conectar el sensor de presión se recorto la punta de una jeringa donde se puede insertar y con éste

introducir al conector. En la *figura 11* se presenta una fotografía del conector de jeringas con un par de ellas y el medidor de presión.



Figura 11. Conector de jeringas con dos jeringas insertados en dos barrenos, una de 60 ml y otra de 5 ml, ésta tiene un opresor milimétrico para que su émbolo sea empujado o jalado con un sensor de fuerza y el otro tiene una armella para ser jalado con un dinamómetro de resorte convencional, en el tercer barreno se muestra la punta de jeringa para conectar el sensor de presión del equipo LESA.

Con este dispositivo se pretende que los estudiantes: se percaten de que al cambiar la presión en una de las jeringas, ya sea por empujar o jalara el émbolo, la variación de presión se presenta en todo el aire confinado en la cámara del conector y las jeringas, manifestada por las variaciones en la presión que se registra con el sensor y la fuerza necesaria para mantener el émbolo de la segunda jeringa en su posición inicial, igualmente los alumnos identifiquen la relación entre la presión, la fuerza aplicada a los émbolos y su área transversal.

Para facilitar el medir la fuerza aplicada en la jeringa se construyeron dos dispositivos que facilitan el jalar o empujar los émbolos de las jeringas con un dinamómetro o con el sensor de fuerza LESA. Uno de estos dispositivos se denomina grande ya que es para jeringas de 20 y 60 ml y el otro se denomina chico ya que es para jeringas de 5 y 10 ml, ambos dispositivos se muestran en la figura 11 y cada uno consiste de tres piezas que emparedan el disco con que comúnmente se oprime del émbolo, estas piezas se fijan entre si por cuatro tornillos de cabeza Allen que quedan ocultos dentro de la pieza, denominada tapa, que queda afuera del émbolo, en esta pieza también hay un barreno con cuerda de 3 mm de diámetro en la que se puede atornillar una armella o un prisionero, adecuados para implementarlos con el dinamómetro o el sensor de fuerza de LESA.

En la figura 20 de la parte de evaluación se muestra a los alumnos haciendo el experimento de equilibrio de presiones con este dispositivo y midiendo la fuerza con los sensores LESA.

Los detalles de las dimensiones del conector y el jalador se presentan en los planos B.6.1 a B.6.9 del anexo B.6.

3. Actividades de Evaluación

La evaluación de estos dispositivos consiste en verificar su funcionalidad, de manera que a continuación se exponen las pruebas básicas de funcionalidad de cada dispositivo, la mayoría realizadas con estudiantes en el laboratorio durante un curso escolar. Los únicos dispositivos que requieren calibrarse para asegurar su funcionalidad en un intervalo de valores específico son los resortes que sostienen los discos de unisel dentro de la cámara grande y que ya fueron descritos arriba, por lo tanto, no se incluyen dichas pruebas.

3.1 Kit de tubos

Las pruebas de estos tubos consisten en introducirlos con sus tapas inferiores dentro del agua a una profundidad determinada, posteriormente se les agrega agua para determinar cuál es la profundidad máxima o media que se requiere para la fuerza debida a su presión (igual a su peso) venza la fuerza que

se ejerce sobre la tapa debido a la presión del agua que le rodea y caiga la tapa, como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Tubos con láminas sumergidas en agua. Arriba, alumnos de la Fac de Ciencias. Abajo, alumnos de la ENP no. 8.

3.2 Cámara de diferencias de presión

Las pruebas de evaluación de estas cámaras consisten en determinar el tiempo durante el cual se mantienen flexionadas las láminas de látex cuando en el aire que hay en las dos cámaras está a diferentes presiones entre sí o con respecto al ambiente que le rodea, este ambiente puede ser el aire atmosférico o el agua cuando las cámaras se sumergen en ella. Considerar un tiempo mínimo de 3 minutos durante el cual se mantienen flexionadas las láminas es considerado un buen resultado ya que es suficiente para realizar las observaciones requeridas durante las actividades experimentales. Unos ejemplos de lo que ocurre a las láminas se muestran en las fotos de la figura 13.





Figura 13. Cámara de diferencias de presión. Arriba, introduciéndose en el agua. Abajo introduciendo, o sacando el aire.

3.3 Placas de Magdeburgo

Las pruebas de evaluación de las placas de Magdeburgo consisten en verificar que al intentar separarlas cuando se les ha extraído el aire se ejerce una fuerza mayor que cuando no se les ha extraído, y que esta fuerza es mayor con la cámara de radio grande en comparación con la de radio pequeño ya que depende del área de la cavidad sobre la que actúa el aire. Para esta prueba simplemente se intenta separar las placas cuando se les ha extraído el aire a las dos cámaras que se pueden formar entre ellas de modo que se compare la fuerza aplicada en cada caso. En la figura 14 se presentan las placas después de haberles sacado el aire con una jeringa, en la foto de arriba a la izquierda, entre las placas hay un o'ring circular chico dentro de la cavidad de la placa de abajo y están conectadas a un manómetro electrónico indicando la presión manométrica interna de las cámaras; mientras que en la foto de arriba a la derecha hay un empaque plano entre las placas y conectadas a una bomba de vacío manual con jeringa y a un manómetro de mercurio.

En la foto de arriba a la izquierda se aprecia que la presión a la que se llega con la jeringa es de -61 kPa , inferior a la presión atmosférica, la cual prácticamente se mantiene después de haber cerrado la llave y retirado la jeringa con la que se extrajo el aire, para hacer la prueba de jalar las placas. En el caso de la foto, el aire se retiró de la cámara de área pequeña requiriéndose una fuerza mínima de 170 N para separar las placas, la cual es equivalente al peso de un objeto cuya masa es de 17.3 Kg . Si a la cámara de área grande se le saca el aire hasta obtener esta misma diferencia de presión se requeriría una fuerza de 1060 N equivalente al peso de un cuerpo de masa de 108 kg , lo cual podría manifestarse como la posibilidad de que uno de los alumnos se cuelgue de las placas sin separarlas.



Figura 14. Placas de Magdeburgo a las que se le extrajo el aire: Arriba a la izquierda, las placas están conectadas al manómetro. Arriba a la derecha, Entre las placas hay un empaque plano y están conectadas a una bomba de vacío y un manómetro de mercurio. Abajo a la izquierda, las placas se jalan cuando se ha extraído el aire de la cámara de radio pequeño. Abajo a la derecha, y cuando se ha extraído el aire de la cámara de radio grande.

En las fotos de abajo se aprecia a dos estudiantes que intentan separar las placas, a la izquierda el aire se extrajo de la cavidad de área pequeña, mientras que en el de la derecha, el aire se extrajo de la cavidad de área grande y se puede notar que el esfuerzo en el primer caso es menor que en el segundo.

3.4 Cámaras de vacío

La evaluación de las cámaras de vacío consiste en verificar las pruebas de fenómenos que ocurren a baja presión, lo cual se logra al sacar el aire de las cámaras. Al sacar inicialmente el aire de cualquiera de las cámaras, la placa superior se empuja ligeramente contra la cámara, ya que se saco un poco de aire se deja de presionar, y se prosigue extrayendo el aire hasta el momento en que se observe el efecto deseado.

En la cámara grande se prueba la disminución del volumen sonoro de un generador de ruido cuando se extrae el aire o la demostración de la flotación de objetos sólidos en el aire y la presencia de la gravedad en el vacío. En la figura 15 se presenta el arreglo de este experimento donde se tiene un conjunto de discos de unicel que cuelgan de un resorte.

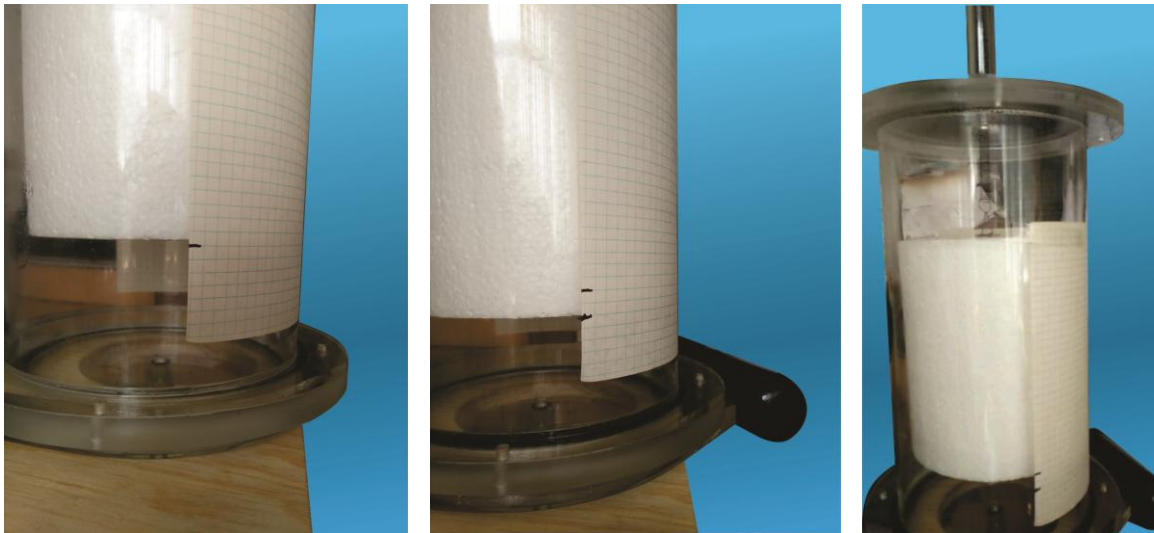


Figura 15. Arriba se muestra las pruebas en la cámara grande y el cilindro de 1.3 l colgando de un resorte helicoidal. A la izquierda, después de haberle sacado el aire donde se aprecia una luz laser que pasa rasante sobre la superficie superior de los discos e incide sobre un papel del otro lado de la cámara. A la derecha, después de introducirle el aire se aprecia que la luz laser incide directamente sobre el cilindro ya que subió al recuperarse la fuerza de flotación. Abajo se muestra la misma prueba con el cilindro de 2.1 l en la cámara mayor y el resorte delgado. A la izquierda, antes de sacarle el aire. Al centro, después de sacarle el aire. Y a la derecha, después de que se le introduce el aire de nuevo y la fuerza de flotación hace que recupera su posición inicial.

En la figura 16 se muestra a los estudiantes del bachillerato realizando la actividad donde se aprecia la pérdida de flotación del cilindro en el aire al extraerlo.



Figura 16. Los estudiantes están extrayendo el aire de la cámara grande.

Al extraer el aire, los estudiantes aprecian una leve bajada del cilindro, a lo cual expresan que convendría que fuese más notorio el efecto, lo cual se registra en el anexo D.4 Registro de actividades didácticas de pruebas del equipo.

En la cámara chica se prueba la evaporación o ebullición de agua tibia al bajar la presión, en la cámara mediana se prueba el crecimiento de un globo cerrado o de un bombón cuando se le saca el aire, en la figura 17 se presenta algunas de las pruebas que se pueden realizar con estas cámaras.

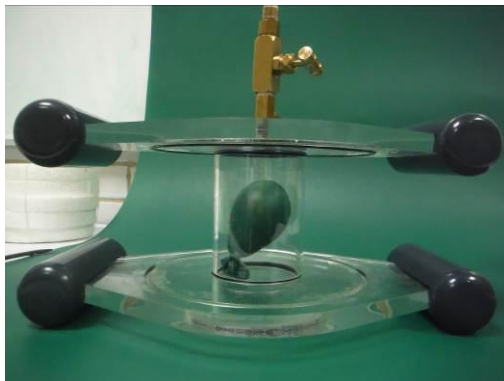


Figura 17. Bajando la presión en la cámara pequeña con agua para que hierva (arriba) e inflando un globo antes (abajo a la izquierda) y después de bajar la presión (abajo a la derecha).

En la foto del globo inflado se puede apreciar que este se mantiene inflado sin necesidad de mantener la bomba de vacío ya que se ha cerrado la válvula y se conserva el tapón del conector al medidor de presión.

3.5 Vasos piramidales

La evaluación de los vasos piramidales consiste en dos pruebas, primero verificar que los vasos no tienen fugas cuando se les pone agua y segundo que flotan en agua de acuerdo a lo que fueron diseñadas. Para esta actividad es conveniente emplear un recipiente transparente suficientemente grande, aunque sea poco profundo en el que se pone el agua y en ella los vasos. En la figura 18 se muestra esta operación de los vasos piramidales.



Figura 18. Vasos piramidales flotando a igual profundidad.

En la práctica escolar se recomienda teñir el agua que se introduce a los vasos para distinguir sus niveles fácilmente entre sí y del agua donde se colocan a flotar.

3.6 Conector de jeringas

La evaluación del conector de jeringas se realizó conectando dos jeringas y un medidor de presión en el dispositivo, como se muestra en la figura 19. La evaluación consistió en verificar que cuando se imprime una fuerza, ya sea jalando o empujando, al émbolo de una de las jeringas se miden cambios en la presión y en la fuerza necesaria para mantener la posición del émbolo de la otra jeringa, de manera que la relación fuerza entre área de los émbolos de las jeringas corresponde aproximadamente a la presión medida.

Debido a que en la jeringa se presenta una fuerza de fricción, para disminuir su influencia, es recomendable realizar ligeros empujones o jalones a los émbolos alrededor de las posiciones donde se desean ubicar al cambiar la presión. Igualmente, es conveniente determinar el valor de la fuerza de fricción para tomarla en cuenta. Hay que considerar que lo relevante de la actividad es identificar que la variación de presión se manifiesta en fuerzas en las tres direcciones perpendiculares dentro del fluido y no tanto tener una medición exacta.



Figura 19. El conector de jeringas con un sensor de presión de LESA y dos jeringas, uno con una pesa y el otro empujado con un sensor de fuerza de LESA.

En caso de que haya fugas de aire al presionar o jalar las jeringas, se puede usar cinta teflón para sellar los conectores tanto de las jeringas como del sensor de presión.

En la figura 20 se muestra como los estudiantes del bachillerato están haciendo el experimento de equilibrio de presiones en el aire, donde se muestra que la fuerza que aplica el aire es en todas direcciones.



Figura 20. Los alumnos están haciendo el experimento de equilibrio de presiones en el aire.

En la foto se aprecia que los alumnos están empujando los émbolos de las jeringas mientras miden la fuerza requerida en cada jeringa para lograr volver a subir el cilindro metálico.

3.7 Recomendaciones especiales

- El equipo desarrollado se ha fabricado principalmente de acrílico, de manera que puede ser más resistente que el vidrio, pero también es frágil y se puede romper.
- Muchas de las piezas se sumergen en el agua o algún otro líquido como aceite comestible y después de usarse en estas condiciones se deben de lavar y secar perfectamente. Las piezas de acrílico nunca se deben de colocar ni introducir en solventes como: alcohol, aguarrás ni thinner.
- No usar alcohol sobre las piezas de acrílico en caso de estar sucias o manchadas.
- Se recomienda usar jeringas comerciales de plástico y no usar aceite, glicerina o algún tipo de lubricante con la intención de facilitar el deslizamiento de los émbolos de las jeringas.
- Cuando se usan las cámaras grande o mayor, puede llegar a ser conveniente untar un poco de pasta de silicón para vacío.

Conclusiones

De acuerdo a las nuevas perspectivas de la educación de la ciencia, la función de las actividades experimentales en el laboratorio escolar ha dejado de ser la reproducción de los fenómenos a estudiar y conocer y se ha tornado en un espacio de análisis y reflexión de las ideas de los estudiantes donde los experimentos les permiten verificar la congruencia de sus esquemas explicativos con la realidad de los fenómenos observados e interpretados al realizar los experimentos o demostraciones en el laboratorio escolar. Siendo congruentes con este punto de vista, el diseño del equipo para realizar las actividades experimentales ya no se basa solo en la reproducción del fenómeno, sino considerando que es el recurso que permite a los estudiantes contrastar sus ideas con los fenómenos que puedan observar a través del experimento con el propósito de promover la transformación, cambio o evolución de las ideas de los estudiantes, orientadas hacia la comprensión de las teorías y conceptos científicos que las explican, lo cual se realiza a través de su propia reflexión e intercambio de ideas con sus compañeros y profesores.

En el presente informe se ha descrito el conjunto dispositivos desarrollados para realizar las actividades que permitan a los estudiantes cuestionar sus maneras de entender su concepto de presión, su relación con las ideas de fuerza, vacío, flotación, su determinación en el interior de un fluido como son la presión hidrostática y la presión atmosférica y sus propiedades como son su cualidad escalar y transmisión en todo el espacio de un fluido, razón por la cual cada dispositivo tiene su justificación en lo que se consideran las ideas previas de los estudiantes reportadas en la literatura del área y no sólo en la intención de reproducir el fenómeno deseado.

La mayoría de estos dispositivos se han probado con estudiantes del nivel medio superior y superior, o en cursos con profesores, como se puede apreciar en algunas de las imágenes que se presentan en el capítulo de evaluación, siendo satisfactorio su funcionamiento, sin embargo, queda por completar la evaluación de la propuesta didáctica donde se evalúe las ventajas en el aprendizaje, lo cual está también

determinado por el proceso específico que se siga con los alumnos, lo cual queda pendiente en la investigación.

Los rasgos de originalidad de estos dispositivos se presentan ya por los diseños de modelos que permiten realizar las actividades de manera novedosa, como pueden destacarse con las placas de Magdeburgo, los vasos piramidales y las cámaras de diferencias de presión, o por el empleo de materiales modernos, que facilitan la producción de los dispositivos, reducen el costo de su producción y aumentan la seguridad en su aplicación en los experimentos, como es el empleo del acrílico en la construcción de la mayoría de los dispositivos, reemplazando así el uso del vidrio, como se pueden apreciar en las cámaras de vacío y el kit de tubos.

Cabe mencionar que los instrumentos desarrollados se encuentran en estado de prototipo y aun no pensados para su producción iterativa, para ello primero se tendrán que realizar pruebas a su desempeño y durabilidad.

Así mismo, se han detectado algunos problemas de producción a lo cual se les ha dado, o al menos planteado, algunas alternativas de solución.

Un caso especial de alternativas es la propuesta de dos resortes para la experiencia de flotación en la cámara de vacío. Estas propuestas permiten la exploración y evaluación de dos formas para hacer más evidente el fenómeno para el usuario como la más eficiente manera de reproducción del equipo, dando como resultado que la alternativa del uso del resorte delgado cumple mejor con ambos objetivos.

Agradecimientos

Al **M. en D. E. M. S. Eduardo Federico Eliosa León** profesor de Física en la preparatoria quién amablemente probó los experimentos y dispositivos del equipo con sus alumnos y durante sus clases en la ENP 8.

Al **Ing. Mario Manuel Cortés Ramos** profesor de Física del plantel 8 de la ENP quien amablemente probó los experimentos y dispositivos del equipo con sus alumnos y durante sus clases.

A **Don Luis Velázquez Alemán** por la elaboración de los dibujos y planos del equipo que se integran el anexo B y forman parte esencial del presente informe.

A **Don Marco Antonio Nieves Luna** por la fabricación de los prototipos del equipo desarrollado objeto del presente informe, así como de sus sugerencias y observaciones que, con base en sus conocimientos y experiencia, permitieron mejorar el equipo de su concepción original hasta el estado que se presentan en este informe.

Anexos

Anexo A Determinación de los módulos de elasticidad de los resortes

Anexo B Diagramas y planos

Anexo C Lista de partes

Anexo D Registro de actividades didácticas de prueba del equipo

Anexo A Determinación de los módulos de elasticidad de los resortes

A.1 Determinación del módulo de torsión del alambre del resorte helicoidal

Para determinar las características del resorte helicoidal adecuado para sostener el cilindro de unicel dentro de la cámara de vacío grande se probaron cinco resortes de alambre de acero tipo piano de dos calibres con diferentes números de vueltas y diámetros, para estimar en ellos sus constantes de elasticidad y calcular el módulo de torsión correspondiente con la ecuación 7. Las características de cada resorte y sus módulos se presentan en la tabla A2.1.

Tabla A1 Características de los resortes helicoidales de prueba

Número de resorte	Diámetro del alambre, $2r \times 10^{-4}$ [m]	Calibre más próximo	Diámetro del resorte $2R_m \times 10^{-2}$ [m]	Número de vueltas, n	Constante de elasticidad [N/m]	Módulo de torsión $\times 10^{10}$ [N/m ²]
1	6.3	23	4.9	3.5	3.5	7.1
2	8.6	20	4.5	3.5	15.2	7.0
3	8.6	20	4.4	3	14.4	5.3
4	8.6	20	4.6	5.5	10.7	8.2
5	8.6	20	3.7	10	10.6	7.7

De modo que el promedio con su incertidumbre de los módulos de torsión del alambre piano de todos los resortes es:

$$G = 7.1 \pm 1.8 \times 10^{10} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

El cual se usa para determinar el diámetro y número de vueltas de resorte helicoidal.

El arreglo experimental para tomar las medidas de deformación en función del peso se muestra en la figura A.1.1 donde se pueden apreciar el resorte deformado al sostener una cadena de clips, la regla y la manera de indicar la lectura de elongación.



Figura A.1.1. Arreglo experimental para determinar el coeficiente de elasticidad de los resortes helicoidales.

En la figura A.1.2 se muestran las gráficas de Elongación promedio vs. Peso cuando a los resortes se le colgaron cadenas de 3 clips, desde cero hasta 24.1 g de masa. La constante de elasticidad de cada resorte se determinó por el inverso de la pendiente de su gráfica correspondiente.

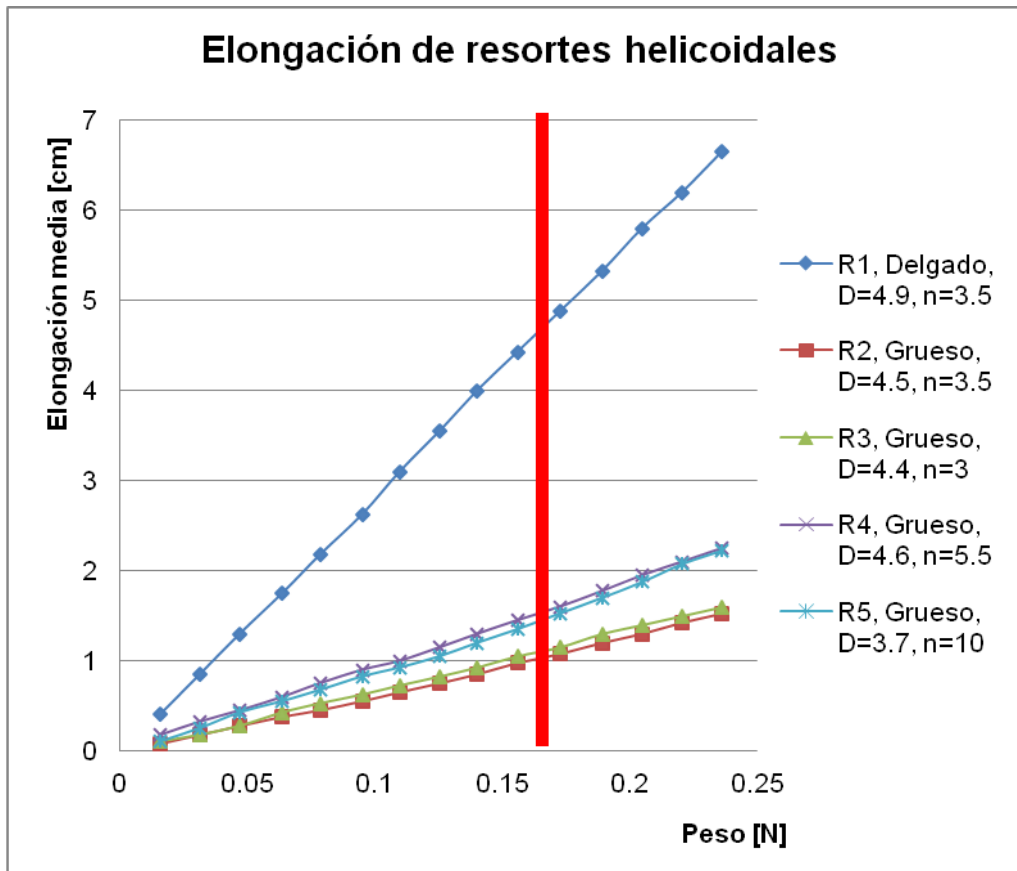


Figura A.1.2. Gráficas de la relación entre elongación en función del peso de los 5 resortes helicoidales.

