

5

Universidad Nacional
Autónoma de México

E.N.E.P. " Aragón "
DISEÑO INDUSTRIAL

Espirómetro Portátil

Tesis que presenta:

Victoria Martínez Díaz

para obtener el título de
Licenciada en Diseño Industrial.

Directora de Tesis:
D.I. Patricia Herrera Macías.

2002



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos.

A mi Mamá.

No existe un amor tan noble
como el de una madre.
Gracias por tu incondicional apoyo.
Te admiro y respeto cada día más.

A mis hermanas y hermanos

Fue un gran reto para mi el terminar
una etapa de mi preparación profesional,
simplemente no lo hubiera logrado
sin su apoyo, mil gracias.
En especial a mi hermano Arturo.

A Paty Herrera Macías.

En el paso por la vida tenemos la suerte de
conocer personas que dejan una huella
permanente, tu eres una de esas personas.
Gracias por creer en mi, gracias por tu amistad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	Página
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	6
MORFOLOGÍA DEL PROYECTO	8
CAPITULO I INSUFICIENCIA RESPIRATORIA	
• Factores mecánicos de la respiración.	12
• Insuficiencia respiratoria.	10
• Espiración máxima en la insuficiencia respiratoria.	20
CAPITULO II ESPIRÓMETROS ACTUALES	
• Antecedentes	26
• Productos existentes	28
• Información Técnica	31
CAPITULO III ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	
• Análisis de uso	37
• Análisis estructural	39

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	Página
€ Análisis ergonómico	41
€ Ventajas y desventajas de los actuales Espirómetros	52
€ Conclusiones generales	53
€ Jerarquización de subproblemas	56
CAPITULO IV REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	
€ Uso	58
€ Función	60
€ Limpieza y mantenimiento	62
€ Mercadotecnia	62
€ Ergonómicos	63
€ Técnico - Productivos	64
CAPITULO V PROCESO CREATIVO	
€ Desarrollo de alternativas de diseño	67
€ Evaluación y selección de alternativas	71
€ Boquilla	71

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	Página
€ Principio de funcionamiento	73
€ Mecanismo de apertura de boquilla	75
€ Cuerpo del Espirómetro	77
€ Desarrollo de la mejor alternativa	78
€ Diferentes presentaciones del Espirómetro	87

CAPITULO VI DISEÑO DE EMPAQUE

€ Clasificación	91
€ Empaque Primario	94
€ Empaque Secundario	97

CAPITULO VII PROCESO PRODUCTIVO

€ Despiece de componentes	100
€ Planos de producción	101
€ Selección del flujo del proceso productivo	119
€ Selección de transformación de la materia Prima	123
€ Diagramas de producción	127

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

	Página
• Análisis de costos de fabricación	129
CAPITULO VIII MEMORIA DESCRIPTIVA	
• Aportaciones de Diseño	133
• Secuencia de Uso	137
• Limpieza y Mantenimiento	138
• Ventajas Ergonómicas	139
• Concepto Formal	143
• Características Comerciales	144
• Conclusiones Generales	148
ANEXOS	151
GLOSARIO DE TÉRMINOS	154
BIBLIOGRAFÍA	155
FUENTES DE INFORMACION	156

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Introducción.

Las enfermedades que ocasionan insuficiencia respiratoria, han sido tema de una serie de investigaciones para saber sus causas y poder controlar sus efectos. Sin duda uno de los temas, que en la actualidad ha tenido mayor peso en el control de los efectos de las enfermedades respiratorias, han sido los métodos para medir los volúmenes y capacidades pulmonares, ya que son los más eficientes para verificar la función pulmonar en la insuficiencia respiratoria.

El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (I.N.E.R.) en la Ciudad de México, institución matriz que de ella dependen los demás hospitales relacionados con enfermedades respiratorias, tiene como uno de sus objetivos; promover, coordinar y desarrollar programas para la prevención, diagnóstico y rehabilitación de estas enfermedades, mediante acciones de investigación básica y aplicada. Dentro del programa de desarrollo del tratamiento de los pacientes, se detectó la necesidad de diseñar un Espirómetro o Medidor de Flujo de Espiración Máxima, fabricado en México que dé solución a la demanda de los pacientes con insuficiencia respiratoria, que sea portátil y de uso personal, por medio del cual los pacientes puedan verificar su flujo espiratorio diario para saber el nivel de obstrucción en sus vías respiratorias y así, poder dosificar la cantidad de medicamento que tiene que administrarse en ese momento.

Actualmente se utilizan Espirómetros Importados de Estados Unidos de Norte América y de Inglaterra, pero no cuentan con una

© Ver glosario de términos



solución óptima formal y funcional carentes de ergonomía y escalas de medición, adecuadas para la población con insuficiencia respiratoria de nuestro país.

Por desgracia, la población de usuarios va en incremento año con año y no se tiene un Espirómetro nacional que dé una solución óptima y satisfaga las necesidades ergonómicas, funcionales, de costos y distribución que los usuarios demandan.

Actualmente, la demanda a nivel nacional de Espirómetros es del ① — 13% de la población total en México, abarcando usuarios de todas las edades y niveles económicos, ésta es la causa más importante por la cual se elige esta problemática como tema de tesis profesional ya que el diseño Industrial puede aportar en el área médica soluciones ergonómicas, funcionales, de producción, comercialización y distribución, vitales para la elaboración de un producto, sin perder de vista que siempre es necesaria la intervención de otras disciplinas como asesoría en todo el proceso. El desarrollo de un Espirómetro portátil que dé una solución integral y satisfaga las necesidades de los usuarios en nuestro país es el problema a resolver en el presente trabajo.

La solución de diseño para este proyecto se realizó pensando en un producto versátil que pudiese dar solución no solo a la exactitud en la medición del gasto volumétrico del paciente, sino también, el adaptar la boquilla al tamaño de la apertura bucal del usuario sin importar si es un niño o un adulto, todo esto con la gran ventaja de ser portátil.