La Línea roja vertical indica el valor aproximado del peso del cilindro de unicel. En la gráfica A.1.2 se aprecia que el resorte adecuado debe tener las características del resorte 1.

A.2 Determinación del módulo de torsión del alambre del resorte helicoidal delgado

El nuevo resorte está fabricado con alambre de acero piano de diámetro = 0.406 mm (16/1000"), diámetro del resorte de $D = 8$ mm, tiene una longitud total de 10.5 cm y masa de $m = 2.54$ g. Las pruebas de elasticidad correspondieron en colgar cadenas de 3 clips cuyas masas eran conocidas y registrar la nueva posición del extremo inferior del resorte y con ella la elongación total del resorte en función de la masa que se le cuelga, después se registran los mismos datos al retirar las cadenas de clips en el orden inverso en que se agregaron. Esta prueba se realizó dos veces y en ambos no se aprecia diferencia. La estimación del módulo de torsión es:

$$G = 9.22 \cdot 10^{10} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Y la constante de elasticidad se determina por el inverso de la pendiente de la relación Elongación vs. Peso. En la figura A.2.1 se muestra la gráfica de dicha relación.

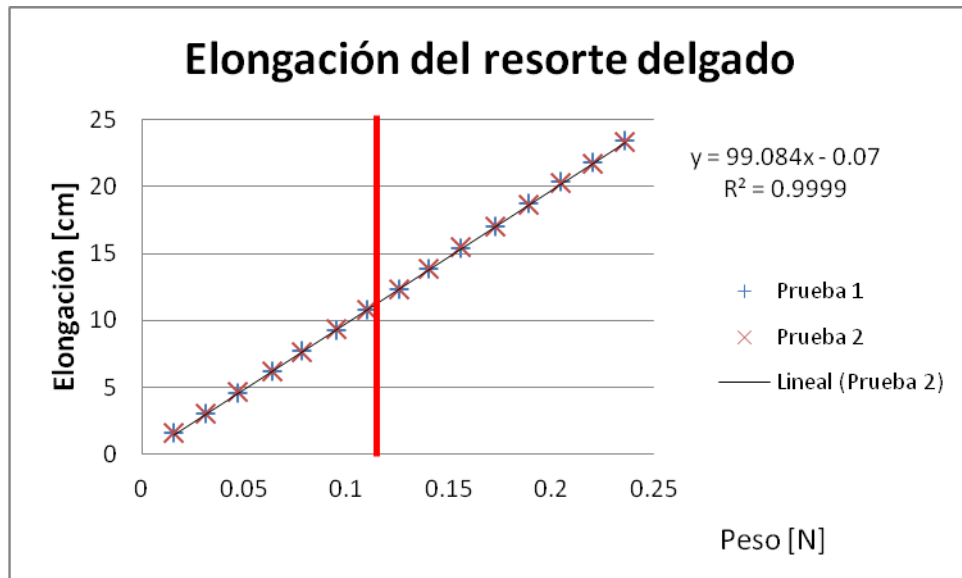


Figura A.2.1. Relación de elongación contra el peso de los clips para las dos pruebas del nuevo resorte delgado.

En la figura A.2.1 se aprecia como las dos pruebas son prácticamente equivalentes al sobreponerse todos los puntos. La pendiente de la prueba 2 es: $m = 99.1 \text{ [cm/N]}$ y de acuerdo a este valor se tiene que la constante de elasticidad es:

$$c = 1/m = 1/99.1 \text{ [cm/N]} = 0.010 \text{ [N/cm]} = 1 \text{ [N/m]}$$

La línea roja indica cual es el peso mínimo de los cilindros que se cuelga al resorte.

Anexo B Diagramas y planos

B.1 Kit de tubos:

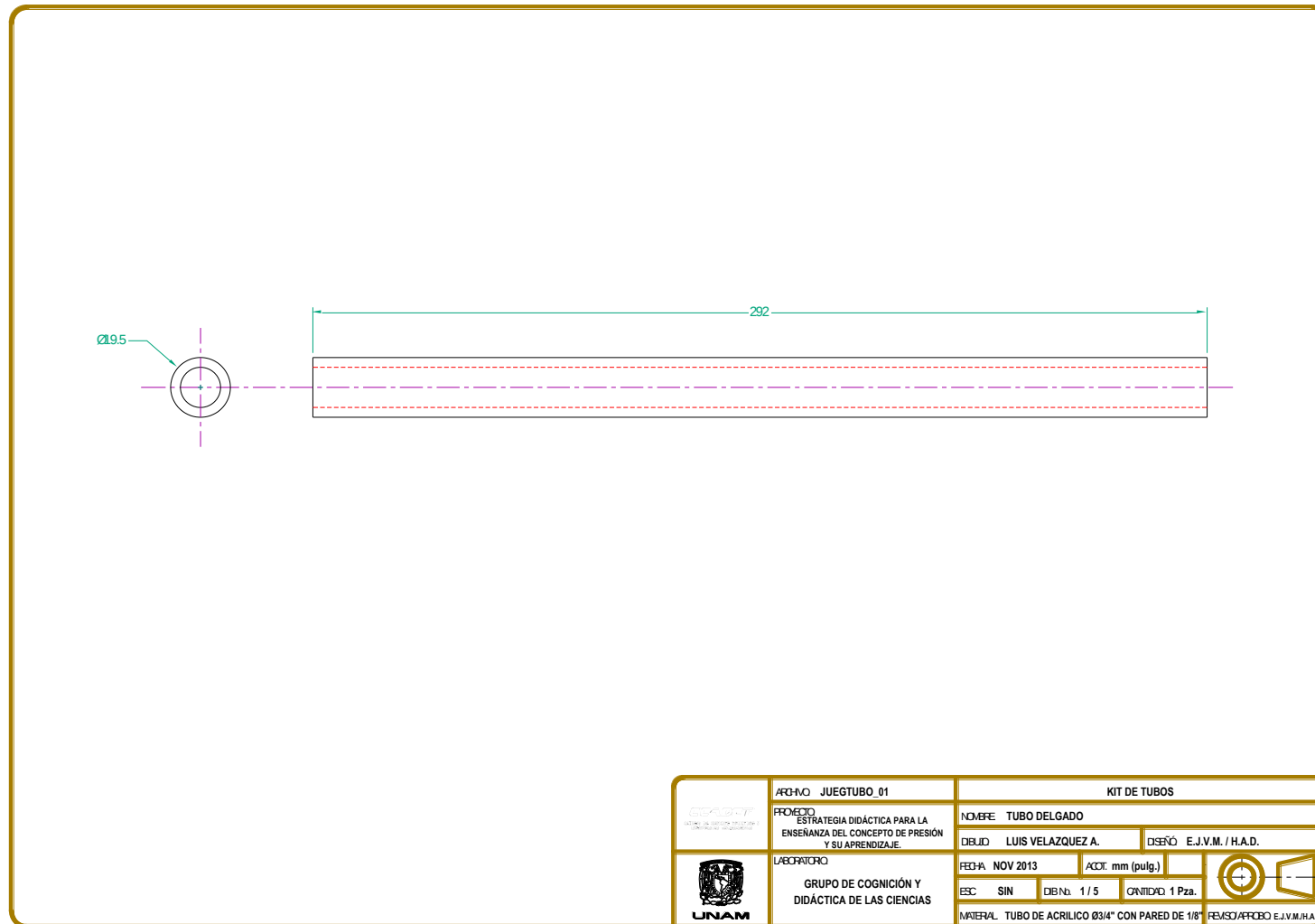
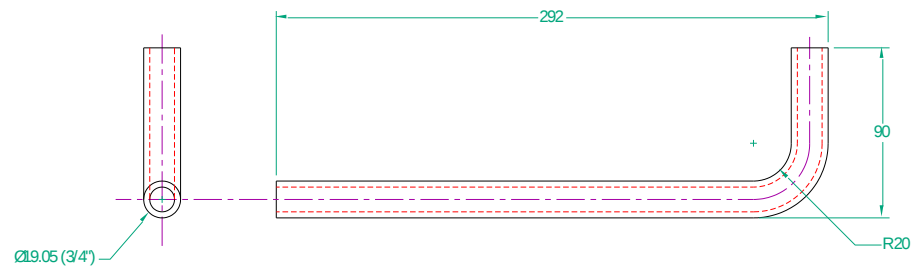
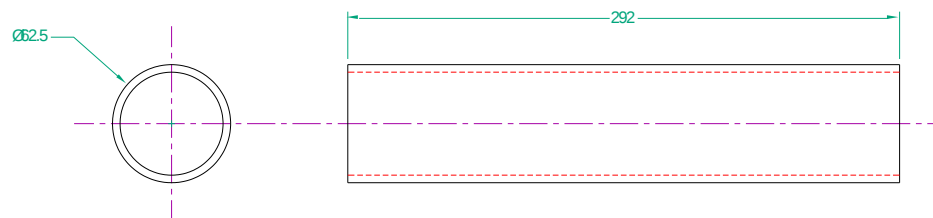


Figura B.1.1. Plano de tubo delgado.



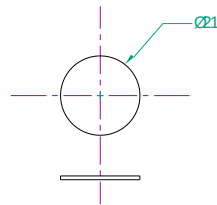
 UNAM	ARCHIVO: JUEGTUBO_02	KIT DE TUBOS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TUBO EN "L"	
	LABORATORIO:	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: NOV 2013	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB No: 2 / 5
			CANTIDAD: 1 Pza.
		MATERIAL: TUBO DE ACRILICO Ø3/4" CON PARED DE 1/8"	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.1.2. Plano de tubo en "L"



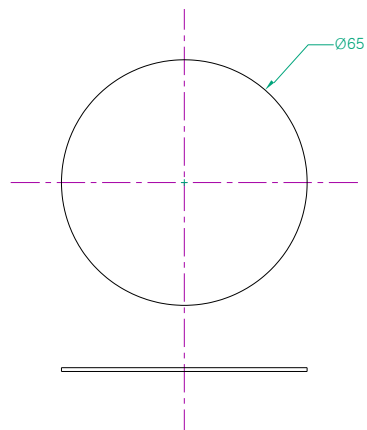
 UNAM	ARCHIVO: JUEGTUBO_03	KIT DE TUBOS	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TUBO GRUESO	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2013	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB.Nº: 3 / 5
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: TUBO DE ACRILICO CON PARED DE 1/8"	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.1.3. Plano de tubo grueso.



	ARCHIVO: JUEGTUBO_04	KIT DE TUBOS	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPA CHICA	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2013	ACOT: mm (pulg.)
ESC: SIN	DB No: 4 / 5	CANTIDAD: 2 Pzas.	
	MATERIAL: ESTIRENO DE 1 MM		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.1.4. Plano de tapa chica para tubos delgado y en “L”.



 UNAM	ARCHIVO: JUEGTUBO_05	KIT DE TUBOS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPA GRANDE	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA: NOV 2013	ACOT: mm (pulg.)	
	ESC: SIN	DIB No: 5 / 5	CANTIDAD: 1 Pza.
	MATERIAL: ESTIRENO DE 1 MM		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.1.5. Plano de tapa grande para tubo grueso.

B.2 Cámara de diferencias de presión

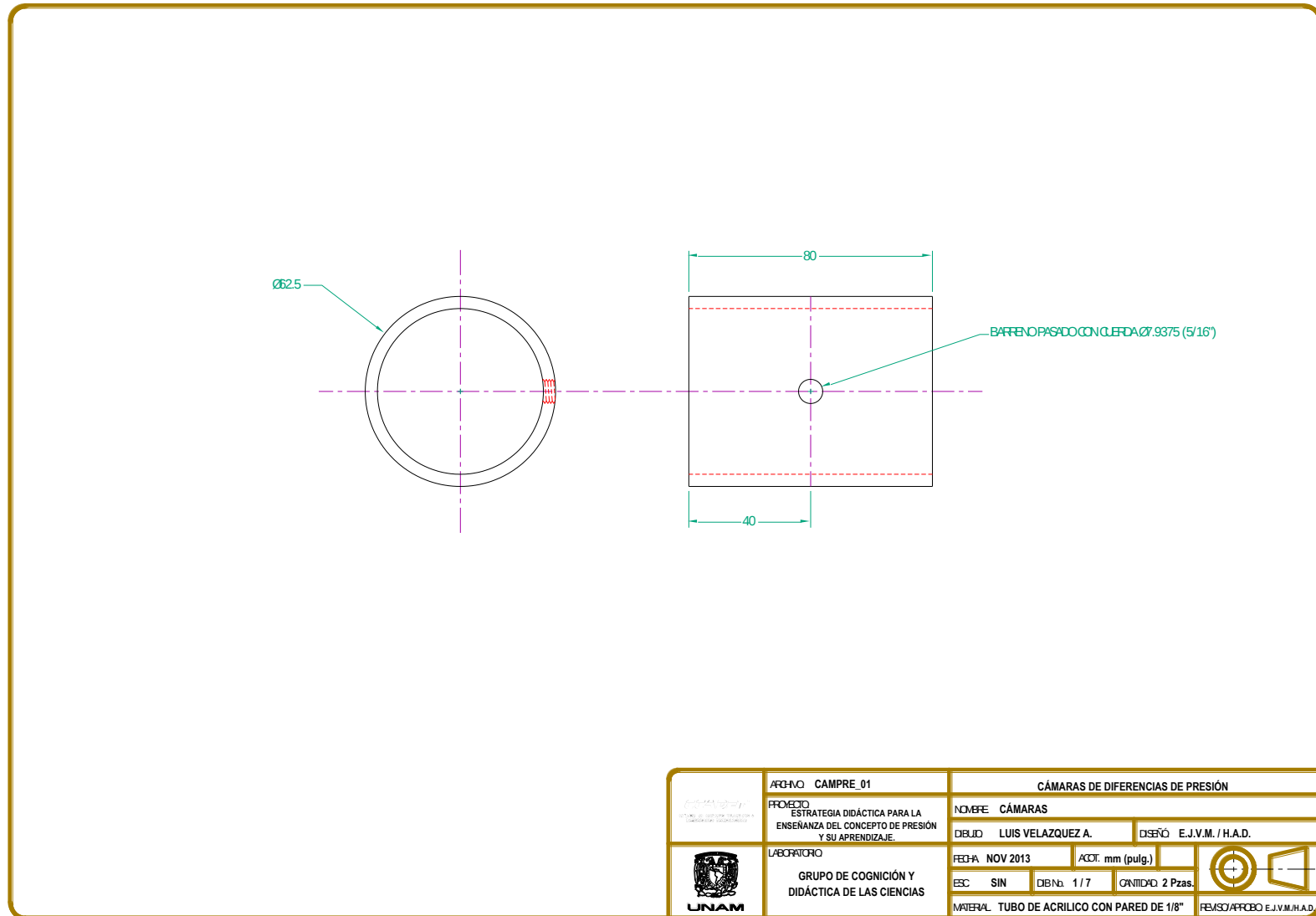
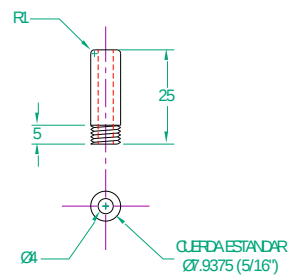
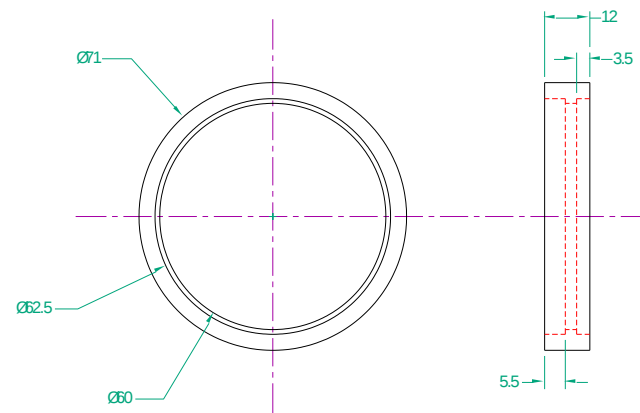


Figura B.2.1. Plano de tubo básico de la cámara de diferencias de presión.



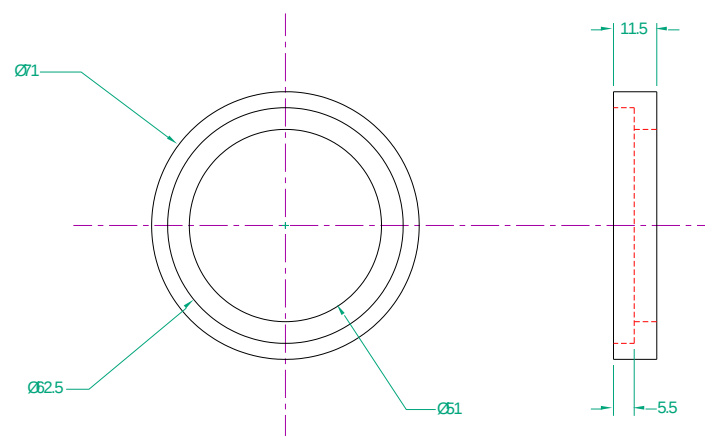
	ARCHIVO: CAMPRE_02	CÁMARAS DE DIFERENCIAS DE PRESIÓN			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TUBO PARA CÁMARAS			
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA: NOV 2013		ACOT. mm (pulg.)	
		ESC: SIN		DIB. No. 2 / 7	
		CANTIDAD: 2 Pzas.			
		MATERIAL: BARRA DE PVC DE Ø5/16"		REVISOR/APROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.2.2. Plano de conector del tubo básico de la cámara de diferencias de presión.



 UNAM	ARCHIVO CAMPRE_03	CÁMARAS DE DIFERENCIAS DE PRESIÓN	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE ANILLO CENTRAL PARA UNIR	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA NOV 2013	ACOT. mm (pulg.)	
	ESC SIN	DIB. No. 3 / 7	CANTIDAD 1 Pza.
	MATERIAL ACRILICO		REVISOR/APROBO E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.2.3. Plano de anillo intermedio para conectar dos tubos base y sellarlos con lámina delgada de látex.



 UNAM	ARCHIVO CAMPRE_04	CÁMARAS DE DIFERENCIAS DE PRESIÓN	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE ARO PARA CÁMARA	
LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
	FECHA NOV 2013	ACOT. mm (pulg.)	
ESC SIN	DIB. No. 4 / 7	CANTIDAD 2 Pzas.	REVISOR/APROB. E.J.V.M./H.A.D.
MATERIAL ACRILICO			

Figura B.2.4. Plano de anillo exterior para tapar y sellar con lámina delgada de látex.

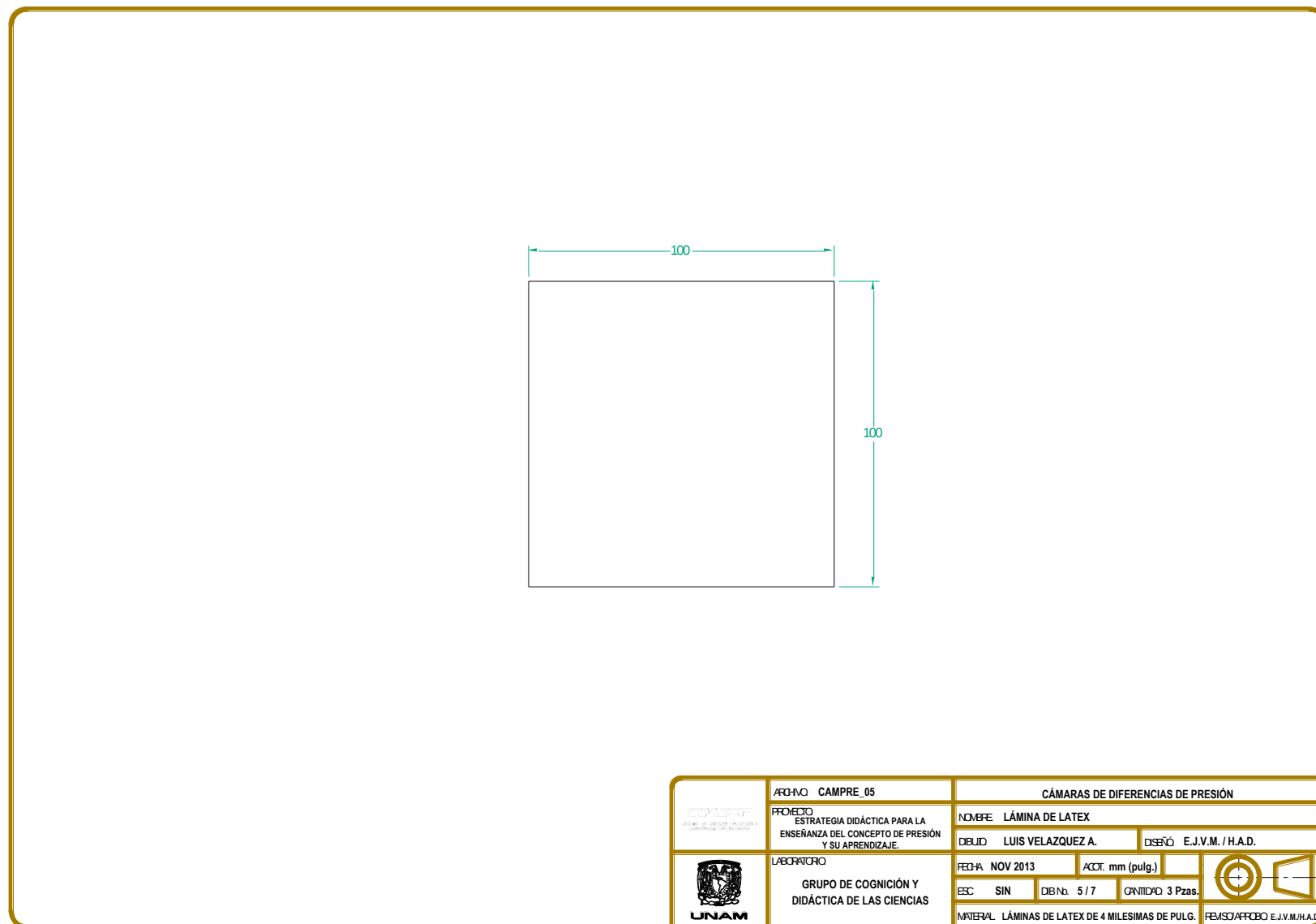
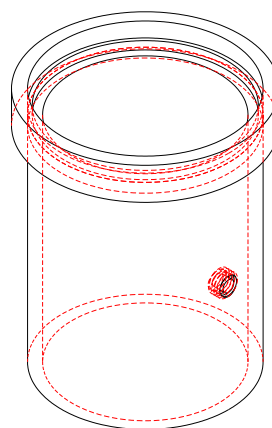


Figura B.2.5. Lámina delgada de látex.

NOTA:
PEGADO DE ANILLO CENTRAL CON UNA DE
LAS CÁMARAS SE HARA CON CLOROFORMO DE
METILENO



 UNAM	ARCHIVO: CAMPRE_07	CÁMARAS DE DIFERENCIAS DE PRESIÓN	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE:	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELÁZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA: NOV 2013	ACOT: mm (pulg.)	
ESC: SIN	DIB. No: 7 / 7	CANTIDAD:	
MATERIAL:		REVISOR/APROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.2.6. Plano de pegado del anillo central de unión a uno de los tubos del cuerpo básico de las cámaras.

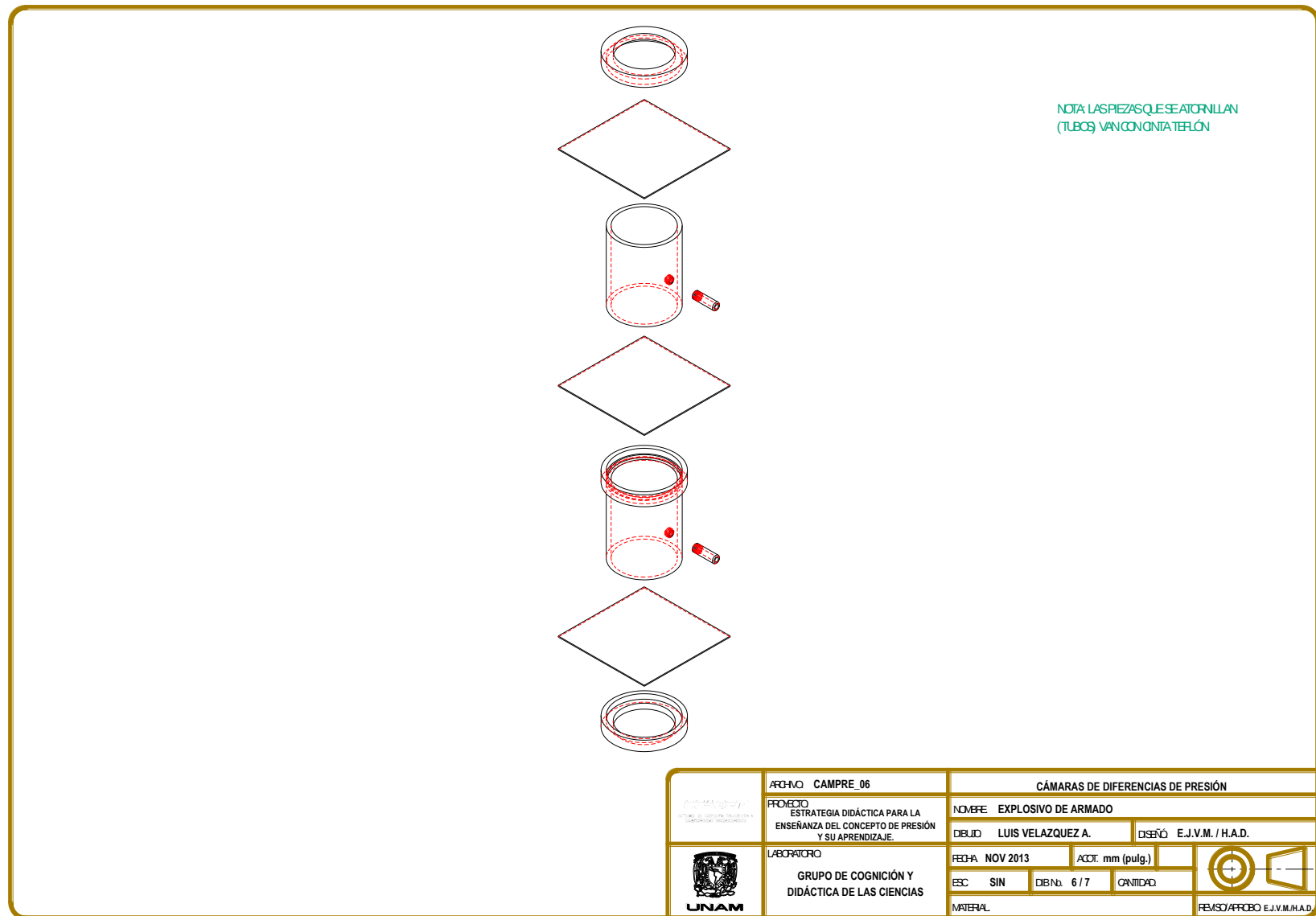
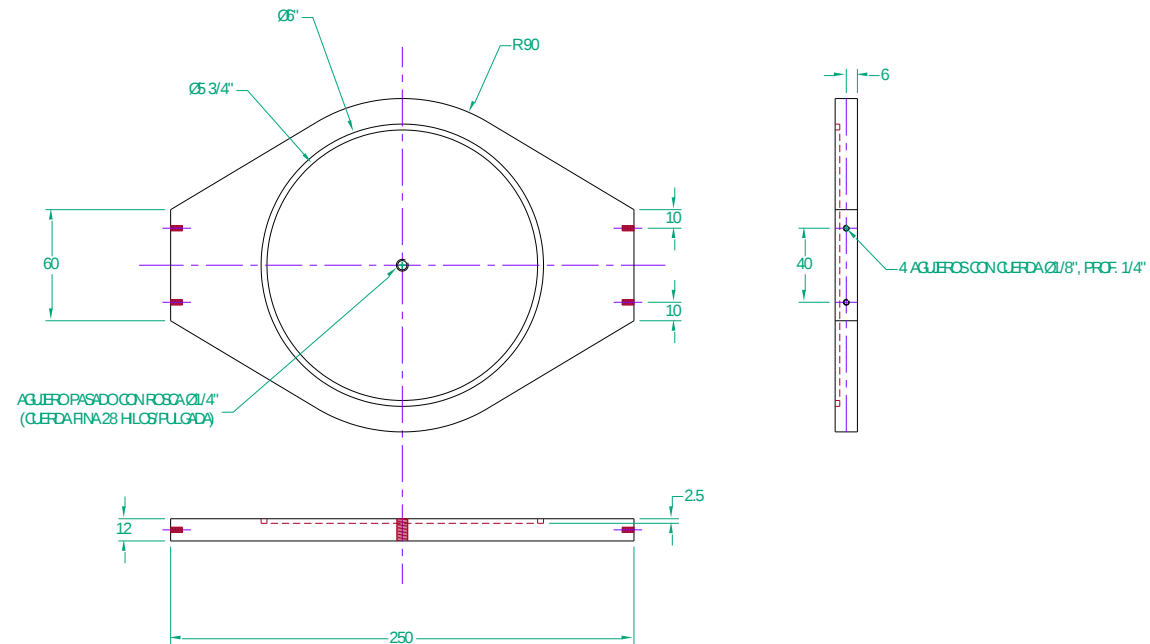


Figura B.2.7. Plano de armado de cámara de diferencias de presión.

B.3 Placas de Magdeburgo



	ARCHIVO: PLACAM_01	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPA SUPERIOR	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEBID: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT. mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB. No. 1 / 6
			CANTIDAD: 1 Pza.
		MATERIAL: ACRILICO DE 12 mm	REVISOR/APROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.3.1. Plano de la Tapa superior de las placas de Magdeburgo, dimensiones, cortes y maquinados de la placa de acrílico.

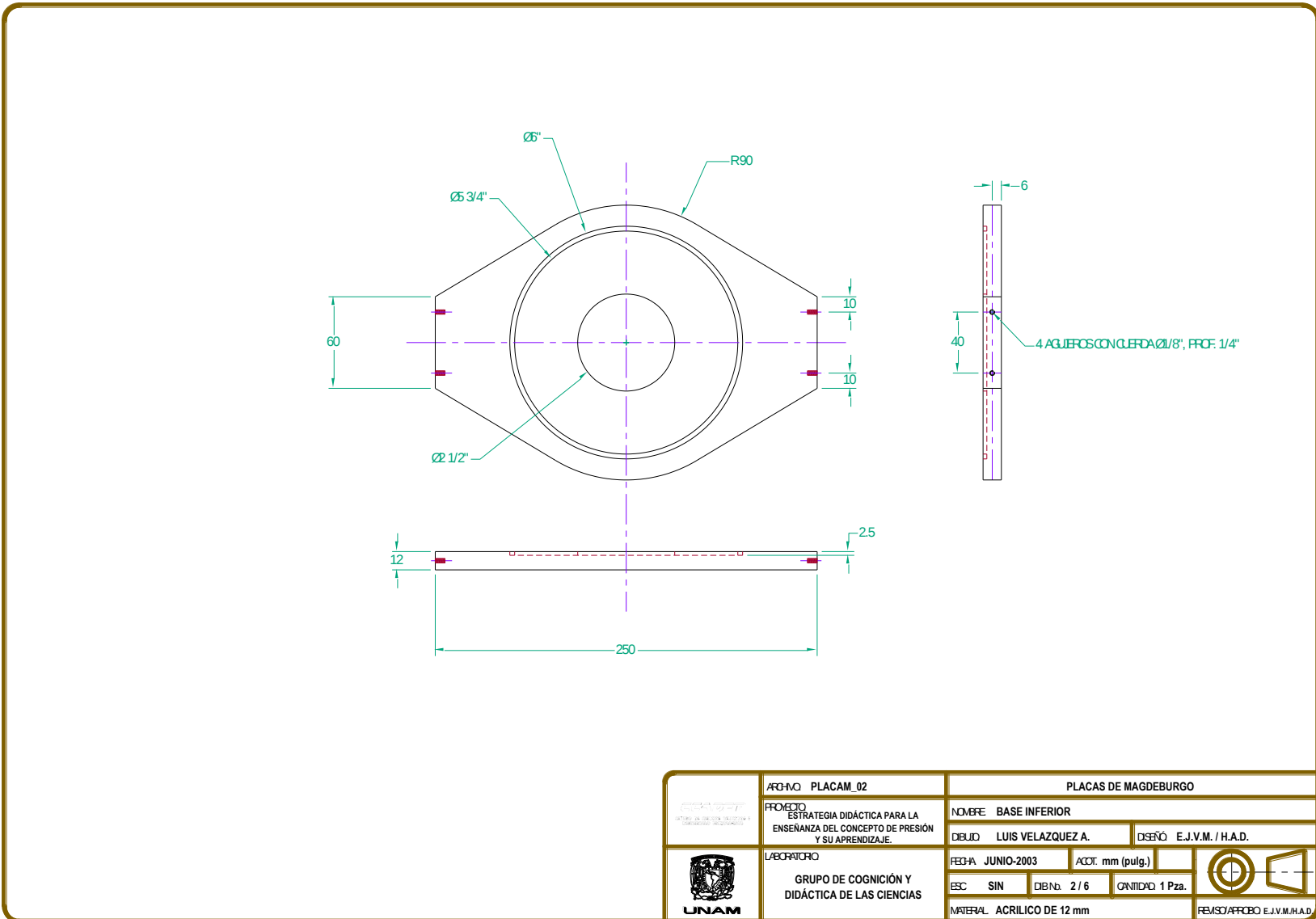
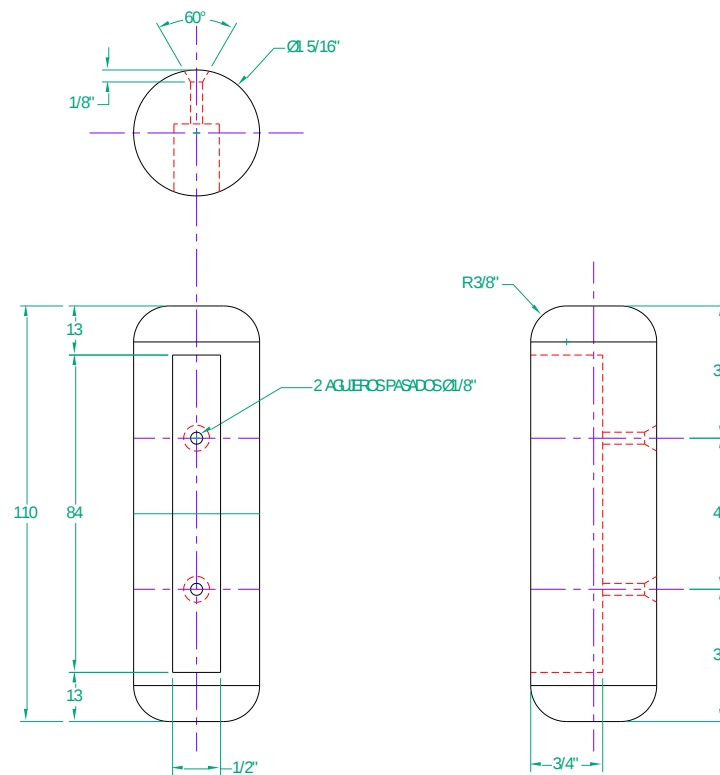
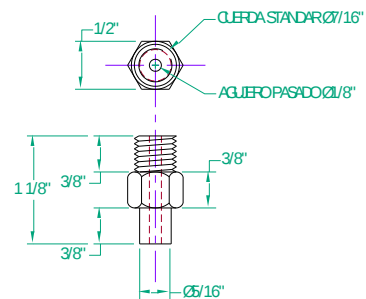


Figura B.3.2. Plano de la base inferior de las placas de Magdeburgo, dimensiones, cortes y maquinados de la placa de acrílico.



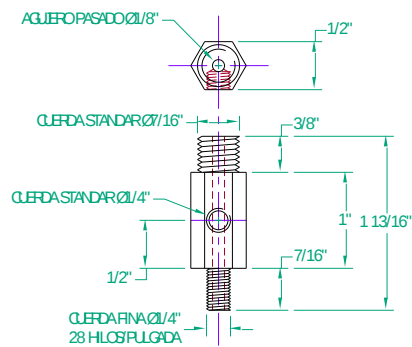
	ARCHIVO: PLACAM_03	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: SUJETADORES	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 3 / 6
			CANTIDAD: 4 Pzas.
		MATERIAL: BARRA DE PVC	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.3.3. Plano de los sujetadores de las Placas de Magdeburgo, dimensiones, cortes y maquinados de barra de PVC.



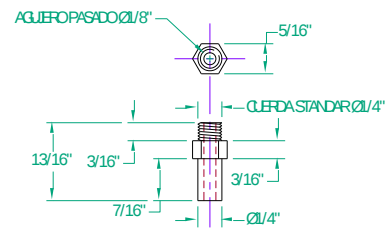
	ARCHIVO: PLACAM_04	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONECTOR DE LA VALVULA A LA BOMBA	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 4 / 8
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: BARRA DE LATON	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.3.4. Planos de dimensiones, cortes y maquinados del conector de latón de la válvula de las Placas de Magdeburgo a la bomba de vacío.



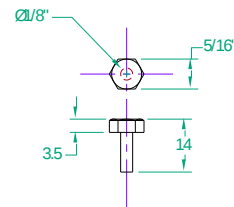
 UNAM	ARCHIVO: PLACAM_05	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONECTOR DE LA CAMARA DE VACIO A LA VALVULA	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 5 / 8
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: BARRA DE LATON	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.3.5. Planos de dimensiones, cortes y maquinados del conector de latón de las Placas de Magdeburgo a la válvula.



	ARCHIVO: PLACAM_06	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONECTOR AL MANOMETRO	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 6 / 8
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: BARRA DE LATON	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.3.6. Planos de dimensiones, cortes y maquinados del conector de latón de las Placas de Magdeburgo al medidor de presión.



	ARCHIVO: PLACAM_07	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPON DE SALIDA DE MANOMETRO	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 7 / 8
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: BARRA DE LATON	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.3.7. Planos de dimensiones, cortes y maquinados del tapón de latón que cierra la conexión al medidor presión.

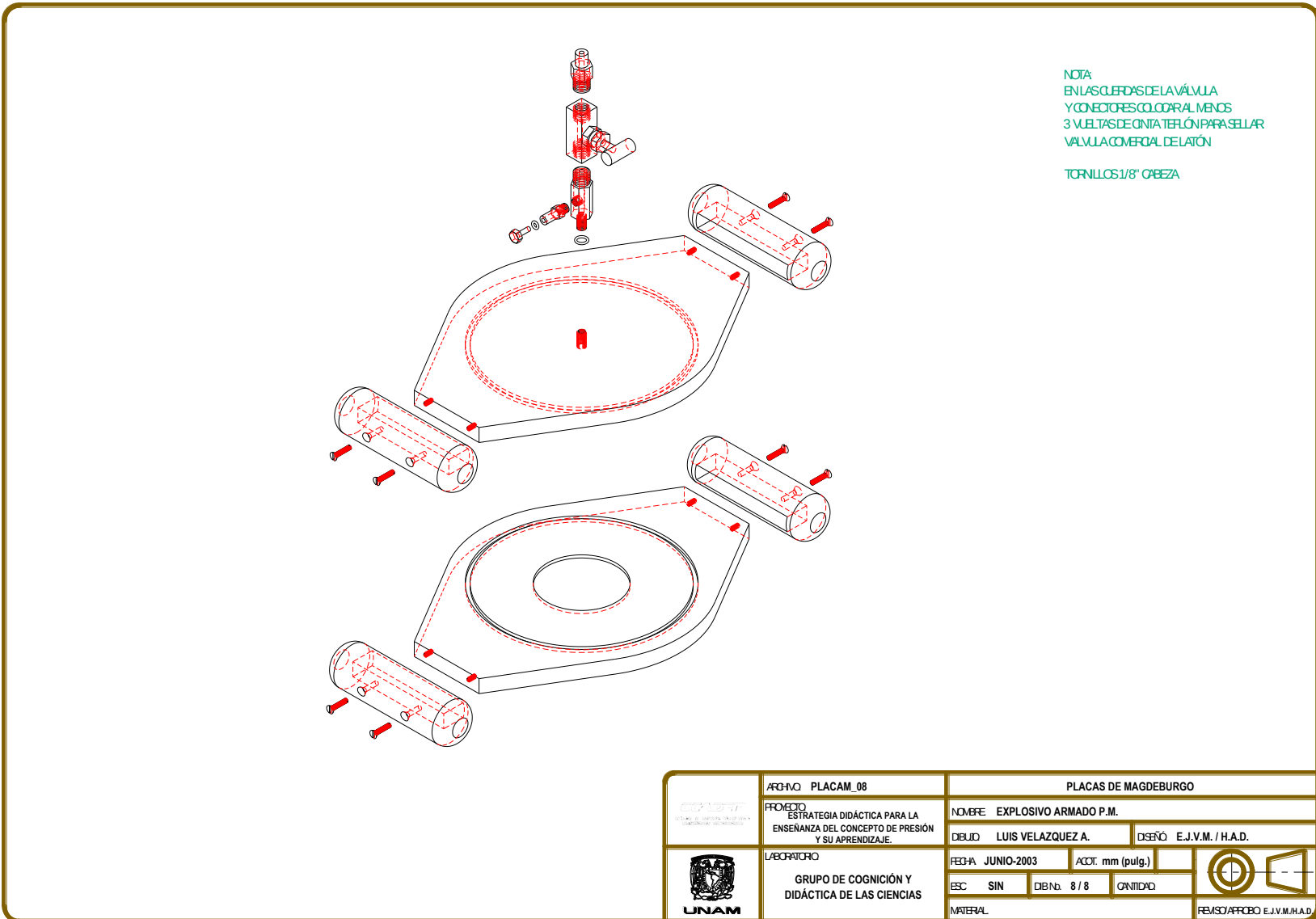


Figura B.3.8. Plano explosivo de las Placas de Magdeburgo con canales circulares, incluye la válvula comercial.

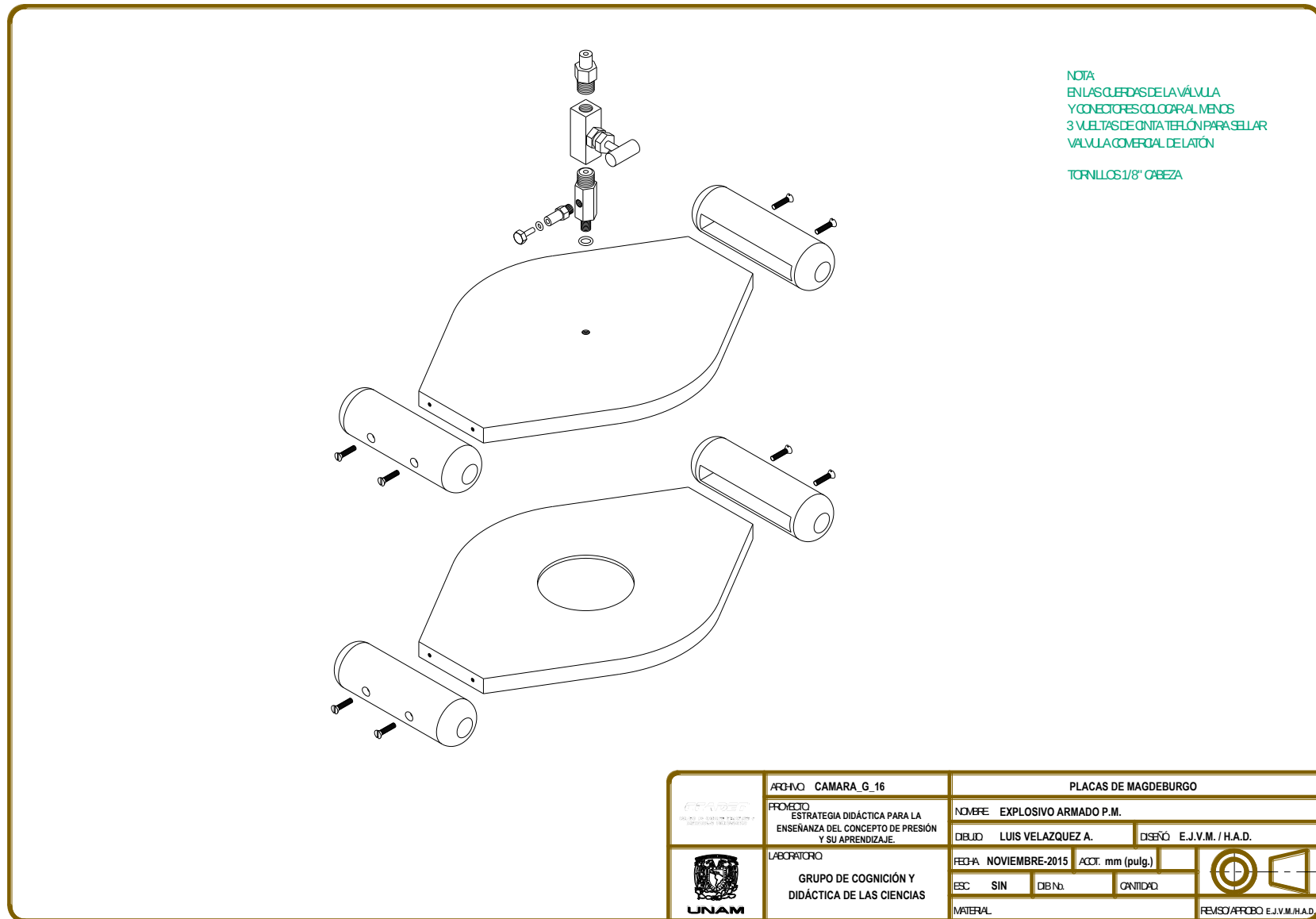
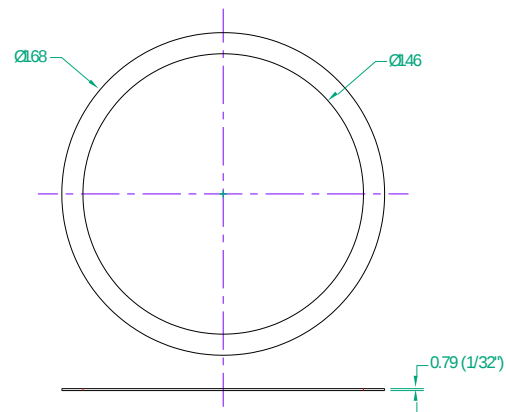


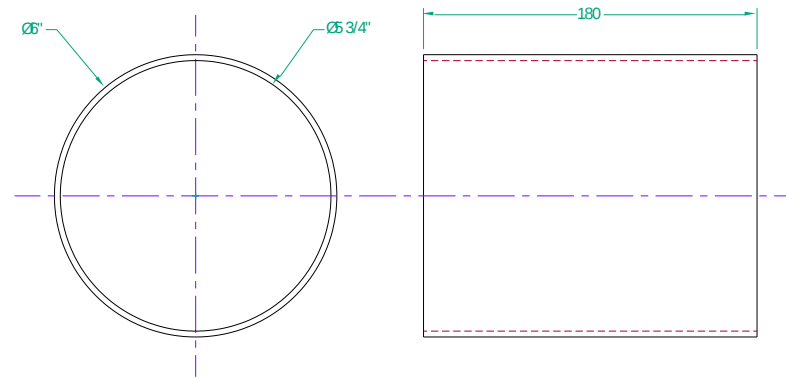
Figura B.3.9. Plano explosivo de las Placas de Magdeburgo con canales circulares, incluye la válvula comercial.



 UNAM	ARCHIVO CAMARA_G_18	PLACAS DE MAGDEBURGO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE ANILLO PLANO GRANDE	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEJID LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)	CANTIDAD 2 Pzas.
	ESC SIN	DE No.	MATERIAL NEOPRENO O HULE LATEX
			REVISO/APROB E.J.V.M./H.A.D.

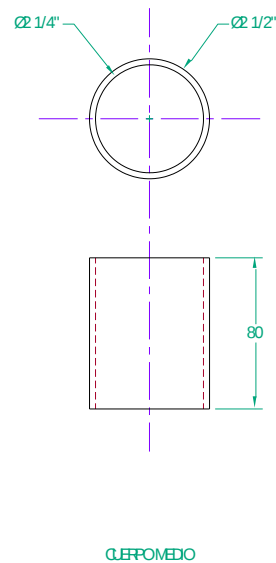
Figura B.3.10. Empaque o aro plano de neopreno o hule látex

B.4 Cámaras de vacío



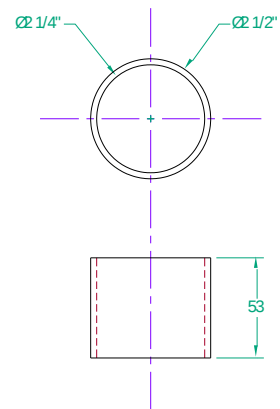
	ARCHIVO PLACAM_01		CAMARAS DE VACIO			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE CUERPO PRINCIPAL C. 3L			
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		DEBID LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
			FECHA JUNIO-2003		ACOT. mm (pulg.)	
	ESC SIN	DIB.No 1 / 14	CANTIDAD 1 Pza.			
	MATERIAL TUBO DE ACRILICO DE 6"					
				REVISOR/APOBO E.J.V.M./H.A.D.		