① Secretaría de Salubridad y Asistencia 2000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Justificación.

Actualmente en México, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (I.N.E.R.) está importando Espirómetros de Estados Unidos de Norte América e Inglaterra para que el paciente directamente pueda verificar su grado de obstrucción en vías respiratorias. Siendo también el I.N.E.R. el primero en introducir en México este tipo de medidores desde 1992, para el tratamiento de los pacientes con insuficiencia respiratoria. Pero existen graves deficiencias en estos espirómetros, algunas de origen ergonómico y en general en los mecanismos que utilizan para obtener la medición. Además, el costo de los medidores se incrementa día a día por la devaluación del peso frente el dolar.

Una de las razones de mayor interés por la cual estos medidores de flujo se rechazan para su uso, (pese a su importancia en el tratamiento del paciente), es la incompatibilidad en la escala de medición, ya que varía mucho con respecto a los estándares de la capacidad vital en la población nacional debido a que no están calibrados para las características de los mexicanos, puesto que estos medidores están diseñados de acuerdo a presiones de flujo de espiración máxima de extranjeros, que cuentan con una capacidad vital muy superior, por su complejión física, (Fig. 1) ocasionando lecturas de la capacidad pulmonar en los pacientes muy bajas, dando como resultado diagnósticos de obstrucción muy alto, y por lo tanto el paciente puede incurrir en una sobredosis de medicamento.

Ⓔ Ver fuente de información



Fig. 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con base en estudios realizados por el I.N.E.R. desde 1995 y comprobados por aparatos de calibración y resistencia de materiales en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional (plantel Culhuacán) en Junio del 2000, se ha detectado que los espirómetros que existen actualmente en el mercado, tienen grandes deficiencias en el mecanismo (más adelante se detallarán), teniendo como resultado problemas en el desplazamiento del indicador que da la medición de la espiración máxima, así como la oxidación de algunos de sus componentes en un tiempo corto de uso, teniendo así una medición inexacta. Además se realizó un estudio de la secuencia de uso y se hicieron tomas fotográficas para verificar si los espirómetros contaban con zonas prensiles bien definidas y formas que se adaptaran a las partes del cuerpo humano con las que tiene contacto, obteniendo resultados poco satisfactorios.

Aunado a todas estas deficiencias, se suma el número de personas con insuficiencia respiratoria en México que es de 12,657,022, es decir el 13% del total de la población en México (Fig. 2), según estadísticas vitales realizadas a principios del 2000 por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, este dato incluye desde niños recién nacidos hasta adultos mayores.

El proyecto cobra mayor importancia al saber que por desgracia el porcentaje anterior va en aumento cada día, debido: a la degradación del ambiente a causa de la contaminación

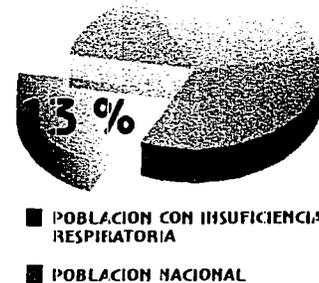
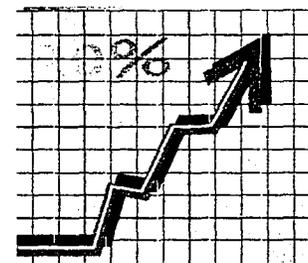


Fig. 2



EL NUMERO DE PACIENTES CON INSUFICIENCIA RESPIRATORIA SE INCREMENTA CON LA CONTINGENCIA AMBIENTAL

Fig. 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

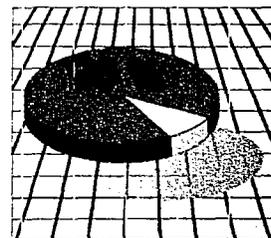
② ambiental que afecta directamente al sistema respiratorio provocando enfermedades respiratorias; se estima que cuando hay contingencia ambiental (principalmente en invierno) se incrementa en un 30% las consultas por afecciones respiratorias (Fig. 3). Lamentablemente durante la pasada década la prevalencia de una de las enfermedades en la que se ve afectada la insuficiencia respiratoria, el Asma, ha aumentado substancialmente; y desde 1980 a 1993 en las personas mayores de 24 años, la tasa de crecimiento aumentó en un 118%.

③ Además el alto índice de fumadores en México que va desde niños de 12 años hasta adultos mayores de 65 años, teniendo como dato relevante que se consumen 3,000,000 de cigarrillos diarios sólo en el Distrito Federal trayendo como consecuencia el enfisema pulmonar una de las enfermedades más graves que empieza por la insuficiencia respiratoria y puede terminar con la muerte.

④ Otras de las enfermedades que afecta al sistema respiratorio es el SIDA, estudios realizados por el IMSS a principios de este año, arrojan datos estadísticos, del 90% (Fig. 4) de los pacientes infectados por el VIH mueren a causa de neumonías. El 20.4% de las consultas de primera vez atendidas por el I.N.E.R., es decir 1,227 pacientes son personas que se internan en esta Institución por complicaciones respiratorias de esta enfermedad.

■ POBLACION CON SIDA QUE MUERE A CAUSA DE NEUMONIAS.