Figura B.4.1. Plano del tubo del Cuerpo principal, dimensiones y cortes de tubo de acrílico.



	ARCHIVO: CAMARAV_02	CAMARAS DE VACIO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CUERPO MEDIO DE 0.22 L	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 2 / 14
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: TUBO DE ACRILICO DE Ø2 1/2"	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.4.2. Plano del tubo de los cuerpos medio, dimensiones y cortes de tubo de acrílico.

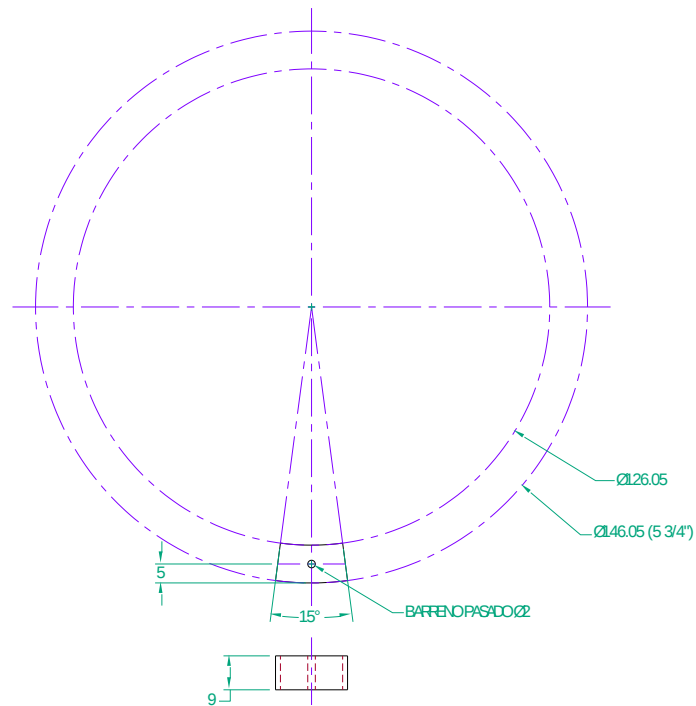


CUERPO PEQUEÑO

 UNAM	ARCHIVO CAMARAV_03	CAMARAS DE VACIO		
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE CUERPO PEQUEÑO DE 0.16 L		
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEJUD LUIS VELAZQUEZ A.	DESEN E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA JUNIO-2003	ACOT. mm (pulg.)	
		ESC SIN	DE No. 3 / 14	
MATERIAL TUBO DE ACRILICO DE Ø2 1/2"		REVISOR/APOBO E.J.V.M./H.A.D.		

Figura B.4.3. Plano del tubo de los cuerpos pequeño, dimensiones y cortes de tubo de acrílico.

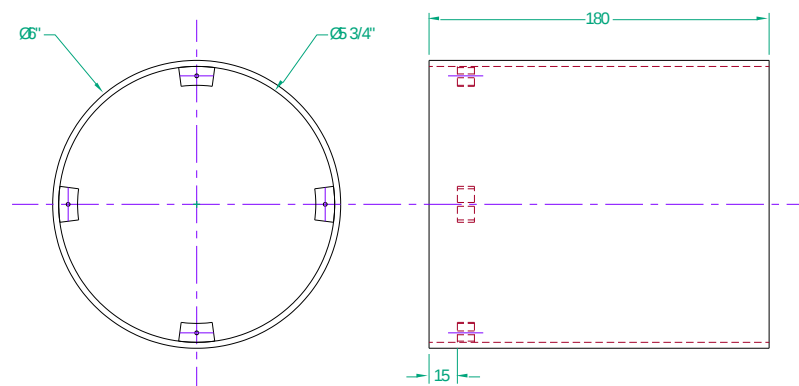
NOTA
UNA DE LAS PIEZAS VA CON BARRENADO PASADO
Y QUEDA DE $\varnothing 1/8"$



 UNAM	ARCHIVO PLACAM_04	CAMARAS DE VACIO			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE PESTAÑA DE CÁMARA			
 UNAM	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA ENERO-2011		ACOT. mm (pulg.)	
		ESC SIN		DIBNo. 4 / 14	
				CANTIDAD 4 Pzas.	
				MATERIAL ACRILICO DE 12 mm	
		REVISOR/PROBO E.J.V.M./H.A.D.			

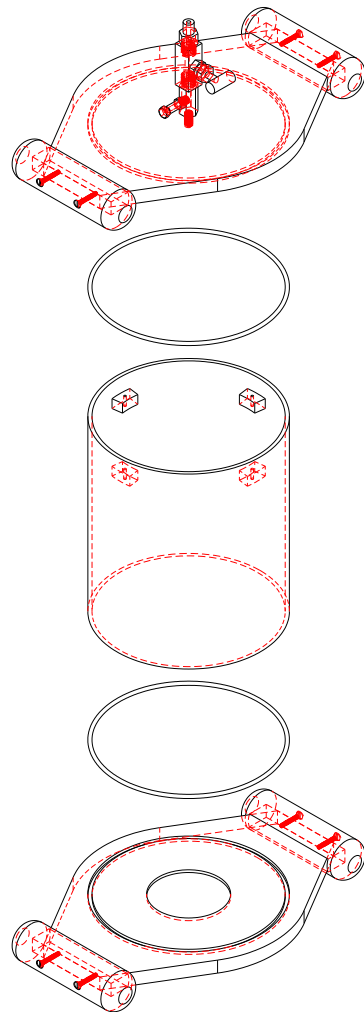
Figura B.4.4. Plano de pestaña de soporte interno de la cámara grande de vacío, dimensiones y corte angular de un anillo de acrílico.

NOTA:
PESTAÑAS PEGADAS CON CLOURO
DE METILENO



 UNAM	ARCHIVO: PLACAM_04	CAMARAS DE VACIO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CUERPO PRINCIPAL C. 3L	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)	
	ESC: SIN	DB No: 4 / 14	CANTIDAD: 1 Pza.
	MATERIAL: TUBO DE ACRILICO DE 6"		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.5. Plano de la cámara grande de vacío con las pestañas de soporte interno ubicadas en cuatro puntos separadas 90°.

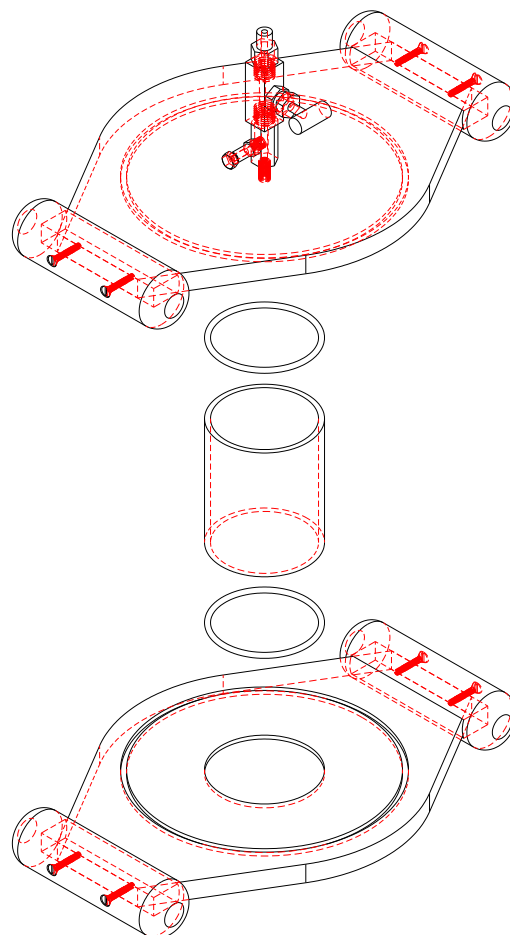


NOTA:
LAS PLACAS DE MAGDEBURGO SIRVEN DE BASE
Y TAPA DE LAS CÁMARAS DE VACÍO

	ARCHIVO CAMARAV_06		CAMARAS DE VACIO		
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE EXPLOSIVO C.V. 3L		
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
			FECHA JUNIO-2003		ACOT. mm (pulg.)
			ESQ SIN	DIB No. 6 / 14	CANTIDAD
MATERIAL		REVISÓ/PROBO E.J.V.M./H.A.D.			

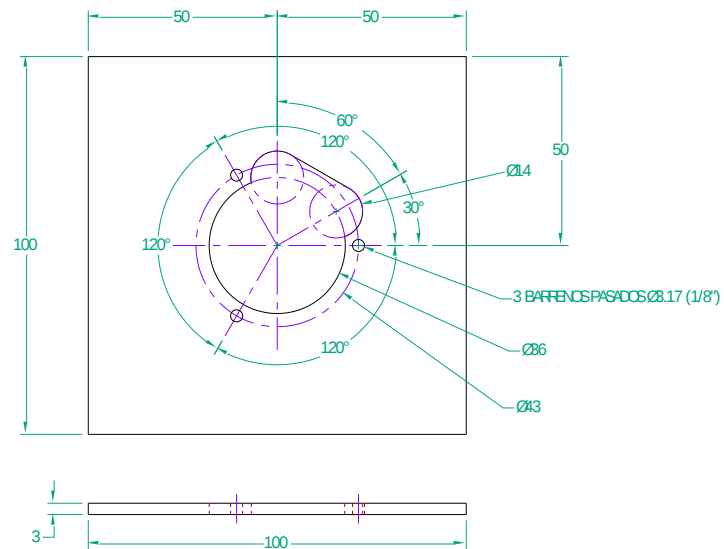
Figura B.4.6. Plano explosivo de la cámara grande de vacío con pestañas de soporte, incluye las placas de Magdeburgo y los O´rings.

NOTA:
LAS PLACAS DE MAGDEBURGO SIRVEN
DE BASE Y TAPA DE LAS CÁMARAS



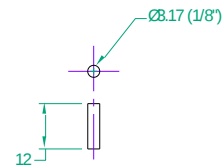
 UNAM	ARCHIVO: CAMARAV_07	CAMARAS DE VACIO			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: EXPLOSIVO C.V. 0.2 L			
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA: JUNIO-2003		ACOT: mm (pulg.)	
ESC: SIN		DIB.No: 7 / 14		CANTIDAD:	
		MATERIAL:			REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.7. Plano explosivo de la cámara media de vacío, incluye las placas de Magdeburgo y los O´rings comerciales.



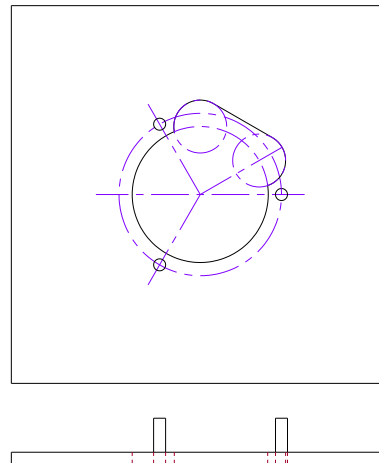
 UNAM	ARCHIVO PLACAM_8	CAMARAS DE VACIO			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE SOPORTE DE RESORTE HELICOIDAL			
 UNAM	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.		
		FECHA JUNIO-2003	ACOT. mm (pulg.)		
		ESC SIN	DIB. No 8 / 14		CANTIDAD 1 Pza.
		MATERIAL ACRILICO DE 3 mm			REVISOR/PROBO E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.8. Plano de soporte de resorte de la cámara grande de vacío, dimensiones, corte y maquinado de la placa.



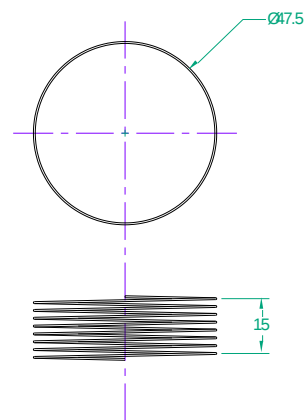
 UNAM	ARCHIVO: PLACAM_09	CAMARAS DE VACIO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: PERNOS DE ACRILICO	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA: JUNIO-2003	ACOT: mm (pulg.)	
	ESC: SIN	DB:Nº: 9 / 14	CANTIDAD: 3 Pzas.
	MATERIAL: ACRILICO Ø1/8"		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.9. Plano de pernos de acrílico del soporte de resorte de la cámara grande de vacío, dimensiones, corte y maquinado.



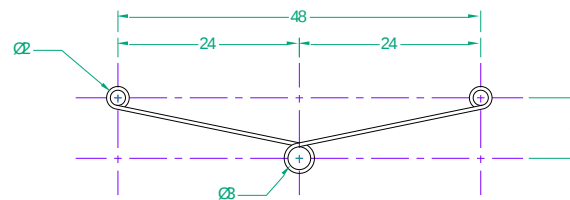
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	ARCHIVO PLACAM_10		CAMARA DE VACIO		
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE SOPORTE DE RESORTE HELICOIDAL		
	LABORATORIO		DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		FECHA JUNIO-2003	ACOT. mm (pulg.)	
 UNAM			ESC SIN	DB No. 10 / 14	CANTIDAD 1 Pza.
			MATERIAL ACRILICO DE 3 mm		REVISOR/PROBO E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.10. Plano de soporte de resorte de la cámara grande de vacío con pernos insertados y ubicados en el soporte.



 UNAM	ARCHIVO: PLACAM_11	CAMARAS DE VACIO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: RESORTE HELICOIDAL	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: ENERO-2013	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DB No: 11 / 14 CANTIDAD: 1 Pza.
MATERIAL: ALAMBRE DE ACERO DE PIANO DE Ø0.63mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.		

Figura B.4.11. Plano de resorte helicoidal para la cámara grande de vacío, dimensiones, número de espiras y diámetro del alambre de acero.



	ARCHIVO: CAMARAV_12	CAMARA DE VACIO	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: GANCHO DE RESORTE HELICOIDAL	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: ENERO-2011	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB No: 12 / 14
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: ALAMBRE DE ACERO DE PIANO DE Ø0.63MM	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.4.12. Plano de gancho para resorte helicoidal de la cámara grande de vacío, dimensiones y maquinado de alambre de acero.

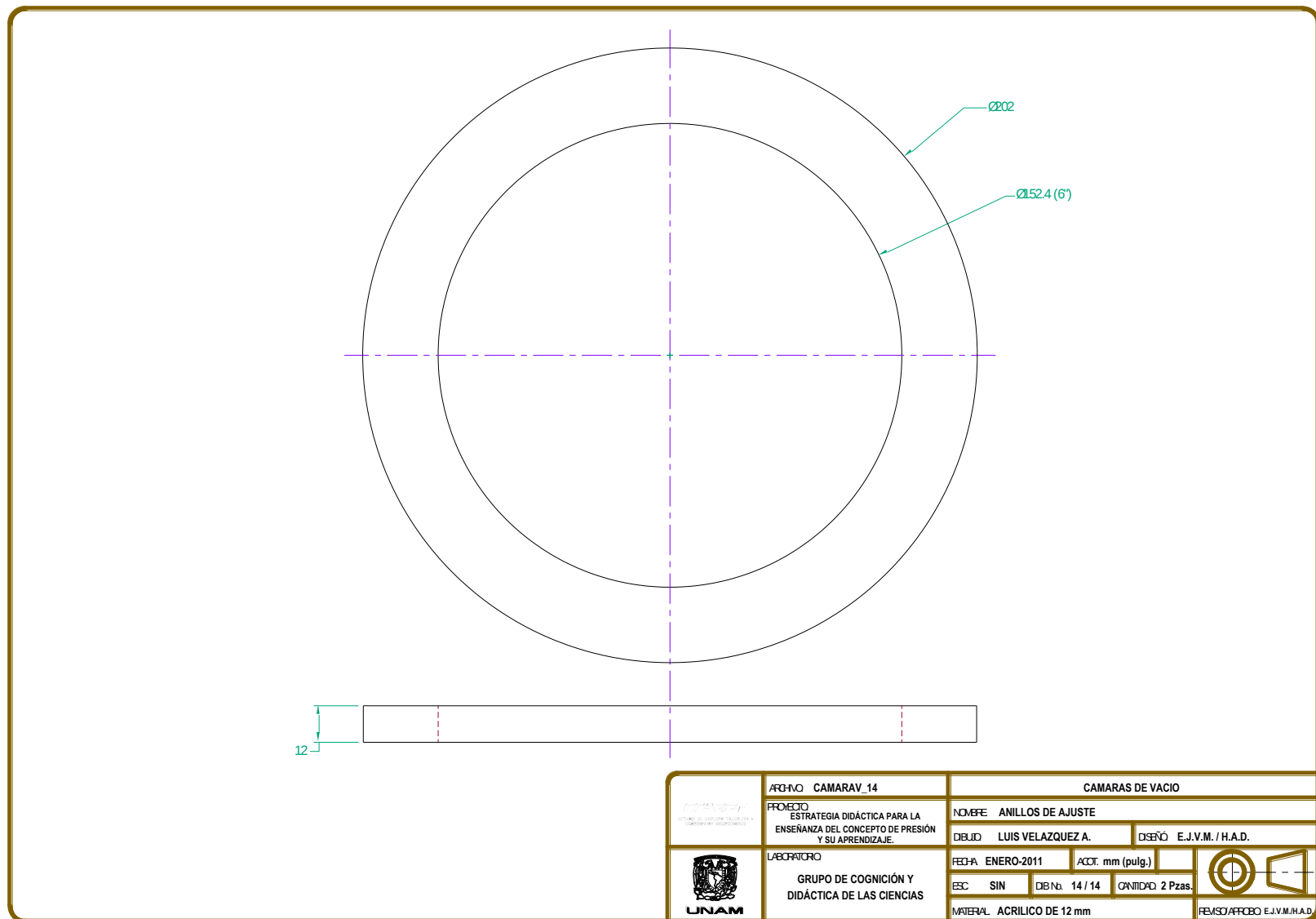
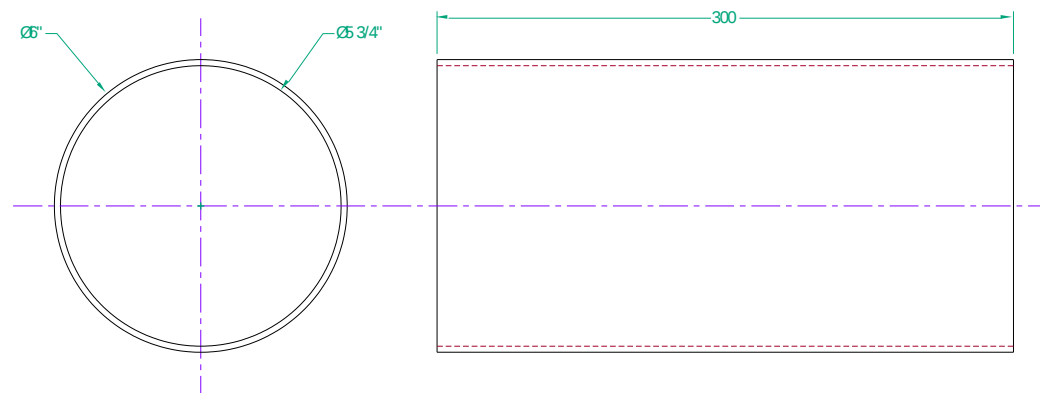
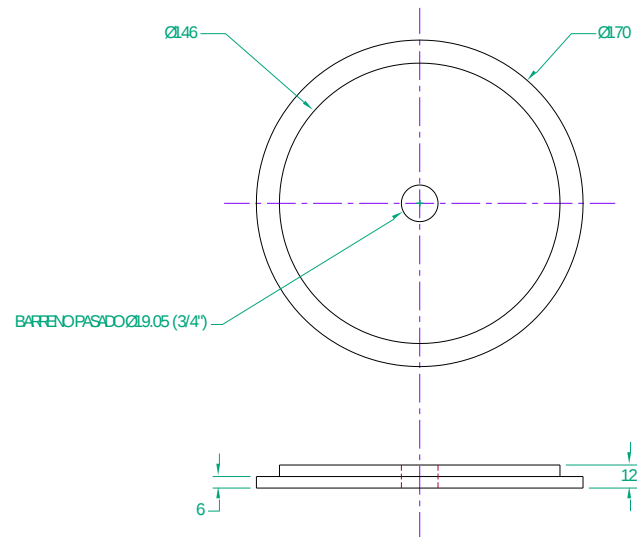


Figura B.4.13. Plano de anillo de moldeado de la cámara grande de vacío, dimensiones y corte de placa de acrílico.



 UNAM	ARCHIVO: CAMARA_G_08	CÁMARA DE VACÍO			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CUERPO MAYOR C. 5L			
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEJID: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.		
	FECHA: NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)			
	ESC: SIN	DE No.	CANTIDAD: 1 Pza.	REVISÓ/ APROBÓ: E.J.V.M./H.A.D.	
	MATERIAL: TUBO DE ACRILICO DE 6"				

Figura B.4.14. Plano del cuerpo de la cámara mayor de vacío.



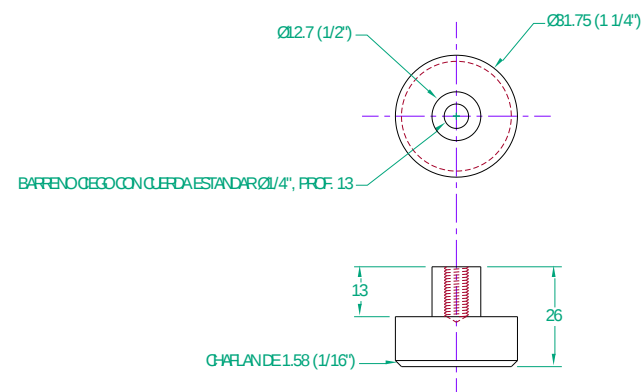
 UNAM	ARCHIVO CAMARA_G_09	CAMÁRA DE VACÍO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE TAPA DE CUBIERTA FV	
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DISEÑO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)
		ESC SIN	DB No.
			CANTIDAD 1 Pza.
		MATERIAL ACRILICO DE 12mm	REVISOR/APROBO E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.4.15. Plano de la tapa de la cubierta de la cámara mayor.



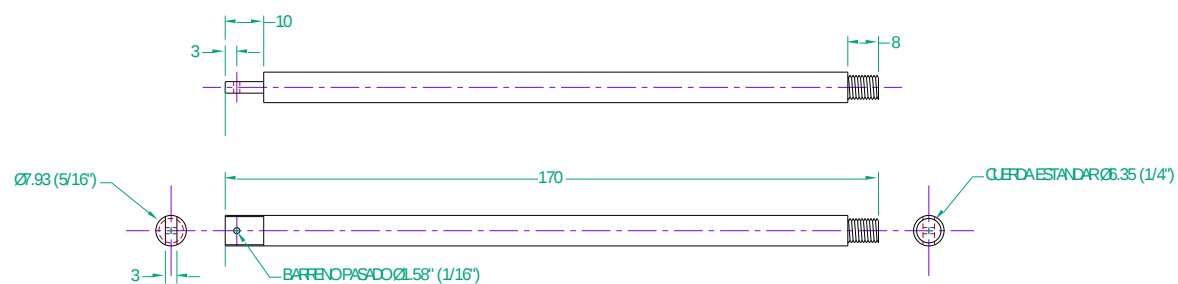
 UNAM	ARCHIVO CAMARA_G_10	CÁMARA DE VACÍO			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TUBO DE CUBIERTA FV			
	LABORATORIO	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: NOVIEMBRE-2015		ACOT. mm (pulg.)	
	ESC SIN	DIB.No.	CANTIDAD 1 Pza.		
	MATERIAL: TUBO DE ACRILICO DE Ø3/4"		REVISÓ/APROB E.J.V.M./H.A.D.		

Figura B.4.16. Plano del tubo de la cubierta de la cámara mayor.



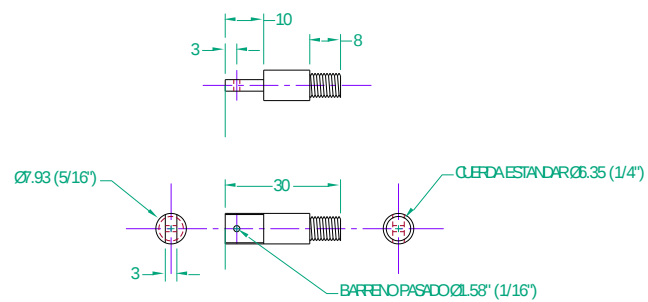
	ARCHIVO CAMARA_G_11		CÁMARA DE VACÍO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE TAPON DE TUBO LARGO	
	LABORATORIO		DISEÑO	E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		FECHA	NOVIEMBRE-2015
UNAM		ACOT.	mm (pulg.)	
		ESC	SIN	
		DE No.		
		CANTIDAD	1 Pza.	
		MATERIAL	BARRA DE ACRILICO	
		REVISO/PROB	E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.4.17. Plano del tapón del tubo de la cámara mayor de vacío.



 UNAM	ARCHIVO CAMARA_G_12	CÁMARA DE VACÍO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE PERNO LARGO PARA RESORTE DELGADO	
	LABORATORIO	DISEÑO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA NOVIEMBRE-2015 ACOT. mm (pulg.)	
		ESC SIN	DE No.
		QUANTIDAD 1 Pza.	
		MATERIAL BARRA DE PVC	REVISO/APROBO E.J.V.M./H.A.D.

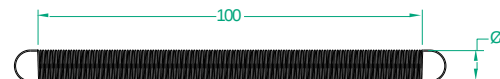
Figura B.4.18. Plano del perno largo.



	ARCHIVO	CAMARA_G_13	CÁMARA DE VACÍO					
	PROYECTO	ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE	PERNO CORTO PARA RESORTE DELGADO			
	LABORATORIO	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		DIBUJO	LUIS VELAZQUEZ A. DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.			
			FECHA	NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)			
			ESC	SIN	DB No.		CANTIDAD	1 Pza.
			MATERIAL				BARRA DE PVC	REVISÓ/PROBO

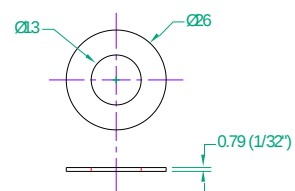
Figura B.4.19. Plano del perno corto.

NOTA:
NÚMERO DE VUELTAS 190.



 UNAM	ARCHIVO CAMARA_G_17	CÁMARA DE VACÍO			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE RESORTE DELGADO			
	LABORATORIO	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)		
		ESC SIN	DE No.	CANTIDAD 1 Pza.	
	MATERIAL ALAMBRE TIPO PIANO 0.406 MM, 16/1000			REVISO/APROBO E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.4.20. Plano del nuevo resorte delgado.



 UNAM	ARCHIVO: CAMARA_G_19	CÁMARA DE VACÍO			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: ANILLO PLANO CHICO			
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEJID: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.		
	FECHA: NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)			
	ESC: SIN	DE No.	CANTIDAD: 1 Pza.		
MATERIAL: NEOPRENO O HULE LATEX		REVISO/APROBO: E.J.V.M./H.A.D.			

Figura B.4.21. Plano del anillo plano del tapón del tubo.

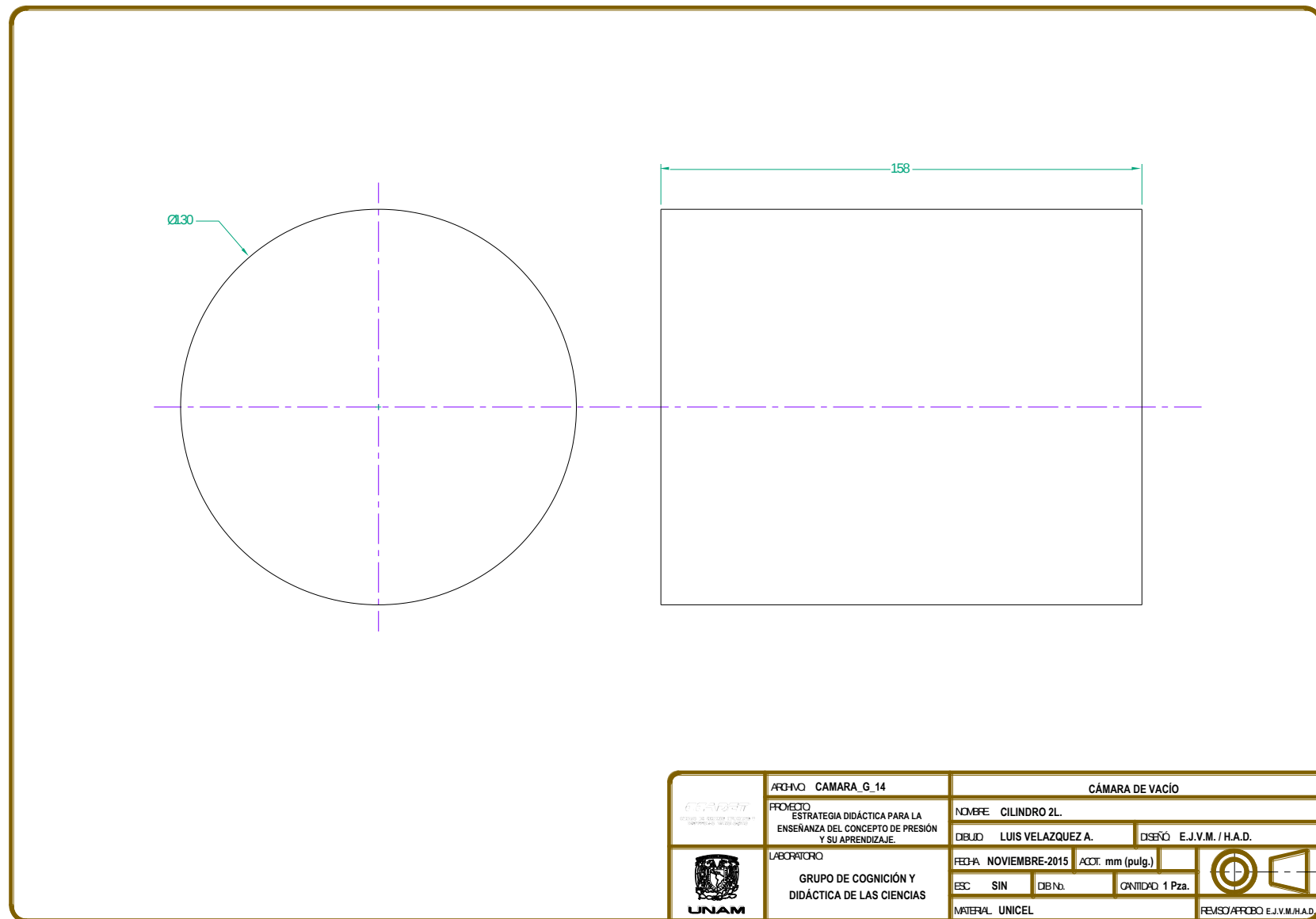
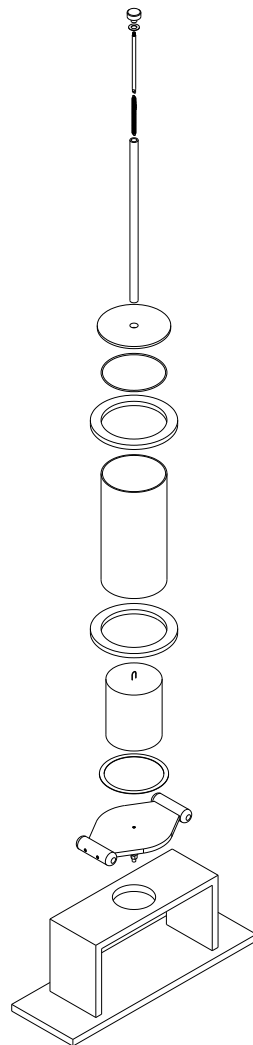


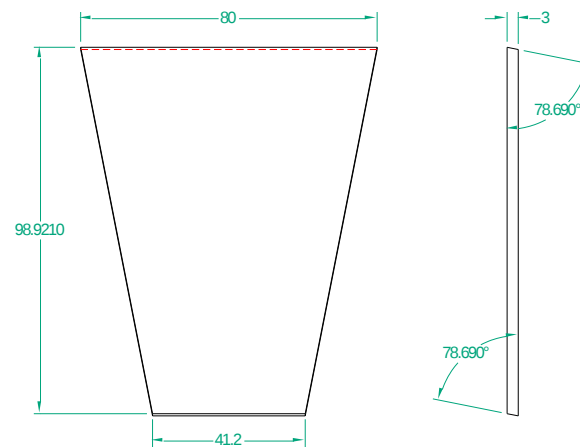
Figura B.4.22. Plano del cilindro de unicef de dos litros.



	ARCHIVO CAMARA_G_15		CÁMARA DE VACÍO	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE EXPLOSIVO CÁMARA MAYOR	
	LABORATORIO		DISEÑO LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		FECHA NOVIEMBRE-2015	ACOT. mm (pulg.)
MATERIAL		ESC SIN	DIB No.	CANTIDAD 1 Pza.
		REVISÓ/PROBO E.J.V.M./H.A.D.		

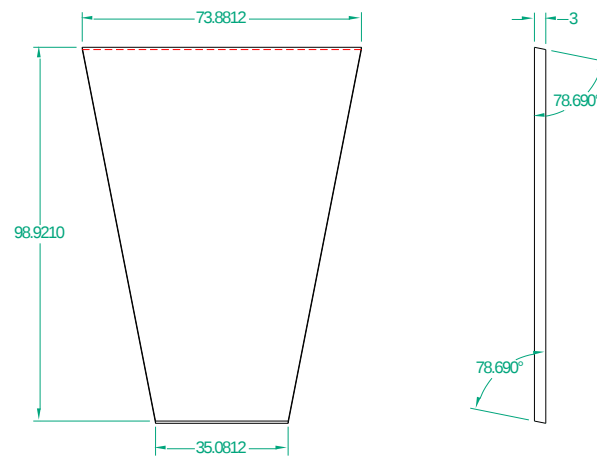
Figura B.4.23. Despiece de armado de la cámara mayor.

B.5 Vasos piramidales



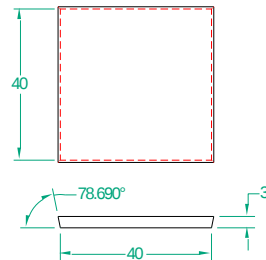
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_01	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 1 VASO PIRAMIDAL 40-80	
	LABORATORIO:	DEBIDO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: NOV 2012	ACOT. mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB. No. 1 / 20
			CANTIDAD: 2 Pzas.
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/APOBO E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.1. Pieza lateral 1 del vaso piramidal ancho 40-80.



 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_02	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 2 VASO PIRAMIDAL 40-80	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 2 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

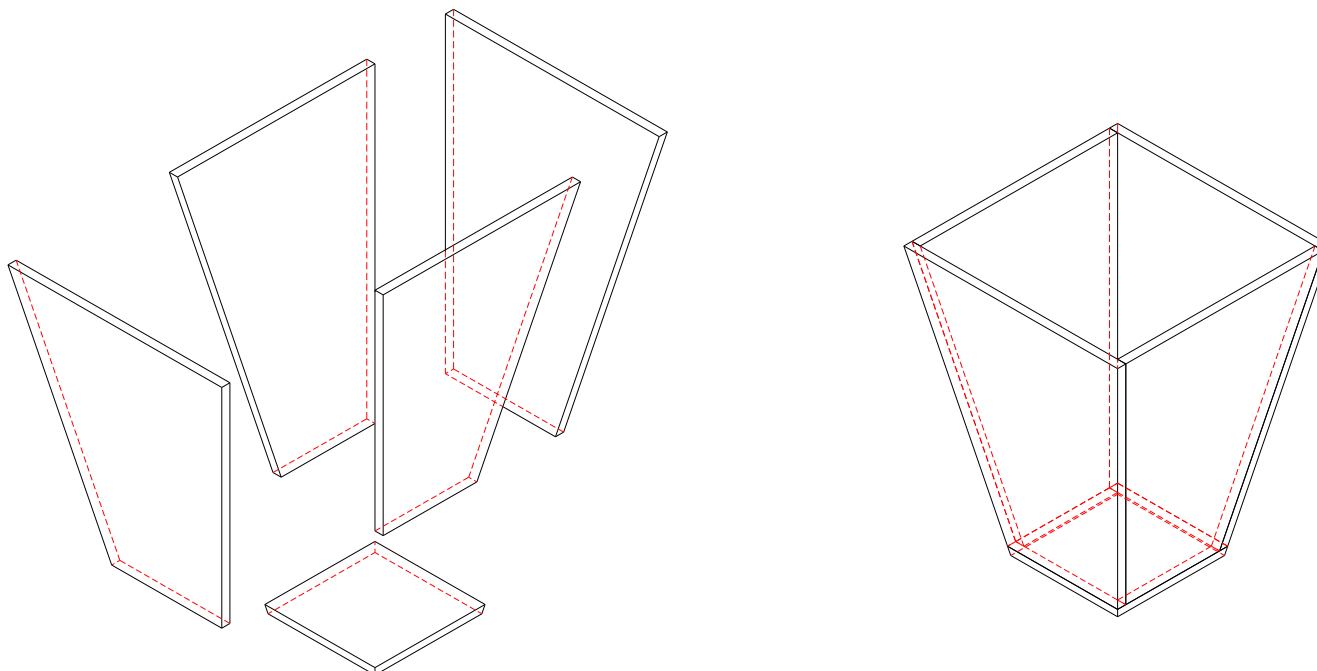
Figura B.5.2. Pieza lateral 2 del vaso piramidal ancho 40-80.



 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_03	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: BASE VASO PIRAMIDAL 40-80	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 3 / 20
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

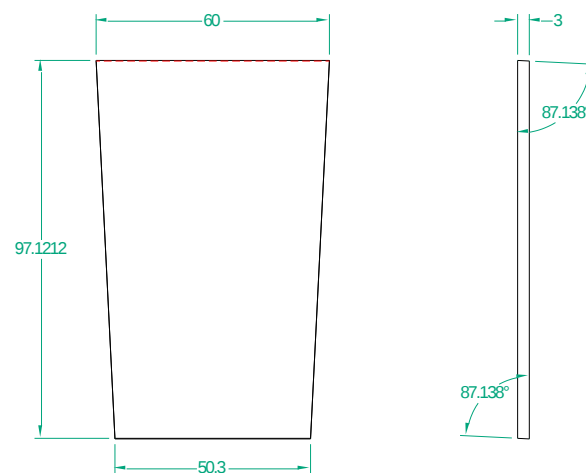
Figura B.5.3. Pieza base de 40 mm del vaso piramidal ancho 40-80.

NOTA:
PEGADO CON CLORURO
DE METILENO



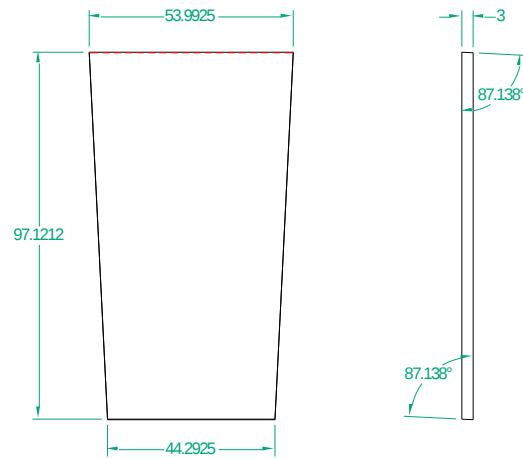
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_04	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: VASO PIRAMIDAL 40-80 ARMADO	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)	
ESC: SIN	DIB No: 4 / 20	CANTIDAD:	
MATERIAL: ACRILICO DE 3 MM		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.5.4. Explosivo de armado del vaso piramidal ancho 40-80



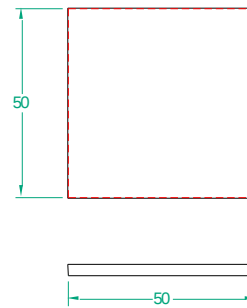
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_05	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 1 VASO PIRAMIDAL 50-60	
	LABORATORIO	FECHA: NOV 2012	ACOT. mm (pulg.)
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	ESC: SIN	DIB. No: 5 / 20
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	
		CANTIDAD: 2 Pzas.	REVISOR/APROB. E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.5. Pieza lateral 1 del vaso piramidal ancho 50-60.



	ARCHIVO: VASOPIR_06	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 2 VASO PIRAMIDAL 50-60	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 6 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

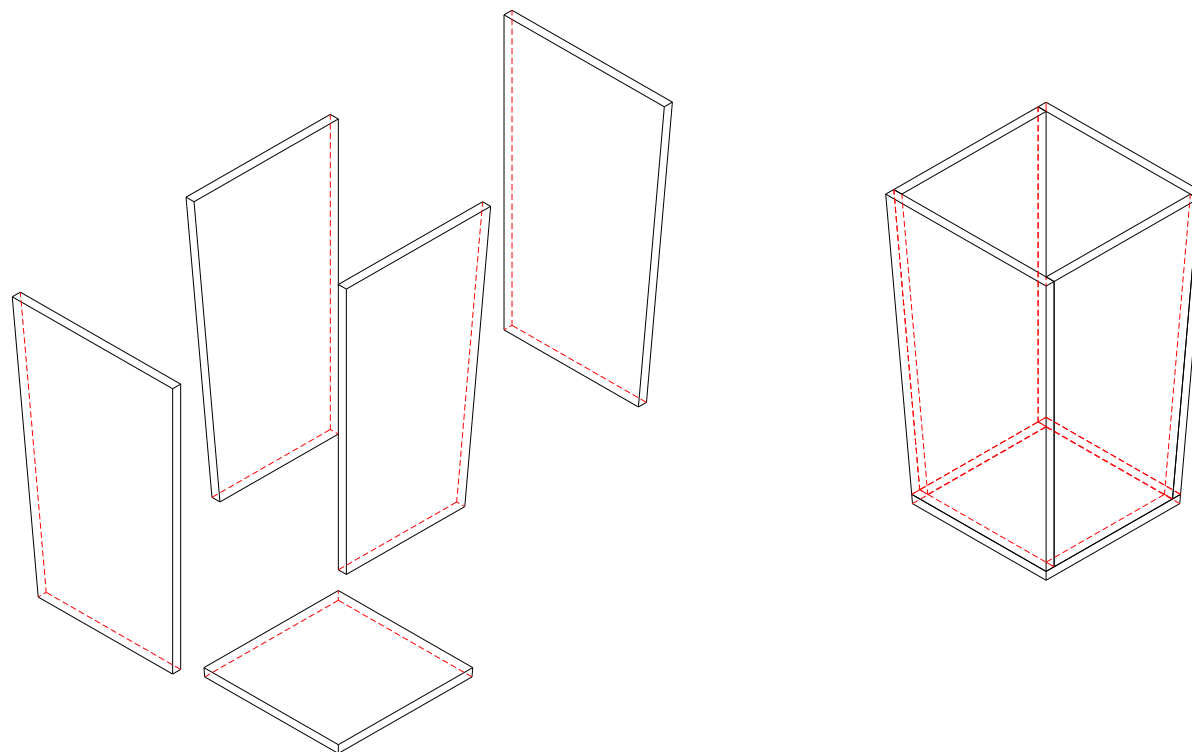
Figura B.5.6. Pieza lateral 2 del vaso piramidal ancho 50-60.



 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	ARCHIVO VASOPIR_07	VASOS PIRAMIDALES			
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE BASE VASO PIRAMIDAL 50-60			
 UNAM	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA NOV 2012		ACOT. mm (pulg.)	
		ESC SIN		DIBNo. 7 / 20	
				CANTIDAD 1 Pza.	
				MATERIAL ACRILICO DE 3 mm	
				REVISOR/PROBO E.J.V.M./H.A.D.	

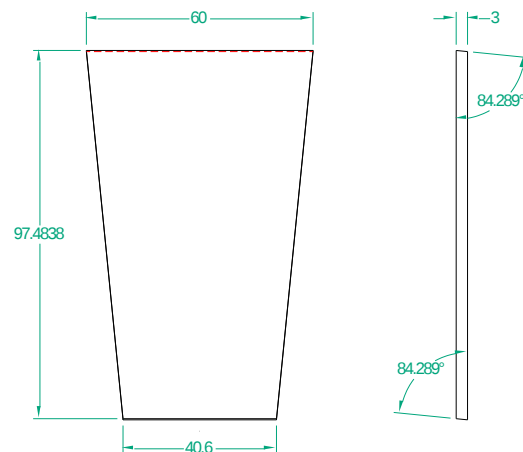
Figura B.5.7. Pieza base de 50 mm del vaso piramidal ancho 50-60.

NOTA:
PEGADO CON CLORURO
DE METILENO



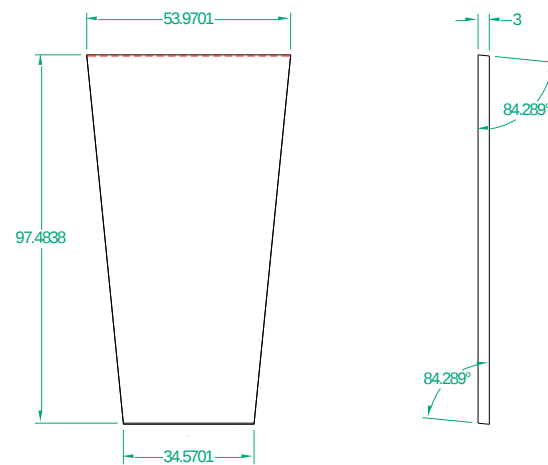
	ARCHIVO: VASOPIR_08		VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE: VASO PIRAMIDAL 50-60	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		FECHA: NOV 2012 ACOT: mm (pulg.) ESC: SIN DIB. No: 8 / 20 CANTIDAD: MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	
				REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.8. Explosivo de armado del vaso piramidal ancho 50-60.



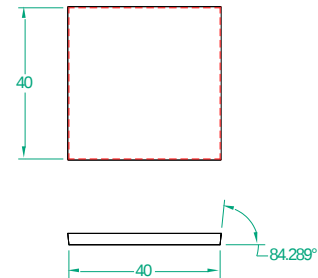
	ARCHIVO: VASOPIR_09	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 1 VASO PIRAMIDAL 40-60	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DB N°: 9 / 20
			CANTIDAD: 2 Pzas.
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.9. Pieza lateral 1 del vaso piramidal ancho 40-60.



	ARCHIVO: VASOPIR_10	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 2 VASO PIRAMIDAL 40-60	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 10 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

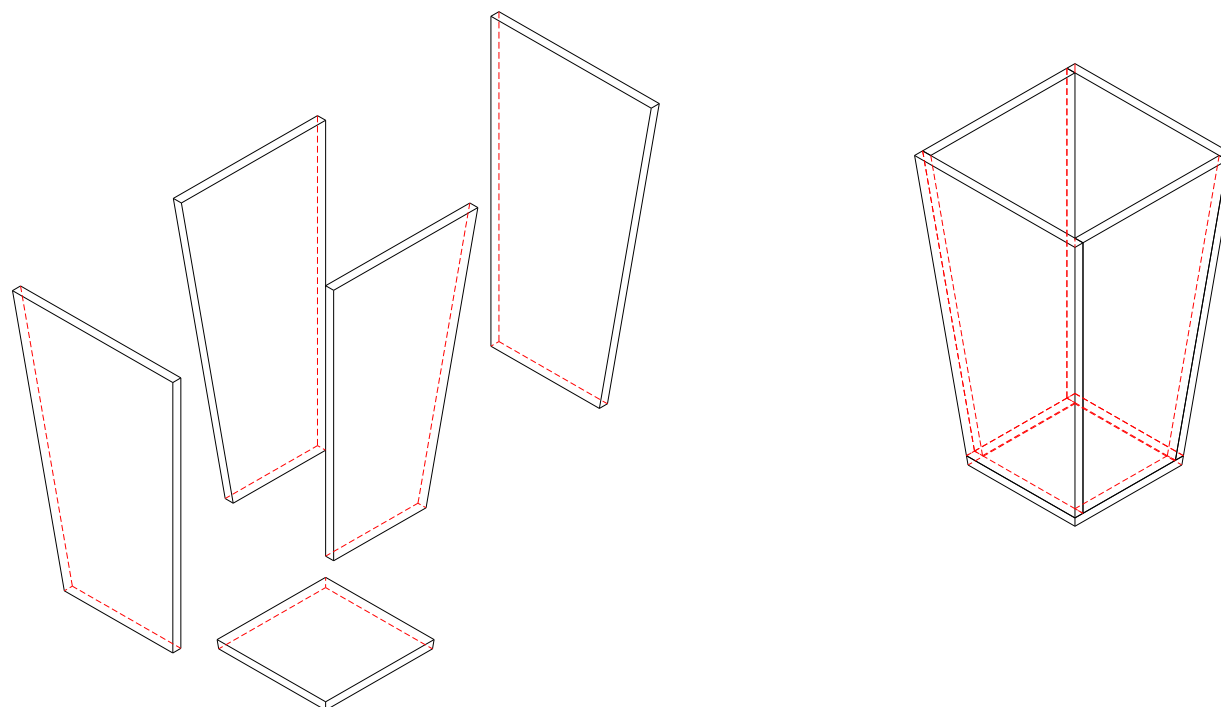
Figura B.5.10. Pieza lateral 2 del vaso piramidal ancho 40-60.