□ POBLACION CON SIDA QUE MUERE A POR OTRAS CAUSAS



DÍA A DÍA AUMENTA EL NÚMERO DE PERSONAS CON INSUFICIENCIA RESPIRATORIA

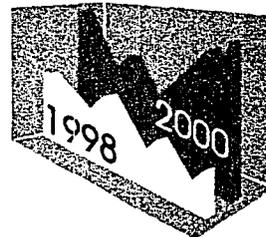


Fig. 4

② Urgencias Médicas www.salud.com

③ Cigatam, Mayo 1999

④ Urgencias Médicas www.salud.com

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se siguen teniendo datos alarmantes sobre el incremento de las enfermedades respiratorias, en 1996 se registraron 4,550,615 casos de infecciones respiratorias agudas sólo en el I.N.E.R. Con los altos índices de contaminación registrados en 1997 y principios de 1998 suman ya 5,441,534 personas más a nivel nacional que padecen de insuficiencia respiratoria. Así mismo uno de los datos que vale la pena recalcar es que muchas de las enfermedades respiratoria, como el caso de cierto tipo de Asma, son hereditarias y por lo tanto el número de pacientes se multiplicará. ©

Por todos los problemas mencionados anteriormente en el uso del medidor importado y por la enorme necesidad de diseñar un medidor o espirómetro portátil, que satisfaga la necesidad de millones de habitantes y que a su vez sea fabricado en México con las características y especificaciones que demanda la población nacional.

Para poder delimitar el desarrollo del presente trabajo es fundamental definir los objetivos que se tienen que alcanzar.



Objetivos:

El presente trabajo tendrá como objetivos:

- Dar solución al principio de funcionamiento de medición de la Capacidad Vital o Flujo de Espiración Máxima, por medio del diseño de un Espirómetro Portátil.
- Diseñar un Espirómetro Portátil de uso personal que satisfaga las necesidades ergonómicas de las personas de 5 a 90 años con Insuficiencia respiratoria.
- Sustituir las importaciones que actualmente se realizan de estos medidores, por un producto que se fabrique en México evitando así la fuga de capital nacional.
- Aportar a la comunidad médica un aparato diseñado en México, calibrado según las capacidades pulmonares de la población nacional que ayude al tratamiento de sus pacientes.

Para llevar a cabo el presente proyecto es necesario contar con un método que ayudará a la investigación general del marco teórico, al desarrollo del concepto de diseño y a la planeación de su producción. Esta etapa es nombrada

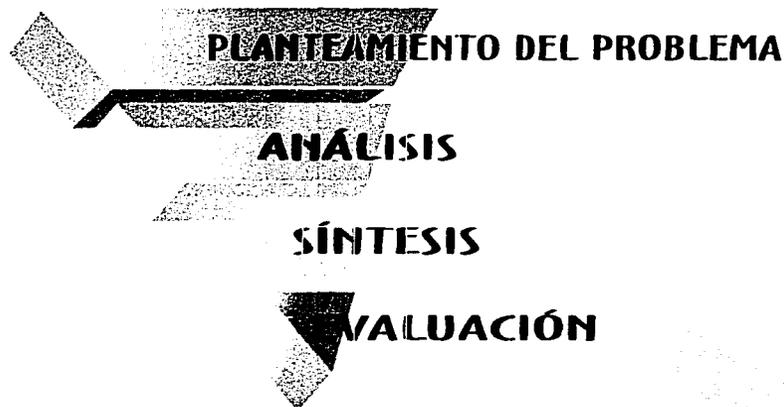
● "Morfología del Proyecto."



Morfología del Proyecto

Se entiende como Morfología del Proyecto o Método Proyectual la descripción de las etapas que serán la guía para conocer y resolver el problema antes planteado, evitando desvíos en el desarrollo del tema y obteniendo así un máximo resultado con el mínimo esfuerzo.

Teniendo como Macroestructura para definir la morfología del proyecto 4 elementos de suma importancia:



Que nos dan pauta a establecer y detallar el proceso que se seguirá.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La Microestructura del método a seguir constará de 10 partes fundamentales para llegar a los puntos que se desarrollarán a detalle.

Estas son:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS DE LA INFORMACION

ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS

DESARROLLO DE LA MEJOR OPCIÓN

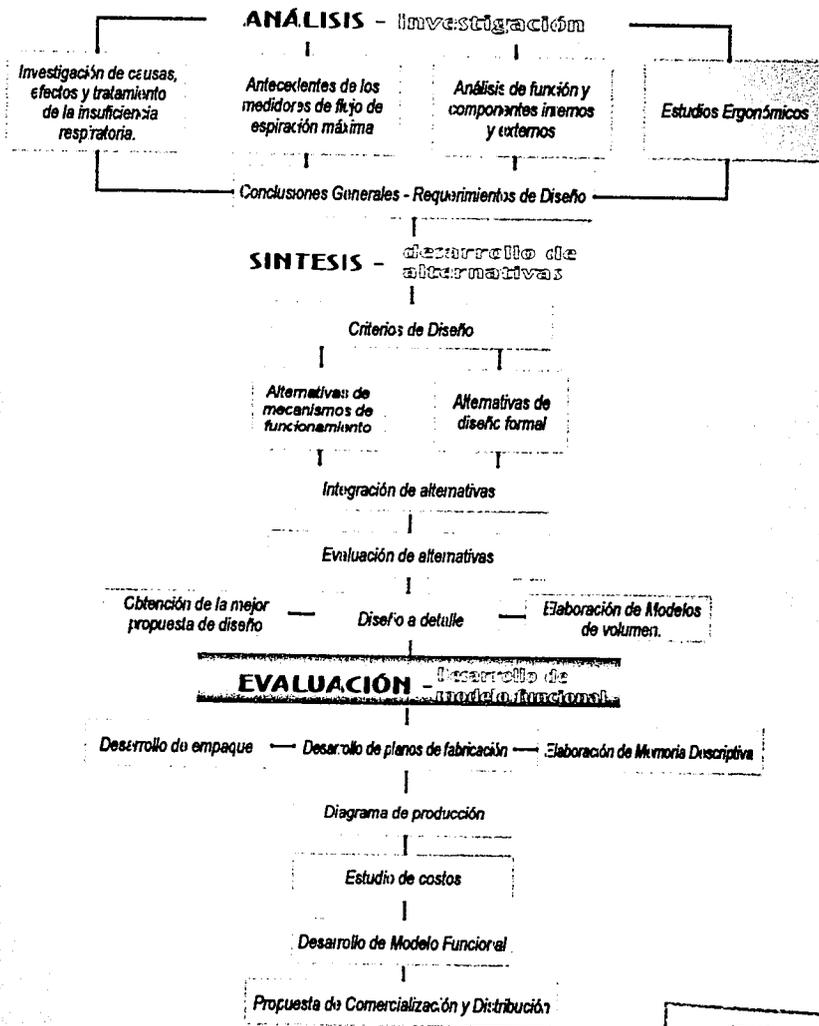
SOLUCIÓN DE DISEÑO

PLANEACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Desarrollando la morfología de proyecto de una forma esquemática se presenta de la siguiente manera:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Factores Mecánicos de la Respiración.