	ARCHIVO: VASOPIR_11	VASOS PIRAMIDALES		
	PROYECTO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: BASE VASO PIRAMIDAL 40-60		
	LABORATORIO GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)	
		ESC: SIN	DB No: 11 / 20	CANTIDAD: 1 Pza.
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

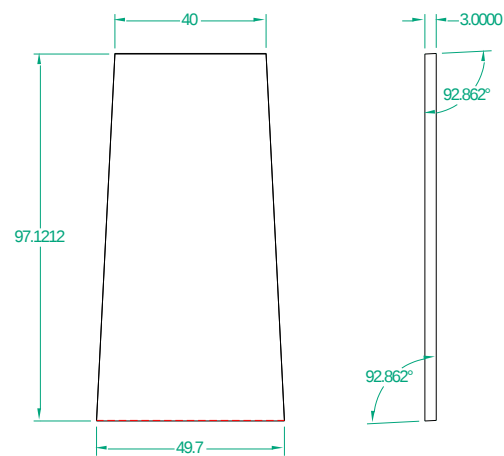
Figura B.5.11. Pieza base de 40 mm del vaso piramidal ancho 40-60.

NOTA:
PEGADO CON CLORURO
DE METILENO



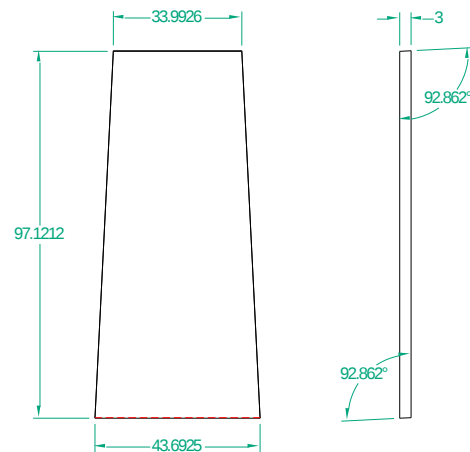
	ARCHIVO: VASOPIR_12		VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.		NOMBRE: VASO PIRAMIDAL 40-60 ARMADO	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS		DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
			FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESQ: SIN	DIB No: 12 / 20	CANTIDAD:
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.12. Explosivo de armado de vaso piramidal ancho 40-60.



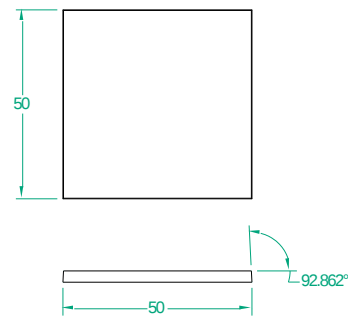
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_13	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 1 VASO PIRAMIDAL 50-40	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 13 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.13. Pieza lateral 1 del vaso piramidal angosto 50-40.



	ARCHIVO: VASOPIR_14	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 2 VASO PIRAMIDAL 50-40	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DB N°: 14 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

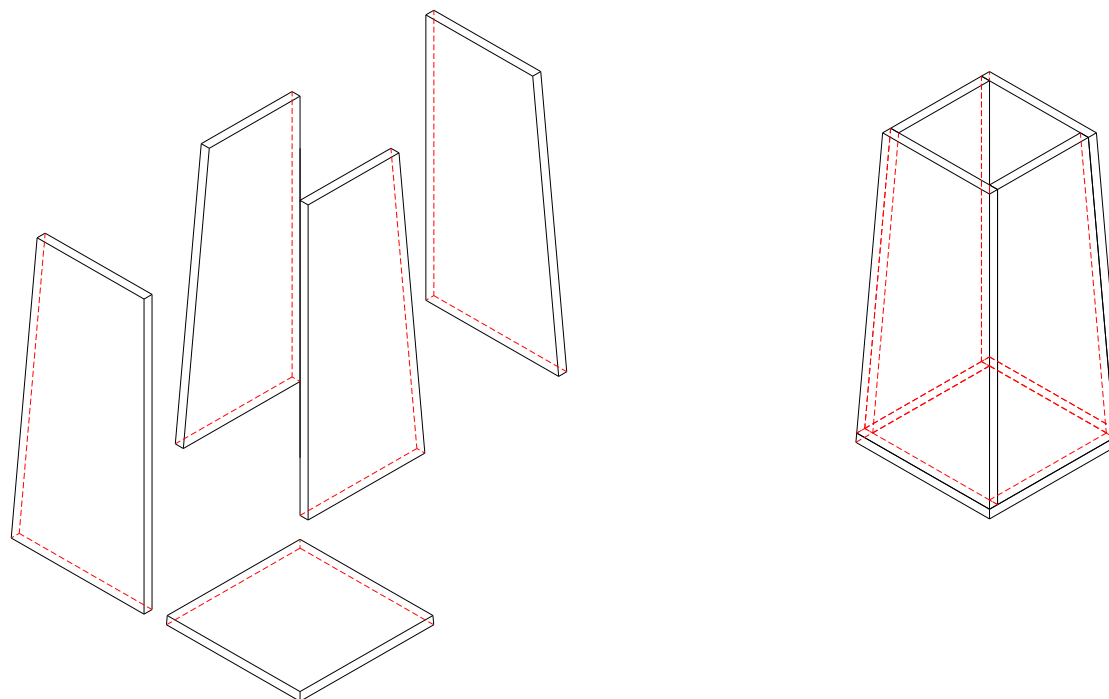
Figura B.5.14. Pieza lateral 2 del vaso piramidal angosto 50-40.



 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_15	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: BASE VASO PIRAMIDAL 50-40	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: No. 15 / 20
		CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	
			
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

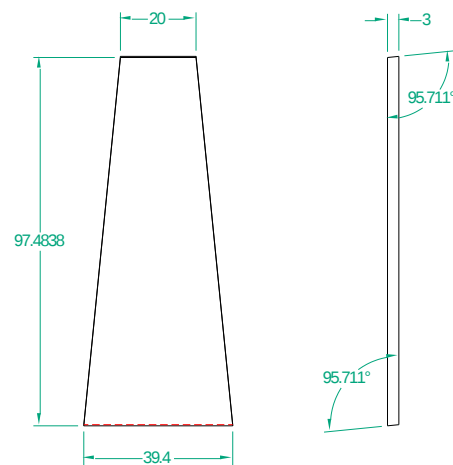
Figura B.5.15. Pieza base de 50 mm del vaso piramidal angosto 50-40.

NOTA:
PEGADO CON CLORURO
DE METILENO



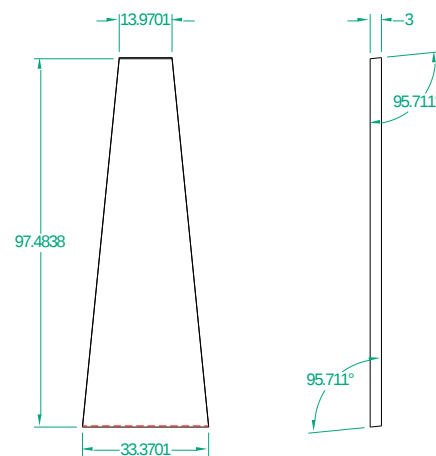
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_16	VASOS PIRAMIDALES			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: VASO PIRAMIDAL 50-40 ARMADO			
 UNAM	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.		DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
		FECHA: NOV 2012		ACOT: mm (pulg.)	
		ESC: SIN		DIB: 16 / 20	
		CANTIDAD:			
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.5.16. Explosivo de armado del vaso piramidal angosto 50-40.



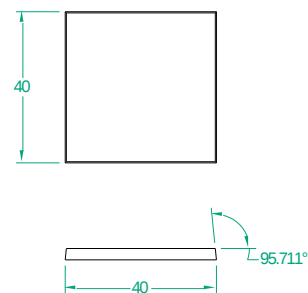
 UNAM	ARCHIVO: VASOPIR_17	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 1 VASO PIRAMIDAL 40-20	
 UNAM	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 17 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.5.17. Pieza lateral 1 del vaso piramidal angosto 40-20.



	ARCHIVO: VASOPIR_18	VASOS PIRAMIDALES	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: LADO 2 VASO PIRAMIDAL 40-20	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB: 18 / 20
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

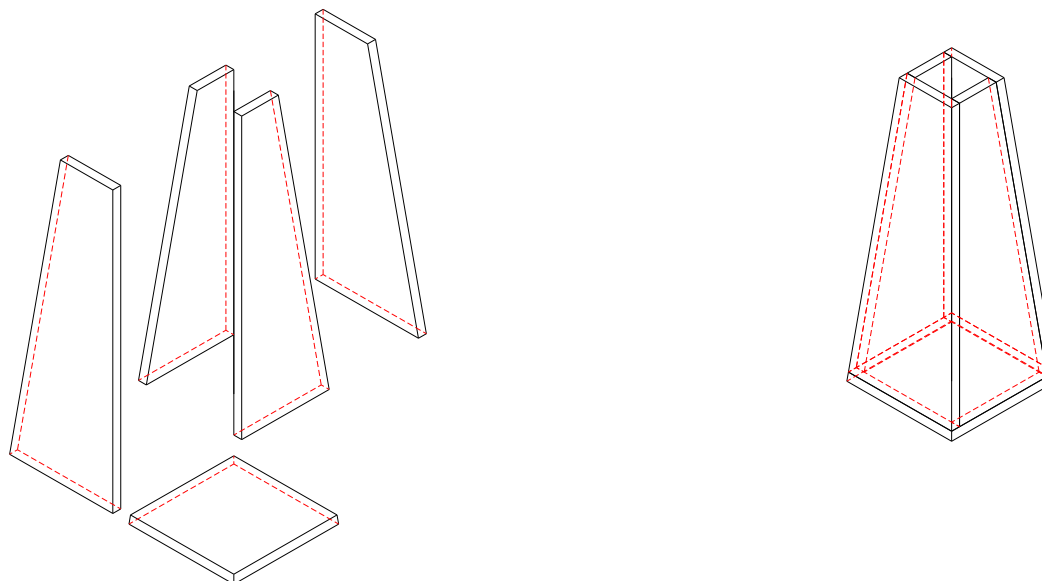
Figura B.5.18. Pieza lateral 2 del vaso piramidal angosto 40-20.



	ARCHIVO: VASOPIR_19	VASOS PIRAMIDALES			
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: BASE VASO PIRAMIDAL 40-20			
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.		
		FECHA: NOV 2012	ACOT. mm (pulg.)		
		ESC: SIN	DIB.No: 19 / 20	CANTIDAD: 1 Pza.	
		MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm			
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.			

Figura B.5.19. Pieza base de 40 mm del vaso piramidal angosto 40-20.

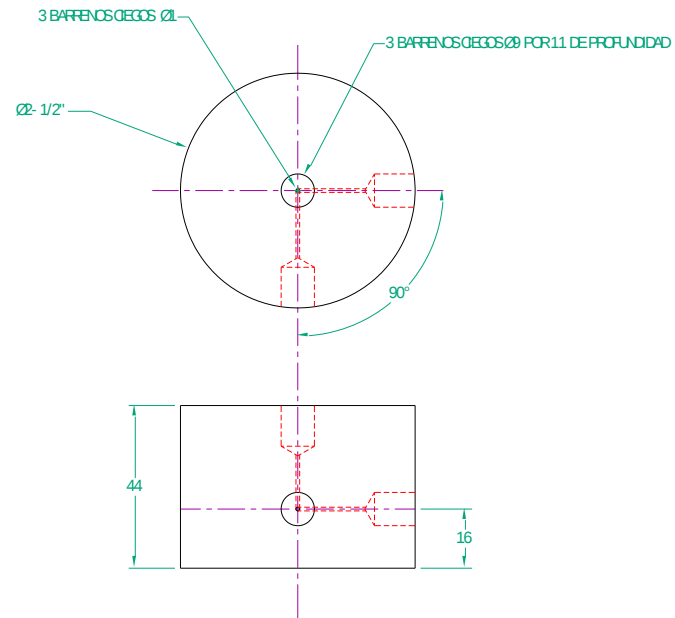
NOTA:
PEGADO CON GLORUP
DE METILENO



 SISTEMA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	ARCHIVO: VASOPIR_20	VASOS PIRAMIDALES		
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: VASO PIRAMIDAL 40-20 ARMADO		
	 UNAM	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DEBIDO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: NOV 2012 ESC: SIN MATERIAL: ACRILICO DE 3 mm	ACOT. mm (pulg.): DB No. 20 / 20 ORITADO:	
REVISOR/APROBADO E.J.V.M./H.A.D.				

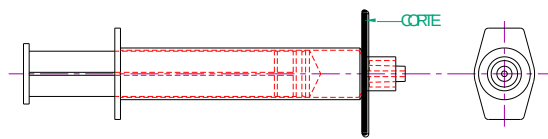
Figura B.5.20. Explosivo de armado del vaso piramidal angosto 40-20.

B.6 Conector de jeringas



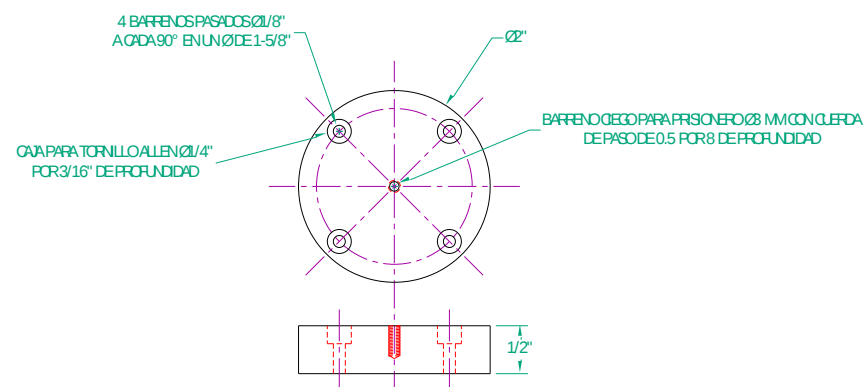
	ARCHIVO: CONECJE_01	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONECTOR DE JERINGAS	
	LABORATORIO:	DE/DI: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: OCT 2014	ACOT. mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB.No: 1 / 10
		MATERIAL: PVC Ø2-1/2"	
		REVISOR/APOBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.6.1. Conector de jeringas.



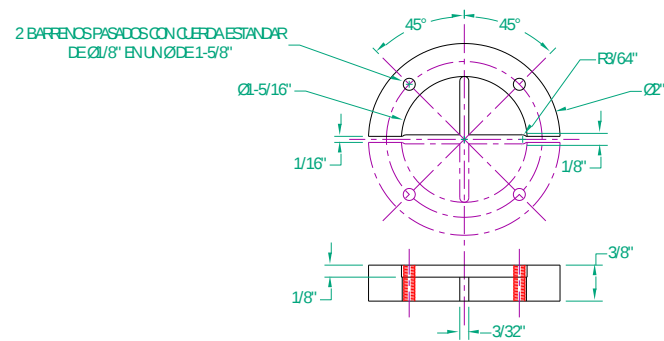
 UNAM	ARCHIVO: CONEJCJE_02	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CORTE DE PUNTA DE JERINGA	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB. No: 2 / 10
		CANTIDAD:	
		MATERIAL: JERINGA COMERCIAL 3 O 5 ML.	REVISÓ/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.6.2. Corte de la punta de jeringa de 3 ml o 5 ml para conectar el sensor de presión de LESA al conector de jeringas.



	ARCHIVO: CONEJJE_03	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPA JALADOR GRANDE	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.) 1 / 8
		ESC: SIN	DIB. No. 3 / 10 CANTIDAD: 1 Pza.
		MATERIAL: BARRA DE PVC DE $\varnothing 2"$	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

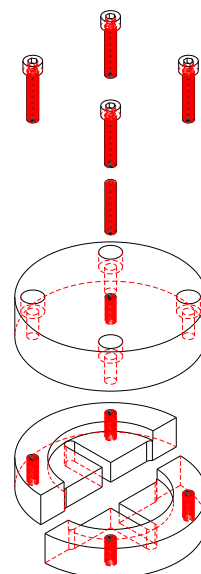
Figura B.6.3. Pieza tapa superior del jalador grande de jeringas, para jeringas de 20 y 60 ml.



 UNAM	ARCHIVO: CONEJJE_04	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONTRATAPA JALADOR GRANDE	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB No: 4 / 10
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: BARRA DE PVC DE Ø2"	REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

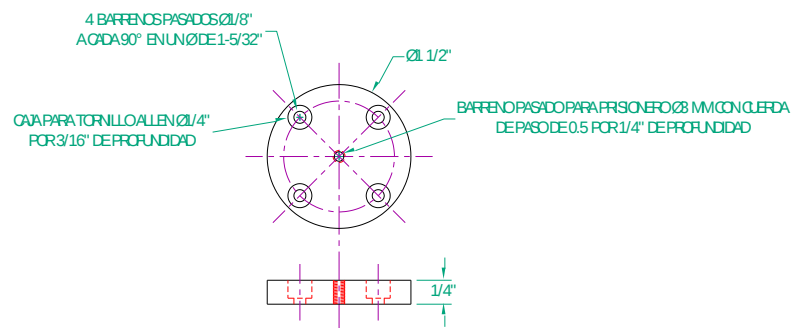
Figura B.6.4. Pieza contratapa del jalador grande de jeringas, para jeringas de 20 y 60 ml.

NOTA:
TORNILLOS CABEZA ALLEN Ø1/8", 40, POR 3/4" DE LARGO
FRISONEROS 3MM, PASEO 0.5, POR 16 DE LARGO



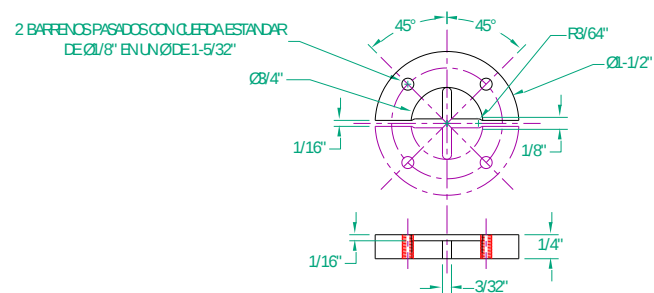
 UNAM	ARCHIVO: CONEJJE_05	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: ARMADO JALADOR GRANDE	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
	ESC: SIN	DIB No: 5 / 10	CANTIDAD:
	MATERIAL:		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

Figura B.6.5. Explosivo de armado de contratapa y tapa superior del jalador grande de jeringas con tornillos tipo Allen.



	ARCHIVO: CONEJJE_06	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: TAPA JALADOR CHICO	
		DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB. No. 6 / 10 CANTIDAD: 1 Pza.
		MATERIAL: BARRA DE PVC DE $\varnothing 1/2"$	REVISÓ/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

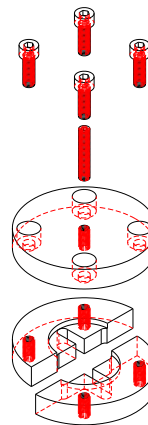
Figura B.6.6. Pieza tapa superior del jalador chico de jeringas, para jeringas de 5 y 10 ml.



	ARCHIVO: CONEJJE_07	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: CONTRATAPA JALADOR CHICO	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB No: 7 / 10
		CANTIDAD: 2 Pzas.	
		MATERIAL: BARRA DE PVC DE $\varnothing 1-1/2"$	REVISÓ/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.

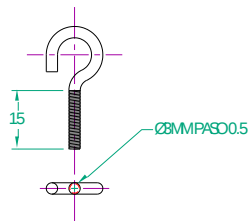
Figura B.6.7. Pieza contratapa del jalador chico de jeringas, para jeringas de 5 y 10 ml.

NOTA:
TORNILLOS C/BEZA ALLEN 21/8", 40, POR 3/8" DE LARGO
FRISONEROS 3MM PASO 0.5, POR 16 DE LARGO



 UNAM	ARCHIVO: CONEJJE_08	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE: ARMADO JALADOR CHICO	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.
		FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
ESC: SIN		DIB No: 8 / 10	CANTIDAD:
MATERIAL:		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.6.8. Explosivo de armado de contratapa y tapa superior del jalador chico de jeringas con tornillos tipo Allen.



	ARCHIVO: CONEJJE_09	CONECTOR DE JERINGAS	
	PROYECTO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU APRENDIZAJE.	NOMBRE:	
	DIBUJO: LUIS VELAZQUEZ A.	DISEÑO: E.J.V.M. / H.A.D.	
	LABORATORIO: GRUPO DE COGNICIÓN Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	FECHA: OCT 2014	ACOT: mm (pulg.)
		ESC: SIN	DIB.Nº: 9 / 10
		CANTIDAD:	
		MATERIAL:	
		REVISOR/PROBO: E.J.V.M./H.A.D.	

Figura B.6.9. Armella con rosca milimétrica para jalador de jeringas.

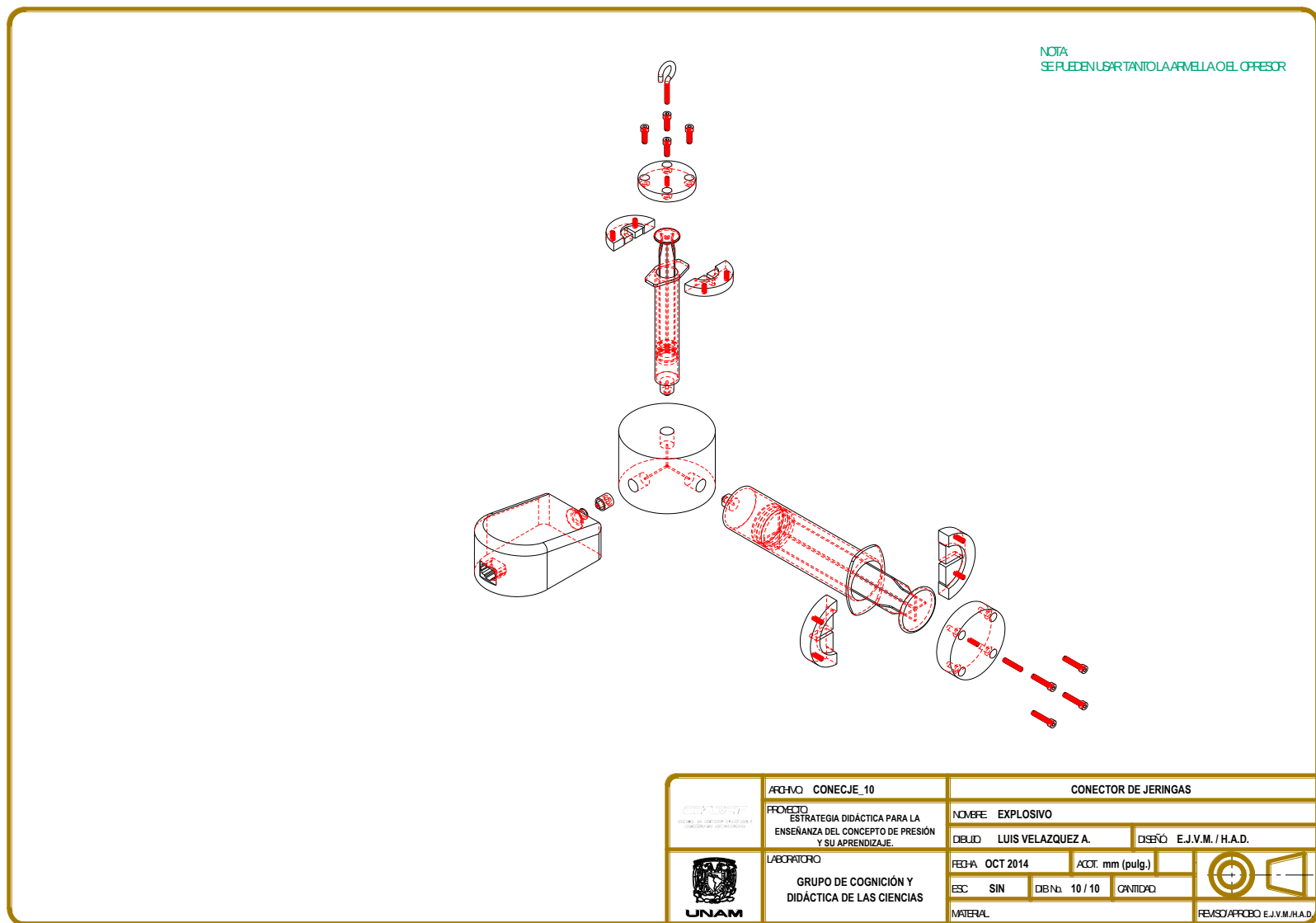


Figura B.6.10. Explosivo de armado de conector de jeringas con jeringas y medidor de presión.

Anexo C Lista de partes y materiales

C.1 Kit de Tubos:

Tubo circular de acrílico de 62.5 mm (2 ½") de diámetro exterior y 3 mm (1/8") de pared

Tubo circular de acrílico de 9.5 mm (3/8") de diámetro exterior y 3 mm (1/8") de pared

Lámina de estireno (tapas) de 0.8 mm (1/32") de espesor

C.2 Cámara de diferencias de presión

Tubo circular de acrílico grueso (cámaras) 62.5 mm (2 ½") de diámetro exterior y 3 mm (1/8") de pared

Placa de acrílico (Conector central y fijadores externos de lámina látex) 12 mm (1/2") de grosor

Tubo circular de PVC (cámaras) de 7.9 mm (5/16") de diámetro exterior y 4.4 mm (11/64") de diámetro interior.

Manguera de plástico 6.26 mm (1/4") de diámetro exterior

Jeringa de plástico de 60 ml

Tapón de hule chico no. 00.

Lámina delgada o guantes para exploración de látex

Cinta de teflón para sellar rosca

Ligas de látex

C.3 Placas de Magdeburgo

Placa de acrílico de 12 mm (1/2") de grosor (Placas)

Barra circular de PVC (agarradas y jaladeras: manijas de placas) 38.1 mm (1 ½") de diámetro (Barra hexagonal de latón (conector de válvula) 12 mm (1/2")

Barra hexagonal de latón (conector de medidor de presión y tapón del conector de medidor de presión) 7.9 mm (5/16")

O´ring pequeño de hule ¼" (empaquete de tapón del conector de medidor de presión, dempaquete entre la llave y la placa)

O´ring mediano de hule 2 ½" (empaquete para cámara pequeña)

O´ring grande de hule 6" (empaquete para cámara grande)

Válvula o llave de paso de latón para gas de 7/16" (válvula de conexión a la bomba de vacío)

Cinta de teflón para sellar rosca

Lámina de neopreno o hule látex de 20 cm x 40 cm x 0.65 mm (25/1000") (anillo plano)

C.4 Cámaras de vacío

Tubo circular de acrílico 6" (cámara grande de vacío y cámara mayor de vacío)

Tubo circular de acrílico de 62.5 mm (2 ½") de diámetro exterior y 3 mm (1/8") de pared (cámaras de vacío chica y media)

Tubo circular de acrílico (3/4") de diámetro exterior y

Placa de acrílico de 9 mm (3/8")

Placa de acrílico de 3 mm (1/8")

Barra de acrílico de 1/8"

Barra de acrílico de (1 ¼")

Barra de PVC de 8 mm (5/16")

Placa de acrílico ½" (ajustes de circularidad de la cámara de 3 l y de 5 l y tapa de la cubierta de la cámara de 5 l)

Alambre de acero de piano para resorte 1/32" (Resorte helicoidal)

Alambre de acero piano de 0.33 mm (13/1000") (Resorte helicoidal delgado)

Grasa de silicón para vacío

C.5 Vasos piramidales

Placa de acrílico transparente de 3 mm

Pegacril

C.6 Conector de jeringas

Barra circular de PVC de 2 1/2" de diámetro por 4.4 cm

2 Barras circulares de PVC de 2" de diámetro, una por 1/2" y otra por 3/8"

2 Barras circulares de PVC de 1 1/2" de diámetro por 0.64 cm (1/4")

Jeringa comercial de plástico de 3 o 5 ml para despuntar

Jeringa comercial de plástico de 5 ml

Jeringa comercial de plástico de 10 ml

Jeringa comercial de plástico de 20 ml

Jeringa comercial de plástico de 60 ml

4 Tornillos cabeza allen de 1/8" 40 por 3/4"

4 Tornillos cabeza allen de 1/8" 40 por 3/8"

Armella abierta de 3/8"

2 Opresores tipo Allen milimétrico de 3 mm 0.5 por 16 mm de largo

<http://www.tornillosvertiz.com/index.php/component/virtuemart/tornillos-cuerda-standard/tornillos-cabeza-allen/tornillos-hexagonal-maquina-grado-2-180-183-1842013-04-08-20-23-54-207-2082013-04-10-18-37-13-2112013-05-01-16-34-37-236-237-2382013-05-09-14-58-49-detail?Itemid=0> (consultado el 30 de octubre de 2014)

Anexo D Registro de actividades didácticas de prueba del equipo

En esta parte se presentan las transcripciones de lo que anotaron los alumnos del profesor Eduardo Federico Eliosa León del plantel 8 de la ENP al finalizar el curso de Física IV área 2 de la ENP.

Estas anotaciones se hicieron sobre hojas de las guías de actividades experimentales que realizaron los alumnos con el equipo desarrollado en el proyecto. Estas anotaciones están integradas por texto y dibujos que dan respuesta a los cuestionamientos planteados en las guías.

Se considera que en dichas anotaciones se expresan, ya sea de forma explícita o implícita, si el equipo funciona al permitir que los alumnos observen los fenómenos o efectos que se desean y para los cuales fueron diseñados, además nos permitirían identificar alguna deficiencia, limitación o falla que se deba corregir. Hemos subrayado las partes de texto que consideramos indicativos de tales expresiones, igualmente se han enmarcado en un cuadro verde los dibujos donde se muestra el equipo ya sea en su manera de operar o en el resultado o efecto obtenido con ellos.

Es importante recalcar para los fines del presente informe, con este análisis no se pretende evaluar el conocimiento, ni el aprendizaje de los alumnos, ni la funcionalidad didáctica de las actividades propuestas en las guías.

El orden en que se presentan las transcripciones corresponde al que aparecen en el cuerpo del informe y no necesariamente al que se seguiría en una propuesta didáctica. Para esto, el nombre de cada equipo antecede a cada hoja de guía.

D.1 Kit de tubos

Registro de Actividades: Inv. 3. La Acción de la Columna de Agua

Equipo 6

Metas: Observar la influencia de una columna de agua o de otro líquido.

El estudiante elaborará una explicación de las características de acción de líquido, como agua, agua de mar o alcohol, sobre el agua.

Actv. 1. ¿Cuánta agua se requiere para que caiga la lámina?

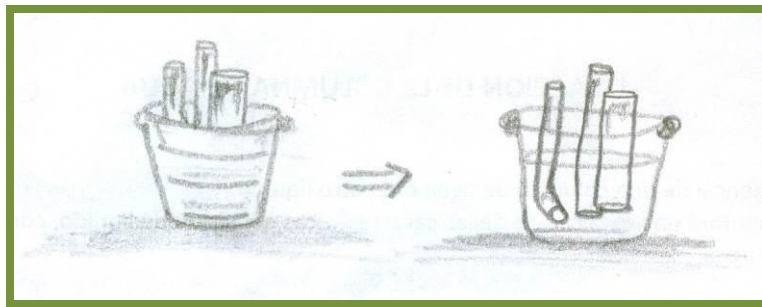
¿A qué nivel va a llegar el agua que necesitas agregar dentro de los tubos para que se caiga la lámina?

¿Será diferente en los tres tubos o será igual?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

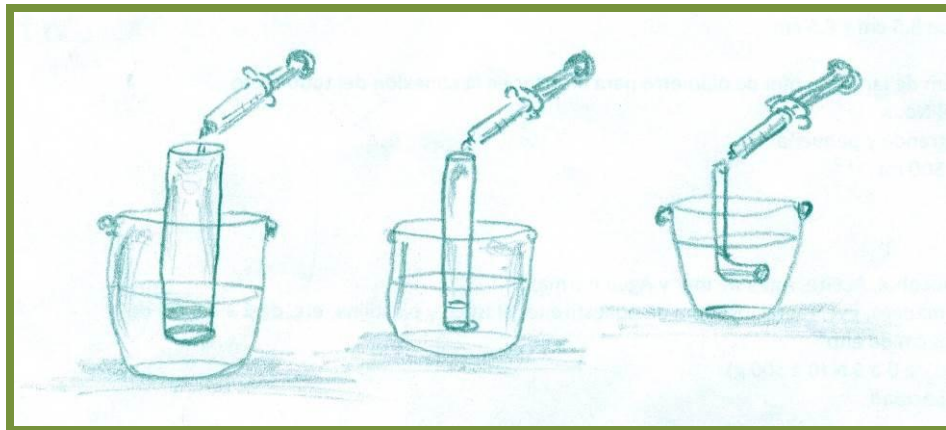
[Hay dos dibujos relacionados, entre ellos hay una flecha con doble raya ("=>") indicando que del primero se pasa al segundo. El primero se aprecia una cubeta opaca con los 3 tubos introducidos en ella y sobresaliendo un poco arriba de ella. En el segundo se aprecia es igual al primero pero con la cubeta transparente ya que se aprecia en su interior el nivel del agua y los tubos dentro de ella sobresaliendo del agua y de la cubeta.

No se aprecia una indicación de que se espera observar, ni cuales son las láminas, etc., además los dibujos son artísticos ya que muestran sombras y brillos.]



2.- Haciendo la observación.

[Tampoco hay texto que describa o indique lo observado. Hay 3 dibujos, cada uno de una cubeta transparente con uno de los tubos inmersos parcialmente en el agua, con una jeringa introduciéndole lentamente agua y parece que el nivel del agua introducida, supongo la necesaria para que se desprenda la lámina, se indica con una pequeña línea u ovalo dentro del tubo y en la parte sumergida de este. Aunque parece que los niveles de agua se trazan iguales en los tres tubos, no hay otra indicación que confirme esto. De nuevo los dibujos son artísticos por que se aprecian detalles, sombras y brillos.]



3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

⊕ Difieren debido a que la cantidad de agua dentro de los tubos no es la misma. También influye el diámetro de los tubos. Para los tres tubos es el mismo nivel de agua donde se desprenden los discos. Pero difieren de la cantidad de agua.

Actv. 2. ¿Cuánta agua de mar, alcohol o aceite, se requiere para que caiga la lámina?

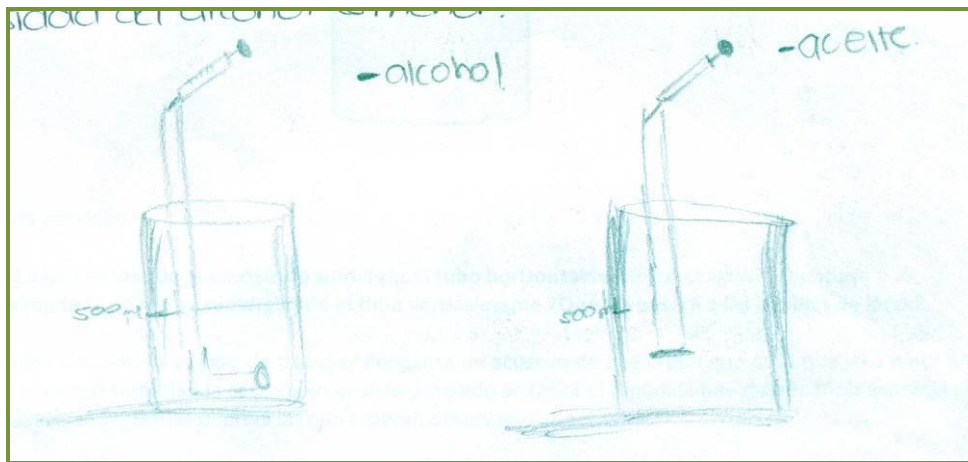
¿Cuánta agua de mar, alcohol o aceite se requiere, o a qué nivel van a llegar al agregarlos dentro del tubo delgado antes de que caiga la lámina? ¿Será diferente o igual a usar agua?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Es diferente [a usar agua] por la densidad de cada sustancia.

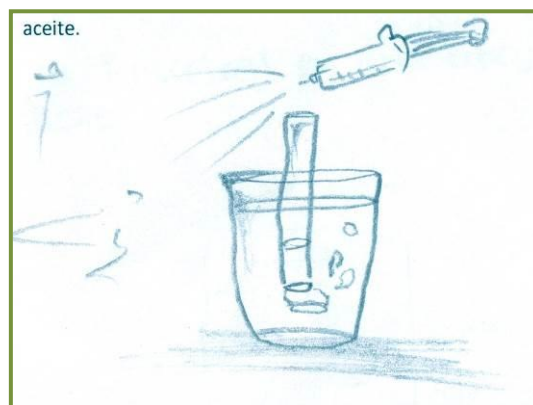
La densidad del alcohol es menor.

[Hay dos dibujos uno referido al alcohol y otro al aceite. El primer dibujo muestra al tubo en "L" parcialmente dentro de un vaso de precipitado grande con 500 ml de agua y una jeringa su pongo que introduciéndole alcohol al tubo, y un texto expresa "- alcohol". El segundo dibujo muestra al vaso recto y delgado también parcialmente dentro del vaso de precipitados que marca los 500 ml, no se aprecia el líquido en el vaso, y la jeringa que supongo está introduciendo aceite, ya que hay un texto que expresa "- aceite". Parece que en ambos dibujos se muestran las láminas que tapan los extremos sumergidos en el líquido.]



2.- Haciendo la observación.

[Hay un dibujo, algo artístico, que muestra al tubo recto parcialmente sumergido en el agua contenida en un vaso, en el tubo se muestra el nivel del líquido que se le introdujo, la lámina que lo tapaba cayendo y tres óvalos que parece representar tres gotas del líquido que se introdujo y después salió del tubo al caer la lámina. Arriba del tubo está la jeringa como echando chorro del líquido.]



3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

+ Si lo confirmamos.

El líquido es diferente.

La cualidad a la que se le atribuye la diferencia en la cantidad del líquido, es la densidad.

D.2 Cámara de diferencias de presión

Registro de Actividades: Inv. 3. La Acción de la Columna de Agua

Equipo 6

Metas: Observar la influencia de una columna de agua o de otro líquido.

El estudiante elaborará una explicación de las características de acción de líquido, como agua, agua de mar o alcohol, sobre el agua.

Actv. 3 ¿Qué les pasa a la láminas cuando sumerges el cilindro en el agua?

¿Qué le pasará a las láminas de látex cuando sumerges el tubo horizontalmente en el agua? ¿Qué pasa si lo destapas? Si se repite la actividad sumergiendo el tubo verticalmente ¿Qué les pasará a las láminas de látex?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

+ Las paredes de látex se contraen

+ [Cuando] la [cámara se sumerge] vertical en la de abajo se sume y la de arriba sale

2.- Haciendo la observación.

Verticalmente: la pared de látex superior se expande más cuando se sumerge a mayor profundidad.

Horizontalmente: se expanden hacia adentro cuando lo sumerges entre más profundidad más expansión

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Verticalmente: al sumergirlo sin la tapa la lámina de látex se expande más hacia adentro

Horizontalmente: se llena de agua el tubo

[Parece que en esta parte los alumnos describen lo observado cuando se quitó el tapón. De manera que no es la confrontación de lo pensado con lo observado, sino parte de lo que debía ir en la sección 2.]

Registro de Actividades: Inv. 2. La acción del aire II

Equipo 2:

METAS: Observar las deformaciones de las paredes látex de 2 cámaras contiguas al introducirles o sacarles aire.

El estudiante desarrollará una descripción y una explicación global de lo que ocurre en las cámaras.

Actv. 1. ¿Qué le ocurrirá en las cámaras cuando se introduzca el émbolo de la jeringa?

¿Qué ocurrirá cuando metan el émbolo? ¿Qué pasará cuando quiten el tapón?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Todos. 2 de 3 membranas se inflarán [cuando se introduzca el émbolo]

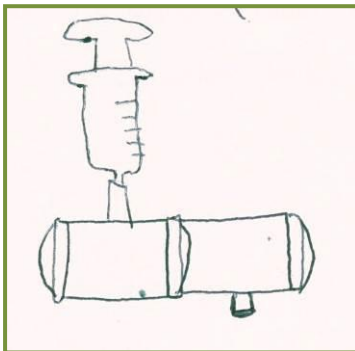
Cuando quitemos el tapón sólo se inflará 1.

2.- Haciendo la observación.

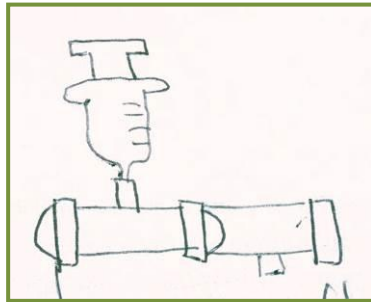
[1ª. Parte]

Todos se inflan

[Hay dos dibujos, en el primero que corresponde a la primera parte de la actividad cuando se introduce el émbolo, se muestra del dispositivo mostrando émbolo introducido, membranas externas infladas hacia afuera, membrana intermedia inflada hacia la cámara que tiene el tubito el cual se dibuja tapado.]



[2ª. Parte]
Solo dos se inflan



[En el segundo dibujo, que corresponde a la segunda parte de la actividad cuando se destapa el tubito, se muestra el dispositivo con el émbolo introducido, las dos membranas de la cámara donde se conecta la jeringa están infladas hacia afuera y la tercera membrana y externa a la cámara del tubito se muestra relajado y el tubito sin tapón.]

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

El momento de ponerle más aire aumenta la presión y este hace que las membranas se inflen, y cuando quitamos el tapón se desaloja la presión y hace que no se infle una de las paredes.

Actv. 2. ¿Qué pasará a las membranas cuando en una de las cámaras se jala la jeringa?

¿Qué pasará cuando jalen el émbolo? ¿Qué pasaría cuando quiten el tapón?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

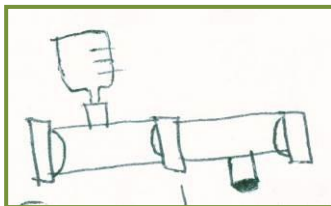
Las membranas se van a contraer

Cuando quitemos el tapón no se contraerán, se mantendrán igual

2.- Haciendo la observación.

[1ª. Parte]

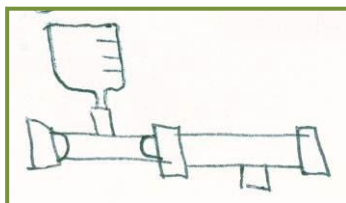
Se contraen todas las paredes



[Hay dibujo del dispositivo mostrando la jeringa sin émbolo, el tubito tapado, las membranas externas cóncavas hacia adentro y la membrana intermedia cóncava hacia adentro de la cámara donde se conecta la jeringa.]

[2ª. Parte]

Se contraen dos membranas



[Hay dibujo del dispositivo mostrando la jeringa sin émbolo, el tubito sin tapón, las dos membranas de la cámara donde se conecta la jeringa cóncava hacia adentro y la membrana externa de la cámara donde está el tubito no la muestran recta, como indicando que nada ocurre.

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

La presión del aire disminuye por lo tanto el volumen también

¿Esta explicación es semejante o diferente a la de la actividad anterior?

Semejante

Actv. 3. ¿Qué les ocurre a las cámaras cuando se les mete aire?

Tracen en el dibujo cómo quedaron las membranas de látex después de haber introducido o sacado el aire y retirado el tapón.

[En el dibujo que indica el arreglo final del experimento de la actividad 1 e inicial de la 1ª parte de esta actividad, no dibujan nada.]

En el dibujo que indica el arreglo final de la actividad 2 e inicial de la 2ª parte de esta actividad, los alumnos no dibujan nada.]

Usando otra jeringa ¿Cómo le haría para que la membrana que la membrana que está entre las dos cámaras quede plana? ¿Por qué?

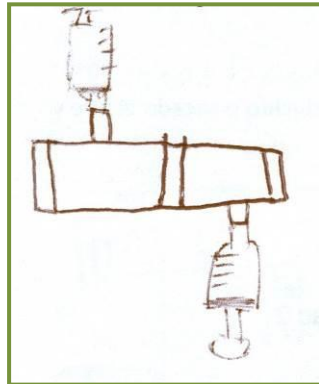
1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Introducir aire con una jeringa, y al mismo tiempo sacar aire al mismo tiempo.

Esto para que la presión ejercida sea desalojada al mismo tiempo.

2.- Haciendo la observación.

[Hay dibujo de arreglo experimental de las dos cámaras con jeringas en ambas, una jeringa parece con el émbolo introducido y la otra parece que está afuera, pero no es claro.]



3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Dependiendo de lo que hagamos va a cambiar la forma de las membranas, si sacamos aire se van a contraer las membranas si aplicamos aire las membranas se van a expandir, por otra parte si introducimos y extraemos aire, las membranas van a permanecer de la misma forma, esto si se realiza al mismo tiempo.

Registro de Actividades: Inv. 2. La acción del aire II

Equipo 3:

METAS: Observar las deformaciones de las paredes látex de 2 cámaras contiguas al introducirles o sacarles aire.

El estudiante desarrollará una descripción y una explicación global de lo que ocurre en las cámaras.

Actv. 1. ¿Qué le ocurrirá en las cámaras cuando se introduzca el émbolo de la jeringa?

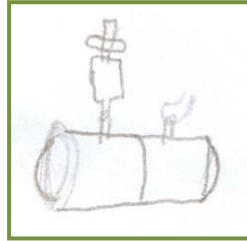
¿Qué ocurrirá cuando metan el émbolo? ¿Qué pasará cuando quiten el tapón?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Se piensa que al aumentar la presión del aire las cámaras aumentarán su presión y se pandearán las membranas de látex

2.- Haciendo la observación.

Se inflan las cámaras exteriores menos la que esta de lado de la jeringa



[Hay un dibujo de las cámaras con la jeringa aparentemente con el émbolo introducido, las láminas de látex laterales infladas hacia afuera y, aparentemente, tapado el tubito corto de la cámara que no tiene la jeringa.]

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Cuando se mete el émbolo el aumento de P aumenta y las membranas se pandean, se retira el dedo de la mitad de la cámara por lo que una parte de la cámara pierde la presión aumentada mientras que la otra la conserva, ya que la presión sigue conteniéndose del lado de la jeringa al continuar tapado. Al quitar el dedo del otro lado el aire del exterior compensa la membrana haciendo que regrese a la normalidad.

Actv. 2. ¿Qué pasará a las membranas cuando en una de las cámaras se jala la jeringa?

¿Qué pasará cuando jalen el émbolo? ¿Qué pasaría cuando quiten el tapón?

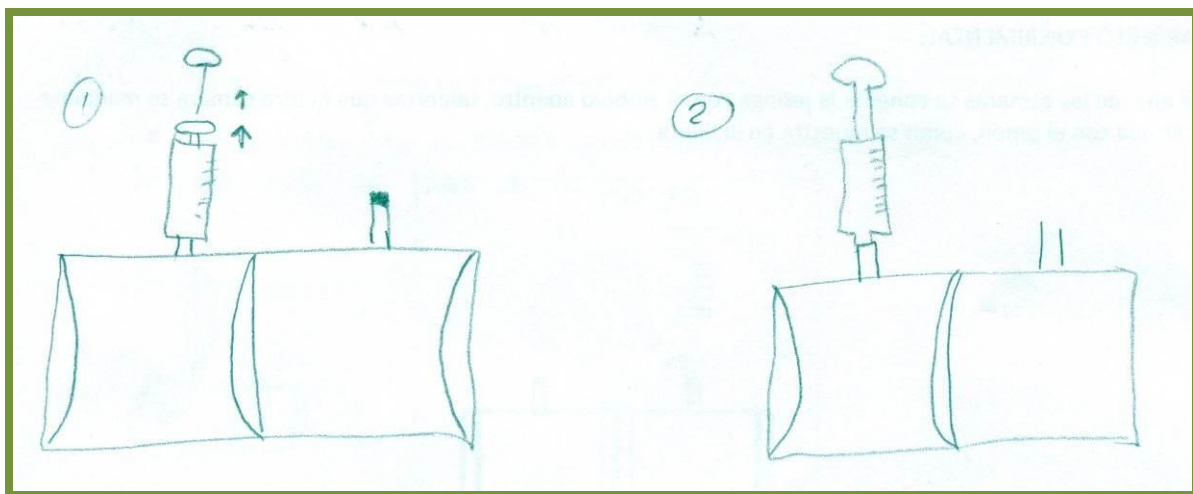
1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Las membranas serán atraídas hacia el interior y al quitar el dedo la membrana de ese lado regresará a la normalidad mientras que las otras seguirán contraídas.