El proceso de la respiración puede dividirse en cuatro grandes etapas:

- 1) Ventilación pulmonar, que es la entrada y salida de aire entre la atmósfera y los alveolos pulmonares.
- 2) Difusión del oxígeno y bióxido de carbono entre alveolos y sangre.
- 3) Transporte de oxígeno y bióxido de carbono en la sangre y líquidos corporales a las células y viceversa y
- 4) Regulación de la ventilación.

Para efectos del presente trabajo, únicamente la primera de las cuatro fases mencionadas anteriormente se desarrolla en la investigación, ya que se encuentra involucrada dentro del problema a solucionar.

El proceso de ventilación pulmonar consta de dos elementos básicos: la inspiración y la espiración. (Fig. 7)

La inspiración es la penetración del aire a los pulmones por medio de la contracción del diafragma.

La espiración normal es un proceso puramente pasivo; cuando el diafragma se relaja las estructuras elásticas del pulmón,

Dato importante

PROCESO DE VENTILACIÓN PULMONAR.

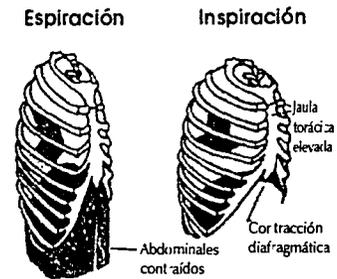


Fig. 7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



caja torácica y abdomen, así como el tono de los músculos abdominales, empujan el diafragma hacia arriba. Sin embargo, si se requiere de una espiración forzada, como es el caso de la espiración máxima, el diafragma puede también ser empujado hacia arriba poderosamente por la contracción activa de los músculos abdominales contra el contenido abdominal

Así mismo existen volúmenes y capacidades pulmonares que son muy utilizados para el estudio de diferentes enfermedades respiratorias. (Fig 8)



Volúmenes pulmonares:

1) Volumen de ventilación pulmonar.

El aire inspirado y espirado en cada respiración normal, tiene un valor aproximado de 500 cm^3 en el hombre adulto normal.

2) Volumen de reserva inspiratoria.

Es el volumen extra de aire que puede ser inspirado sobre el volumen de ventilación pulmonar normal, siendo aproximadamente $3,000 \text{ cm}^3$ en el hombre adulto joven.

3) Volumen de reserva espiratoria.

Es el aire que puede ser espirado en la espiración forzada, después de una espiración normal; su cantidad normal es de $1,100 \text{ cm}^3$ en el hombre adulto joven.

VOLUMENES Y CAPACIDADES

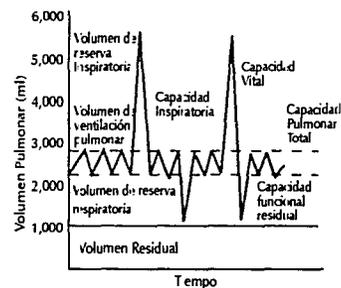


Fig. 8

4) Volumen residual.

Es el volumen de aire remanente en los pulmones después de la espiración forzada, es de aproximadamente $1,200 \text{ cm}^3$ en el hombre adulto joven.

Capacidades Pulmonares

1) Capacidad inspiratoria.

Equivale al volumen de ventilación pulmonar + el volumen de reserva inspiratoria. Cantidad de aire aprox. $3,500 \text{ cm}^3$

2) Capacidad funcional residual.

Es la cantidad de aire que permanece en los pulmones al final de una espiración normal. Cantidad aprox. $2,300 \text{ cm}^3$

3) Capacidad vital.

Es la cantidad máxima de aire que una persona puede eliminar de sus pulmones después de haberlos llenado al máximo, espirando al máximo también. $4,600 \text{ cm}^3$ cantidad aprox.

4) Capacidad pulmonar total.

Es el volumen máximo que los pulmones pueden alcanzar con el máximo esfuerzo inspiratorio posible realizado por ellos. Cantidad aprox. $5,800 \text{ cm}^3$



Las Capacidades y Volúmenes que se ven más afectadas por la Insuficiencia respiratoria son sin duda la Capacidad funcional residual, la Capacidad Vital y el Volumen residual.

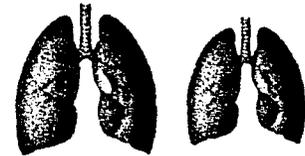
Todos los volúmenes y capacidades pulmonares son aproximadamente del 20 al 25 % menores en la mujer que en el hombre y lógicamente, son mayores en los individuos de gran talla y atléticos que en personas débiles y pequeñas. (Fig. 9)

Se necesita la contracción muscular activa para producir la fuerza necesaria para superar: por un lado la resistencia elástica "rebote" de los pulmones y el tórax y por el otro la resistencia friccional causada por la deformación de los tejidos de pulmones y tórax; además la respiración friccional al flujo aéreo por cientos de miles de angostos tubos aéreos de las vías de conducción del aire.

Normalmente es mayor el diámetro de las vías aéreas cuando los volúmenes pulmonares son grandes y menor cuando son pequeños. En las pruebas corrientes con el empleo de la espiración forzosa, el volumen pulmonar del sujeto cambia en todo momento durante la espiración y también su presión de impulso. La presión de impulso del aire espirado es la presión alveolar menos la presión local; salvo que los labios estén contraídos para crear obstrucción, la presión bucal es igual a la presión atmosférica y, en consecuencia la presión del impulso es la presión alveolar.

Dato importante:

HOMBRE



MUJER

Fig. 9

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Teniendo ubicado el proceso de respiración en forma general y los factores que intervienen en ella, es necesario saber que es la insuficiencia respiratoria, sus causas y efectos.

Insuficiencia Respiratoria

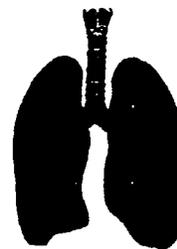
La obstrucción en vías aéreas da como resultado la insuficiencia respiratoria, las enfermedades pulmonares que provocan obstrucción aumentan el trabajo necesario para hacer entrar y salir aire de los pulmones, éstas pueden dividirse en tres tipos:

- A) Las que aumentan la resistencia a nivel de las vías aéreas.
- B) Las que aumentan la resistencia de los tejidos y
- C) Las que disminuyen la adaptabilidad de los pulmones y el tórax.

La resistencia en las vías aéreas, está particularmente aumentada en las enfermedades que afectan los bronquios; (Fig. 10) el asma y el enfisema pulmonar, ambas dificultan la penetración de aire en los pequeños bronquiolos, obligando a un esfuerzo respiratorio mucho mayor durante la espiración que durante la inspiración. Durante la espiración la presión de la jaula torácica contra los pulmones no solo comprime los alveolos, sino también los pequeños bronquios y así reduce sus diámetros,

klem

PULMONES SANOS

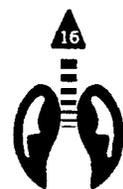


PULMON DAÑADO A CAUSA DE ENFISEMA PULMONAR



Fig. 10

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



aumentando la resistencia de la vía aérea. El resultado de todo ello es que la resistencia de la vía aérea algunas veces se multiplica durante la espiración, por lo tanto la espiración es prolongada.

Muchas enfermedades de los pulmones y en particular las destructivas como enfisema, fibrosis, tuberculosis y varias infecciones, suelen disminuir considerablemente la elasticidad de los pulmones provocando una falta de retracción. En consecuencia, hay que hacer esfuerzos en los músculos respiratorios para vaciar los pulmones, de igual modo que para llenarlos.

ⓑ — Durante la respiración tranquila normal, sólo se necesita del 2 al 3% de la energía total gastada por el cuerpo para el proceso ventilatorio pulmonar. (Fig. 11) Por otra parte, enfermedades pulmonares que disminuyen la adaptabilidad del pulmón, que aumentan la resistencia en vías aéreas, o que incrementa la viscosidad del pulmón o la resistencia de la pared torácica, pueden aumentar el trabajo respiratorio, al punto que la tercera parte o más de la energía total gastada por el cuerpo esté destinada a la sola respiración. Tales enfermedades respiratorias pueden evolucionar hasta que ésta carga excesiva de trabajo por sí sola llegue a provocar la muerte.

ⓒ — Una de las enfermedades con mayor número de personas afectadas (10% de la población en México) es el asma,

Idem

ⓑ Gordon L. Sniker, "Factores Mecánicos de la Respiración" pag 571

ⓒ INER Finales del 2000



Fig. 11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



① enfermedad crónica de naturaleza episódica en la que las exacerbaciones se intercalan con períodos asintomáticos de duración variable. El 75% de los casos se desarrollan antes de los 10 años de edad. Es importante destacar que en la primera infancia son afectados dos veces más los hombres que las mujeres, en la adolescencia, el número es similar, y en la edad madura los hombres mejoran con el tiempo y las mujeres desarrollan asma con el paso del tiempo. En más del 50% de los casos aparece en los dos primeros años, y en el 25% en el primer año. En la senectud no es inusual, ya que 13% de los adultos mayores presentan dificultades respiratorias. Entendiendo como adulto mayor a las personas mayores de 60 años. (Fig. 12)

Una de las características principales del asma, es que los bronquiolos se reducen especialmente durante la espiración y aumentan hasta cierto punto durante la inspiración. Por lo tanto el asmático suele poder inspirar adecuadamente, pero tiene grandes dificultades para espirar.

La capacidad funcional residual y el volumen residual del pulmón aumenta considerablemente durante la crisis asmática, por la dificultad para expulsar el aire de los pulmones.

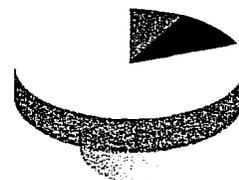
El asma puede dividirse en dos grupos que presentan dos formas distintas de la enfermedad: Extrínseca - Intrínseca.

La extrínseca se caracteriza por su inicio en la infancia, contando con una historia alérgica indefinida frente a diversos

Idem

⑤ Ver Glosario de términos

POBLACION ASMATICA EN MEXICO.



■ ADULTOS MAYORES 13%

■ ADULTOS 12%

□ NIÑOS 75%

Fig. 12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



alérgenos inhalados. Con frecuencia este tipo de asma es estacional, y más frecuente entre los niños y adultos jóvenes, representa del 25 al 30% de todos los casos de asma.

- ⊙ —● La intrínseca comienza de modo habitual en la edad adulta y tiende a ser más grave.

Los pacientes con asma previa de cualquier etiología son muy sensibles a los irritantes primarios respiratorios de todo tipo, incluyendo polvo, humo (dióxido de carbono), humo de tabaco, olores penetrantes, agentes químicos, aire frío y diversos contaminantes atmosféricos generales. (Fig. 13)

Conclusiones:

- ⊙ Para realizar la prueba satisfactoriamente es necesario que la espiración máxima sea con la boca bien abierta.
- ⊙ La medida máxima y mínima de la capacidad vital para niños jóvenes y adultos es la que interesa para el desarrollo del espirómetro.
- ⊙ Recordar que se está hablando del 13% de la población nacional con insuficiencia respiratoria.
- ⊙ Las Personas asmáticas son sensibles a los agentes químicos.