2.- Haciendo la observación.

[Hay dos dibujos. El de la 1ª. Parte, el 1, donde aparecen las cámaras con el émbolo introducido en la jeringa y otro émbolo subido y con dos flechas hacia arriba indicando que se jala hacia afuera, las membranas externas se dibujan curvadas hacia adentro de la cámara, la membrana intermedia curvada hacia adentro de la cámara donde se conecta la jeringa, y el tubito de la otra cámara aparece cerrado.

En el dibujo 2, el de la 2ª. Parte, aparece el émbolo hacia afuera de la jeringa, las dos membranas de la cámara donde se conecta la jeringa están curvadas hacia adentro de esta cámara, el tubito de la otra cámara aparece destapado y la membrana exterior de esta cámara aparece recto o plano, sin curvarse.]



3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Antes de jalar el émbolo las membranas permanecen sin cambios, al jalar el émbolo las membranas se contraen hacia donde está la falta de aire, como en la figura 1 de arriba [figura 1 de la descripción del lo observado] al quitar el tapón la membrana de ese lado regresa a la normalidad y del lado de la jeringa sigue contraído, esto se explica ya que del lado del tapón el lado del exterior compensa el aire faltante y de la jeringa sigue la falta de aire.

¿Esta explicación es semejante o diferente a la de la actividad anterior?

Es el mismo principio, pero explicado a la inversa.

Actv. 3. ¿Qué les ocurre a las cámaras cuando se les mete aire?

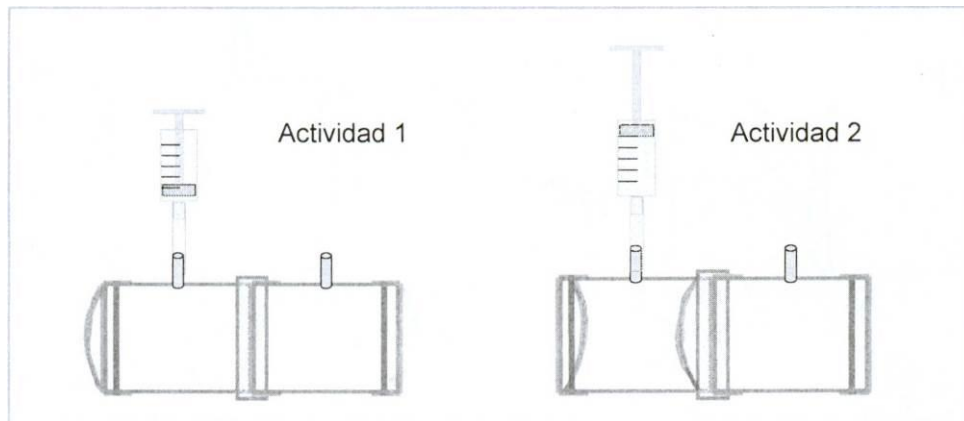
Tracen en el dibujo cómo quedaron las membranas de látex después de haber introducido o sacado el aire y retirado el tapón.

Usando otra jeringa ¿cómo le harían para que la membrana que está entre las dos cámaras quede plana? ¿Por qué?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

[En el dibujo que indica el arreglo final del experimento de la actividad 1 e inicial de la 1ª. parte de esta actividad, los alumnos trazan una línea curva hacia afuera indicando la convexidad de la membrana externa de la cámara donde está conectada la jeringa, mientras que para las otras dos membranas de la cámara que tiene el tubito destapado, trazan líneas rectas indicando que las membranas están relajadas, sin curvarse.

En el dibujo que indica el arreglo final de la actividad 2 e inicial de la 2ª parte de esta actividad, los alumnos trazan dos líneas curvas hacia adentro de la cámara donde está conectada la jeringa, indicando que sus membranas se flexionan hacia adentro de ella, mientras que la otra membrana externa de la cámara donde está el tubito sin tapón lo trazan con una línea recta indicando que está relajado.]



Al momento de igualar la presión se quedarán igualadas las tres membranas pues siempre y cuando las jeringas estén a la par en empuje.

Queda el supuesto que al momento de usar las dos jeringas la presión se igualará en las dos cámaras y la membrana del medio quedará igualada

2.- Haciendo la observación.

Al introducir la jeringa en la 2ª cámara no causará efecto alguno mientras que no se mueva el émbolo de ambas jeringas, las cámaras [se han de referir a las membranas] de látex se mantendrán conforme estaban cuando solo había una jeringa.

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Comparando lo propuesto con lo observado y debido al proceso que se llevo a cabo, la membrana logró igualarse.

Conclusión:

La membrana de en medio se quedo sin ninguna deformación, ya que la presión debe ser igual en a120mbas cámaras y no habrá ni pérdida ni ganancia de aire, así que se iguala

D.3 Placas de Magdeburgo

Registro de Actividades: Inv. 2. La acción del aire II

Equipo 2:

METAS: Observar las deformaciones de las paredes látex de 2 cámaras contiguas al introducirles o sacarles aire.
El estudiante desarrollará una descripción y una explicación global de lo que ocurre en las cámaras.

Actv. 4. Si se saca el aire de la cámara que hay entre las placas ¿Cuánta fuerza se requiere para separarlas?

Intenten separar las placas en ambos casos ¿Es igual la fuerza necesaria para separarlos o en un caso se requerirá más fuerza que en el otro? ¿A que se deberá esto?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Sera mas fácil separar las de diámetro pequeño a la de mas grande

2.- Haciendo la observación.

Se separa con mas facilidad el del diámetro pequeño que el mas grande

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Se debe a que en el diámetro mayor hay mas aire y al desalojarlo se genera mas vacio por ende se necesita mas trabajo para separarlo

Registro de Actividades: Inv. 2. La acción del aire II

Equipo 3:

METAS: Observar las deformaciones de las paredes látex de 2 cámaras contiguas al introducirles o sacarles aire.
El estudiante desarrollará una descripción y una explicación global de lo que ocurre en las cámaras.

Prueba realizada el 23 de marzo de 2015

Actv. 4. Si se saca el aire de la cámara que hay entre las placas ¿Cuánta fuerza se requiere para separarlas?

Intenten separar las placas en ambos casos ¿Es igual la fuerza necesaria para separarlos o en un caso se requerirá más fuerza que en el otro? ¿A que se deberá esto?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

Acordamos que al poner un anillo de menor diámetro el vacío de éste, y por lo tanto su presión, será menor que si colocamos un anillo de mayor diámetro, así que esperamos como resultado que las placas que tengan la cámara más pequeña sea más fácil de despegar que las que tienen una cámara mayor.

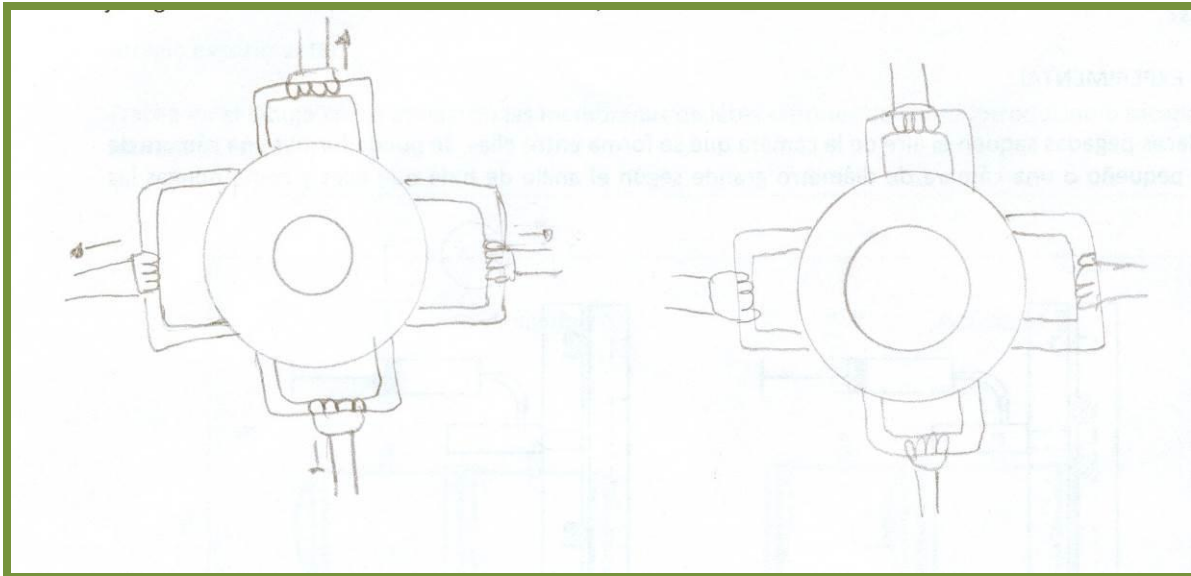
2.- Haciendo la observación.

[Hay dos dibujos que representan las placas en forma circular con cuatro manijas, cada una jalada por una mano.

En el primer dibujo, de la 1ª parte de esta actividad, junto a las manos hay una flecha que apunta hacia afuera, imagino indicando que jalen hacia afuera y al centro hay un círculo pequeño posiblemente indicando el o'ring pequeño y la cámara pequeña que se forma con este o'ring.

En el segundo dibujo, de la 2ª parte de esta actividad, el círculo al centro es más grande que el del primer dibujo, posiblemente indicando el uso del o'ring grande y que se obtiene una cámara más grande.

Nota: Aunque se pretende que ambas cámaras sean aproximadamente de igual volumen y de áreas diferentes, parece que los alumnos las interpretan de volúmenes o tamaños diferentes.]



3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

- Como lo esperamos, tuvimos que ejercer mayor fuerza para despejar las placas en el anillo de hule de mayor tamaño, debido a que el vacío era mayor, y por lo tanto contenía una presión más elevada. El mismo efecto se causa a la inversa, se requiere menor fuerza para separar las placas cuando el vacío y la presión eran menores gracias a que el anillo de hule eran de un diámetro inferior.

Prueba realizada el 13 de abril de 2015

Actv. 4. Si se saca el aire de la cámara que hay entre las placas ¿Cuánta fuerza se requiere para separarlas?

Intenten separar las placas en ambos casos ¿Es igual la fuerza necesaria para separarlos o en un caso se requerirá más fuerza que en el otro? ¿A que se deberá esto?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

R = La fuerza necesaria para separarlos difiere mucho, esto es debido al área al que le quitamos el aire, ya que con el área se requirió menos fuerza y en la de mayor área se necesitó más fuerza.

[Hay un dibujo de cuatro líneas casi paralelas e igualmente separadas entre si, como indicando las cuatro paredes de las dos placas que forman una cámara entre ellas, y cuatro pequeñas flechas alineadas, apuntando hacia cada una de las líneas y hacia afuera.]



2.- Haciendo la observación.

La importancia es el área del vacío para costar más trabajo el separar las placas.

El área más grande cuesta más trabajo separarlo mientras que el área más chica resulta más fácil

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

Al privar de aire la cámara de vacío también se interpreta como una fuerza de compresión por lo tanto para anular dicha fuerza se necesita una fuerza externa de repulsión mayor a la fuerza de compresión hecha por las cámaras

D.4 Cámaras de vacío

Registro de Actividades: Inv. 2. La acción del aire II

Equipo 3:

METAS: Observar las deformaciones de las paredes látex de 2 cámaras contiguas al introducirles o sacarles aire.

El estudiante desarrollará una descripción y una explicación global de lo que ocurre en las cámaras.

Actv. 5.- ¿Qué le ocurrirá al globo cuando se saque el aire de la cámara?

¿Qué le pasa a un globo iniciado de inflar en una cámara a la que se le extrae el aire con una bomba de vacío?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

R = El globo intentará llenar el vacío provocado por la bomba de vacío al extraerle el aire, provocando que el globo se expanda

2.- Haciendo la observación

R = El globo se expandió ligeramente y regreso a su estado inicial debido a que el dispositivo tenía fugas haciendo que el aire extraído regresara.

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

R = Si, por que el suministrar o remover aire a la cámara va a cambiar tanto la presión como el volumen y esto afecta en si el globo se expande o no

Predicción extra. ¿Qué pasaría si el globo estuviese lleno de agua, o colocarás una pelota de ping - pong o un malvavisco?

Globo con:

- Agua: se expandiría
- Pelota de ping pong: No se expandiría, porque es un sistema sólido.
- Malvavisco: Se expandiría un poco, regresaría a su estado inicial.

Registro de Actividades: Inv. 4. La Acción del Aire III

Equipo 4

Metas: Observar la influencia de flotación del aire.

El estudiante elaborará una explicación de las características de la fuerza de flotación del aire cuando el objeto está en un ambiente normal y cuando está a baja presión.

Actv. 3. ¿Qué le pasará al cilindro sostenido dentro de la cámara de vacío cuando se saque el aire?

¿Qué pasará con el cilindro de unicel y con el resorte? ¿A qué creen que se debe lo que esperan observar? ¿Qué ocurrirá al rayo de luz laser cuando saquen el aire de la cámara?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

a) Como succionamos todo el aire dentro de la bomba de vacío, el objeto tendrá que ir hacia abajo ya que no hay nada que ejerza un empuje.

b) A la fuerza de flotación

c) Regreso a donde indicaba la primera marca en el papelito.

2.- Haciendo la observación.

A) Observamos que el cilindro bajo 3 mm en el papelito desde su marca.

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

A) Si, nuestra **hipótesis** fue comprobada solo que esperábamos un resultado más notorio y marcado.

b) El cilindro descendió e hizo que el resorte se estirara 3 mm más.

c) Ya no siguió marcando el borde.

Generen una explicación común para las tres experiencias realizadas ¿Cómo podría incorporar la explicación de lo ocurrido en esta actividad en la explicación común de las otras dos?

Las tres actividades están ligadas al concepto de fuerza de flotación y en las tres se maneja el aire como empuje.

Además, en las tres actividades o experimentos succionamos los tres volúmenes hasta no tener aire o eso tratamos de hacer.

D.5 Vasos piramidales

Registro de Actividades: Inv. 3. La Acción de la Columna de Agua

Equipo 6

Metas: Observar la influencia de una columna de agua o de otro líquido.

El estudiante elaborará una explicación de las características de acción de líquido, como agua, agua de mar o alcohol, sobre el agua.

Actv. 5. ¿Es posible que los dos vasos piramidales floten a la misma profundidad?

Ambos vasos tienen bases iguales. ¿Creen que podrán ponerlos a flotar a la misma profundidad? ¿Cómo será la presión en la base de los vasos? ¿Cómo será la fuerza sobre las bases de ambos vasos? ¿Cuánto han de pesar los vasos cuando están a la misma profundidad?

1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

- Si se podrán flotar ya que la base de los dos vasos es la misma y tendrá la misma presión.
- Si se podrán poner a la misma profundidad.

2.- Haciendo la observación.

Chico. 90.5 g. Grande. 794.7 g

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

- El agua ejerce una cierta resistencia dependiendo la forma que tome. Si sus paredes están inclinadas hacia afuera necesitan más líquido.

Elabora con tus compañeros de equipo una teoría lo más completa y coherente con que expliquen los fenómenos de presión y flotación con que han trabajado y conocen hasta ahora.

- Al ser diferentes volúmenes, su capacidad de hundimiento es diferente, con lo cual se necesitan diferentes cantidades de líquido para hundirse a la misma profundidad.

Predicción Extra. En una botella de refresco llena de agua se coloca un gotero con un poco de agua de manera que flote totalmente sumergida y cerca de la superficie, la botella se cierra perfectamente. ¿Qué le pasará al gotero cuando se aprieta la botella? ¿y cuándo se deje de apretar? Si se ponen la botella de lado ¿Qué ocurrirá cuando se apriete la botella?

D.6 Conector de jeringas

Registro de Actividades: Inv. 5. La Acción del Aire IIII

Equipo 5

Metas: Observar los efectos de cambio de presión en un fluido cuando se le aplica una fuerza en algún punto.

El estudiante elaborará una explicación de las variaciones de presión en diversas partes de un fluido cuando se aplica una fuerza en algún otro punto. Principio de Pascal

Actv. 3. Si colocan una pesa en la jeringa de arriba ¿Qué le ocurrirá a las jeringas de abajo? ¿Cómo le harían para que el émbolo con la pesa se mantuviese en la misma posición que tiene antes de ponerle la pesa?

¿Qué le ocurrirá a las jeringas de abajo? ¿Cómo le harían para que el émbolo con la pesa se mantuviese en la misma posición que tiene antes de ponerle la pesa?

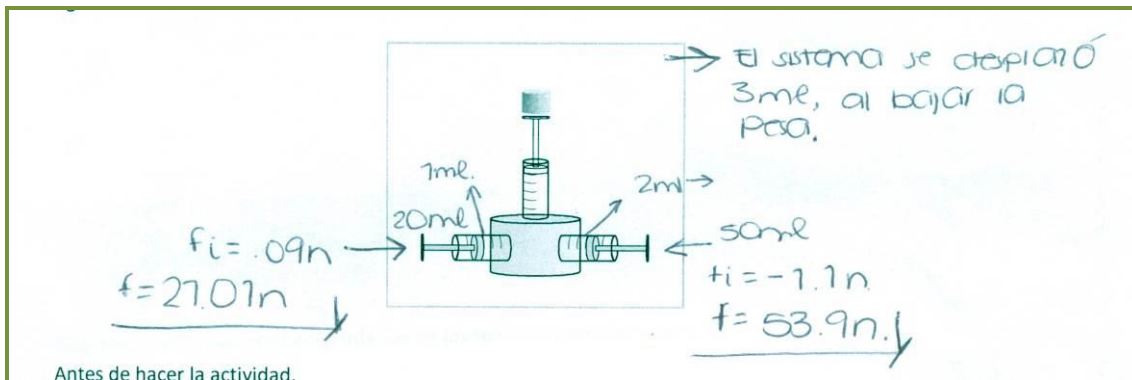
1.- ¿Cuáles son las ideas de tu equipo de trabajo?

- ⊕ va a descender la jeringa de arriba debido a la fuerza.
- ⊕ se aplica fuerza en ambos émbolos de abajo, para mantenerlo en equilibrio.
- ⊕ la fuerza va a ser proporcional a la presión que se aplica en el émbolo superior.

2.- Haciendo la observación.

- ⊕ Aplicando la misma fuerza que se aplicó en las dos jeringas.

[En el dibujo donde se muestra el arreglo del dispositivo experimental, los alumnos indicaron lo que observan que ocurre y las medidas de las fuerzas tomadas antes de y al hacer la prueba. En las dos jeringas de abajo hay dos flechas que apuntan hacia los émbolos, tal vez nada más señalan las jeringas o representan fuerzas, sin embargo, hay muestra de indicar una proporción con ellas. Las anotaciones y medidas son:]



	[Para la jeringa de arriba de 5 ml]	[Para la jeringa de debajo de] 20 ml]	[Para la jeringa de debajo de] 60 ml]
[Antes de hacer la prueba el sensor media]		$f_i = 0.09 \text{ n}$ [Supongo que "n" se refiere a Newtons "N"]	$f_i = -1.1 \text{ n}$
[Al hacer la prueba]	<u>El sistema se desplazó 3 ml, al bajar la pesa.</u>	[El volumen final al comprimir el aire es =] 1 ml [la fuerza aplicada es] $f = 21.01 \text{ n}$	[El volumen final es =] 2 ml [la fuerza aplicada es] $f = 53.9 \text{ n}$

3.- Confrontando lo observado con lo esperado.

- ⊕ se aplico mucho más fuerza de la que por supuesto, pesa la pesa.

→ como conclusión, dado que lo que se tiene que igualar son las presiones, las áreas influyen. (del émbolo). La fuerza que baja tiene que ser proporcional a la aplicada en los 2 émbolos.

Generen una explicación común para las tres experiencias realizadas ¿Cómo podría incorporar la explicación de lo ocurrido en esta actividad en la explicación común de las otras dos?

Comentario:

La práctica nos llevó poco tiempo fue interesante y entretenida, nos permitió jugar con las fuerzas.

Bibliografía y Referencias

Alonso, H. R. (25/09/2011). **Resortes: flexión, torsión**. [Internet] Obtenido el 21/11/2014, desde el sitio Web de OCW - UC3M: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_resorte_flex. [Consultado el 28 de febrero de 2013 y 20 de noviembre de 2014.]

Barral, F. M. (1990) ¿Cómo flotan los cuerpos? Concepciones de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, 8(3), pp.244 – 250.

Covarrubias, H.; Flores, F.; Gallegos, L.; Vega, E.; Hernández D. y Rosas, M. (1994) "Preconcepciones y sus Relaciones ante situaciones Experimentales sobre Conceptos de Presión y Flotación " en las memorias de la **67th. NARST Annual Meeting, Estados Unidos**, p.57.

De Berg K.C. (1992) Student's thinking in relation to pressure – volume changes of a fixed amount of air: The semi – quantitative context. **International Journal of Science Education**, 14(3), pp. 295 – 303.

Engel Clough E. y Driver R. (1986) A study of consistency in the use of student's conceptual frameworks across different task context. **Science Education** 70(4), pp 473–496.

ENOSA (Editor) (1964) **Manual de experiencias de mecánica**, Madrid, Esp. 260 p. más anexos.

Flores F. (Resp.), Gallegos L. (corresponsable), Alvarado C., Covarrubias H., Jerezano Ma. E., Vega E. y Rosas M. García B., Álvarez M. A., Díaz de León S, Lizárraga, P. y Meza A. (1994). **Programa para la Enseñanza de las Ciencias en el Bachillerato. Proyecto de investigación** (documento base), reporte parcial de investigación, CI UNAM 89 pp.

Gallegos Cázares, L. (1998). **Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la física**, Tesis de Maestría en Enseñanza Superior, Directora Dra. Sara Rosa Medina M., Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, 179 pp.

Hewson, M. (1985) The acquisition of Scientific Knowledge: Analysis and representation of students conceptions concerning density. **Science Education**, 70(2), pp. 160 – 170.

Inhelder, B. y Piaget, J. (1972) De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Ensayo sobre la construcción de las estructuras operatorias formales. Biblioteca de psicología evolutiva, serie 2, volumen 9, Trd. María Teresa Cevasco, Buenos Aires, Edit. Paidós.

Resnik, Halliday y Kramer (1993) **Física V. 1**, 4ª edición en ingles y 3ª en español, Trd. Francisco Andión Uz, edit. Compañía Editorial Continental S. A., Cd. De México, México, 658 p más 47 p de anexos e índice (705 p en total)

Rollnick M., y Rutherford M. (1990) African primary school teachers– What ideas do they on air and air pressure? **International Journal on Science Education**, 12(1), pp. 101 – 113.

Sears, F. (1965), **Mecánica, Movimiento Ondulatorio y Calor**, Trd. Albino Yusta Almarza, Edit. Aguilar S. A., Madrid, Esp. 667 p.

Tipler (1994) **Física V. I**, 3ª edición, Trd. J. Aguilar Peris y J. de la Rubia Pacheco, Edit. Reverte, Barcelona Esp., 596 p más 54 p de anexos e índice (650 p en total).

Worsnop y Flint (1962). **Advanced Practical Physics for students**, 9ª edición, edit. Methuen & Co. LTD. Londres, Gran Bretaña, 754 pp.

Páginas electrónicas

Catálogo acrílico Plastimundo o
<http://www.plastimundo.com.mx/entrada.html>

Catálogo estireno
<http://dismaacrilico.com/estireno.html>

Nexant, http://www.chemsystems.com/reports/search/docs/abstracts/0405_4_abs.pdf, 20/II/2013.

Catálogo O-rings O-rings Poly paks Parker seal de México s. a.
http://www.parkerstoremexico.com/index.php?act=o_rings

PVC <http://www.alsoma.com.mx/catalogo/>

Catálogo de tornillos de la empresa Tornillos Vértiz S. A. de C. V.
<http://www.tornillosvertiz.com/index.php/tienda-2>

http://www.ecobalsa.com/descargar/FICHA_TECNICA_DE_LA_MADERA_BALSA.pdf