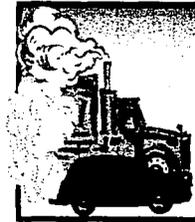
idem

⊙ Van Arsdel, Paul P., "Causas clínicas del Asma"

AGENTES QUIMICOS



BIOXIDO DE CARBONO

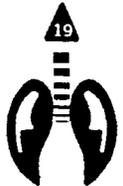


HUMO DE TABACO



Fig. 13

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Espiración máxima en la Insuficiencia Respiratoria

⑩ — El flujo espirado por una persona normal que primero inhala el mayor volumen posible de aire y luego espira con un esfuerzo máximo, hasta que no puede espirar más. Rápidamente alcanza un flujo de aire espirado de más de 400 cm^3 , por mucho esfuerzo espiratorio adicional que se ejerza, éste sigue siendo el flujo espiratorio máximo que puede lograr.

El aire espirado, es aire humedecido

En el adulto normal, la cantidad de aire que espira después de una inspiración profunda se determina por la capacidad pulmonar total (CPT) y el volumen residual (VR). La CPT está limitada por las propiedades elásticas de los pulmones y la pared torácica, y el VR depende de la vía aérea al final de la espiración. Durante la crisis asmática, las vías aéreas se cierran en forma prematura durante la espiración, de manera que la capacidad vital disminuye y el volumen residual aumenta.

FLUJO ESPIRATORIA MÁXIMO EN DIFERENTES TIPOS DE ASMA.

Asma Leve. En el asma leve, el volumen espiratorio forzado (VEF) es superior a los 2 litros y el flujo espiratorio pico (FEP) a 200 cm^3 . Puede tener sólo manifestaciones nocturnas, después de un esfuerzo o en otras circunstancias especiales.

Dato importante

⑩ Guyton, Arthur C., "Tratado de Fisiología Médica" pag. 521-522

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Asma moderada. Se considera moderada a medida que el VEF disminuye a 1-2 cm³ y el FEP a 80-200 cm³.

Asma grave. Es cuando el VEF se reduce por debajo de 1 cm³ y el FEP resulta menor de 80 cm³.

A menudo, el asma se agrava de noche; en un informe realizado por el I.N.E.R. En 1999, más de la tercera parte de la población asmática reveló tasa de flujo aéreo más bajas en las primeras horas del día (declinación matinal). Por esta razón las personas que sufren asma, tienen que medir su flujo de espiración máxima en la mañana y en la noche.

TRATAMIENTO DE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA.

El tratamiento de los pacientes con insuficiencia respiratoria se divide en tres fases que pueden ser combinables y/o alternados.

- a) El control domiciliario del flujo máximo diario del paciente.
- b) Tratamiento a partir de medicamentos, entre ellos los broncodilatadores en aerosol (Farmacoterapia).
- c) Cambio en la forma de vida del paciente. (Factores psicológicos.)

Para fines del proyecto sólo se analizará el punto a y superficialmente el punto b.

CONTROL DOMICILIARIO.

La medición de la capacidad vital fue la primera prueba de función pulmonar con que contaron los médicos dentro del tratamiento de los pacientes. Sin embargo, la capacidad vital puede ser normal si un sujeto con obstrucción de vías aéreas hace lentamente la prueba señalada. Dado que la respiración forzada, repetida y rápida intensifica el efecto de la obstrucción de vías aéreas, la prueba de capacidad vital fue sustituida por la medición de la ventilación voluntaria máxima (capacidad máxima respiratoria); en ella, el paciente respira con mayor profundidad y rapidez que pueda, durante 15 a 20 segundos, y se reúne y mide su volumen espirado. La prueba tiene desventajas, ya que, es cansada e incluso causa agotamiento en algunas personas.

La prueba de capacidad máxima de respiración a su vez fue substituida por pruebas que necesitan solamente de una respiración máxima forzada. El paciente respira con lentitud pero en forma máxima, después espira en la forma más rápida y completa que puede en un espirómetro. Con base en el registro el especialista puede medir la velocidad de flujo espiratorio máximo en litros por segundo.

Dicha prueba es sencilla, barata, no cansa al sujeto y es fácil de repetir. El uso del pletismógrafo corporal (Fig. 14)



USO DEL PLETISMOGRAFO

Fig. 14

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



permite la medición específica de la resistencia de vías aéreas y no necesita de la espiración forzada única o repetida. Sin embargo, los dos métodos son excelentes sólo en consultorios.

La prueba con el espirómetro portátil está enfocada para realizarse en el domicilio del paciente, ésta consiste en inspirar todo el aire posible con las fosas nasales y espirar rápidamente a través de la boquilla del espirómetro portátil, se registra la medición y se repiten estos pasos tres veces, la medición más alta es la que se toma en cuenta para la dosificación del medicamento. El monitoreo del flujo máximo es recomendable para muchos pacientes dos o tres veces por día. Existen valores de referencia para niños y adultos de acuerdo a su grupo racial, sexo, talla y edad. Es uno de los mejores estudios para investigar los efectos del tratamiento broncodilatador.

Para realizar esta prueba, el paciente tiene que estar parado en posición erguida, para evitar la compresión de las vías respiratorias. Cuando realiza la espiración forzada tiene que tener la boca bien abierta para evitar que los labios, obstruyan la salida del aire; en algunos casos, dependiendo de la gravedad del paciente, en el momento que realiza la espiración, junto con el aire espirado arroja mucosidades. Estos son factores para el desarrollo del diseño. (Fig. 15)

Una vez realizada la medición, en la mayoría de los pacientes, como parte del tratamiento es la utilización de los broncodilatadores en aerosol (Fig. 16). El fracaso del tratamiento del asma crónico a menudo resulta del uso inapropiado del aerosol.

Dato importante



LA PRUEBA SE TIENE QUE EFECTUAR EN POSICION ERGUDA.



Fig. 15



USO DEL BRONCODILATADOR

Fig. 16

TIENE COMO
FALLA DE ORIGEN



Puede corregirse con instrucciones precisas o métodos alternativos como el uso de un espaciador.

Para saber los problemas que los actuales medidores de flujo presentan, es necesario entender su funcionamiento para detectar los puntos neurálgicos donde existen la mayor cantidad de deficiencias, para así, proponer alternativas de funcionamiento



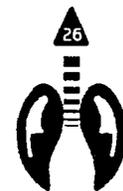
Antecedentes.

- ⑫ El inicio al diseño de los Espirómetros (medidores de flujo) comienza en 1917 con los científicos ingleses Peabody y Wentworth que emplearon la capacidad pulmonar (volumen de espiración máxima o espiración forzada) para estudiar pacientes con insuficiencia respiratoria, comprobando que por medio de la medición de este volumen, se podía catalogar la gravedad de la enfermedad y así dosificar el medicamento.

Posteriormente, en 1959, Miller y Cols (científicos norteamericanos) definieron los valores esperados en hombres y mujeres, de diferentes capacidades espiratorias y comprobaron que el volumen espiratorio forzado y el volumen espirado en el primer segundo, son las pruebas más eficientes para checar la función pulmonar en insuficiencia respiratoria, principalmente en el caso del asma.

Tomando en cuenta las aportaciones de estos científicos, años más tarde se diseñó el Neumotacógrafo que permitía evaluar las tasas de flujo máximo durante las espiraciones forzadas.

La espirometría es un método sencillo mediante el cual la mayor parte de volúmenes y capacidades pulmonares pueden ser medidos. El Espirómetro se puede clasificar como el aparato antecesor de los Espirómetros portátiles.



- 13 — El espirómetro consiste en un tambor invertido sobre una cámara de agua, equilibrado por un peso (Fig. 19). En el interior del tambor hay una mezcla de gases respiratorios, generalmente aire u oxígeno, con un tubo que conecta la boca de la cámara de gases. Al respirar hacia adentro o fuera de la cámara, el tambor sube o baja respectivamente, efectuándose un trazo en otro tambor. Cuando se utiliza este Espirómetro solamente puede trazarse unas cuantas respiraciones por el aumento de bióxido de carbono y la pérdida de oxígeno en la cámara de gases.

- 14 — Existe también el Pletismógrafo Corporal (Fig. 20), es un equipo mucho más complejo que el espirómetro, ya que toma los registros de la capacidad funcional del aparato respiratorio, además de descubrir y ubicar las obstrucciones, todo ésto se obtiene por medio de programas de cómputo.

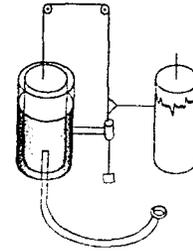
Tanto el Neumotacógrafo como el Espirómetro de tambor y el Pletismógrafo Corporal son equipos muy grandes que necesitan instalaciones y accesorios adicionales para su funcionamiento, y sólo se encuentran en hospitales.

Los antecedentes de los espirómetros portátiles en México se reduce sólo a un prototipo fabricado en el Centro de Diseño y Manufactura (C.D.M.) de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., pero este prototipo no tuvo éxito debido a que es una copia fiel de uno de los medidores extranjeros que el I.N.E.R. Importa (Mini Wright Peak Flow Meter, que se presentará más adelante), pero calibrado según los valores de la población nacional.

13 Anthony Wytton, "Anatomía y Fisiología humana" Pag. 341

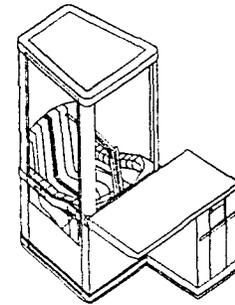
14 Colín, Victor "Pletismógrafo Corporal"

Dato importante



ESPIRÓMETRO ANTIGUO

Fig. 19



PLETISMÓGRAFO CORPORAL

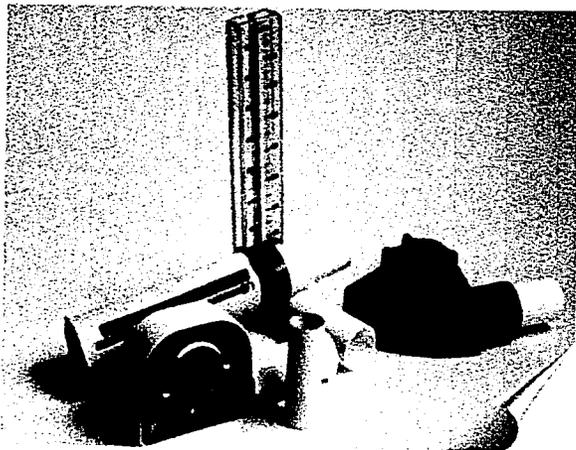
Fig. 20

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Productos Existentes

En la Fig. 21 se presentan 4 de los 5 medidores de flujo que actualmente se están importando de países como Estados Unidos de Norte América e Inglaterra. En la Tabla I se analiza el tipo de Funcionamiento, el proceso de fabricación, el número de componentes, el costo, su procedencia y su empaque primario.



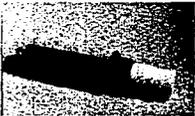
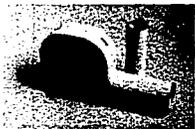
4 DE LOS 5 DISEÑOS DE MEDIDORES DE FLUJO QUE IMPORTA EL I.N.E.R.

Fig. 21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Tabla 1
Características de los productos existentes.

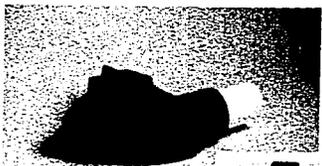
Tipo de Espirómetro	Esquema de empaque	Nombre y procedencia	Costo *	Pzas. que lo componen	Procesos de Fab.	Funcionamiento
	Capla de dos caras de 20 plis. Sin gráficos.	PULMO-GRAPH HABITOL (Inglaterra)	\$ 350.00	1) Boquilla 2) Embolo 3)Resorte de émbolo 4)Indicador 5)Escala de medición 6)Carcaza	A reserva del resorte del émbolo que es una pieza comercial, todas las otras piezas son fabricadas por inyección de plásticos.	Lineal - Horizontal
	Termoformado P.V.C. Transparente Sin gráficos.	PICO ASSESS (Estados Unidos de Norteamérica)	\$ 250.00	1)Boquilla 2)Embolo 3)Resorte de émbolo 4)Indicador 5)Escala de medición 6)Carcaza	A reserva del resorte del émbolo que es una pieza comercial, todas las otras piezas son fabricadas por inyección de plásticos.	Lineal - Vertical
	Sonotubo de 2", con tapón de espuma de poliuretano y tapa plástica Sólo logotipo como gráfico	MINI-WRIGHT PEAK FLOW METER (Inglaterra)	\$ 400.00	1)Boquilla 2)Soporte de boquilla 3)Tornillo sujetador de soporte 4)Arendela 5)Gula de émbolo 6)Embolo 7)Resorte de émbolo 8)Indicador 9)Escala de medición 10)Carcaza	A reserva del resorte del émbolo que es una pieza comercial, todas las otras piezas son fabricadas por inyección de plásticos.	Lineal - Horizontal
	Micro corrugado 2 caras couché blanco Sin gráficos.	SPIR-O-FLOW (Inglaterra)	\$ 300.00	1)Boquilla pñitos yadultos 2)Embolo 3)Resorte de émbolo 4)Indicador 5)Escala de medición 6)Carcaza 7)Valvula de escape	A reserva del resorte del émbolo que es una pieza comercial y de las boquillas que son de cartón laminado todas las otras piezas son fabricadas por inyección de plásticos.	Angular
	Bolsa de polietileno transparente con sello en la parte superior. Sin gráficos	MAXIMO fde (Inglaterra)	\$ 350.00	1)Boquilla 2)Embolo 3)Indicador 4)Escala de medición 5)Carcaza	A reserva del resorte del émbolo que es una pieza comercial, todas las otras piezas son fabricadas por inyección de plásticos.	Angular

* Fecha última de cotización agosto del 2001

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



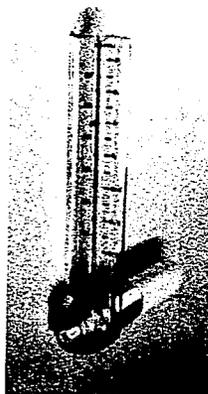
Espirómetros Actuales



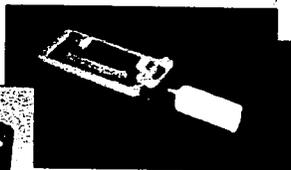
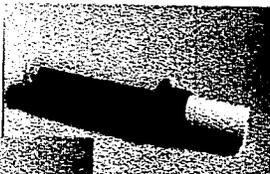
MAXIMO fdE



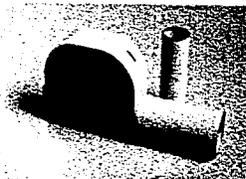
PICO ASSESS



MINI-WRIGHT PEAK FLOW METER



**PULMO-GRAPH
HABITOL**



SPIR-O-FLOW



TESTES CON
FALLA DE ORIGEN



Información Técnica. **(Comportamiento de los fluidos).**

Para poder analizar con previo conocimientos los medidores de flujo actuales y aportar un mejor sistema de funcionamiento, es necesario comprender el comportamiento de la corriente de aire y las presiones que se realizan en las vías aéreas. Se han obtenido leyes físicas que aplican la corriente de aire, pero en su mayor parte son válidas para el flujo continuo y unidireccional de gas a través de tubos rígidos y cilíndricos, con un recubrimiento liso, y sin obstrucciones en el interior. Las vías aéreas no son así. Su comienzo en la zona superior incluye la nariz, la boca la laringe y la faringe hasta la traquea. Después de ello disminuyen en la traquea, de un gran diámetro (18 mm), hasta llegar a los bronquiolos terminales de diámetro menor (0.7 mm).

No son rígidas sino distensibles, extensibles y compresibles. No son un sólo tubo, sino un sistema notable de tubos que se ramifican, comenzando en un sólo tubo y terminando en cientos de miles de tubitos. La ramificación no es simétrica, sino irregular.

El diámetro del interior puede cambiar de manera rápida o lenta, se amplía o se reduce de acuerdo a la presión en el interior o exterior de los tubos, o por la contracción o relajación de la musculatura lisa bronquiolar.



La presión necesaria cuando la corriente aérea es turbulenta (o cuando hay remolinos), es mucho mayor que cuando el flujo es laminar (lineal). Para el flujo turbulento la densidad del gas es importante y la viscosidad de poca importancia, además la presión para producir una corriente dada, varía con el cuadro del flujo y no en forma directa.

En los tubos rectos y lisos, hay solamente corriente turbulenta a grandes velocidades, estas suelen aparecer en tubos grandes principalmente; sucede lo mismo con los troncos principales y la tráquea. La velocidad de corriente en los tubos finos es baja porque la corriente aérea total se da entre cientos de miles de tubos. No obstante puede haber formación de remolinos en cada ramificación del árbol traqueobronquial (Fig. 22), y la presión necesaria para el flujo en remolinos es casi la misma que para el flujo en corriente turbulenta. La turbulencia (a bajas velocidades de corriente) puede ocurrir cuando hay irregularidades en los tubos; causadas por el moco, exudados, tumores o cuerpos ajenos, o por el cierre parcial de la glotis. En la mayoría de los casos, la corriente aérea es una combinación de corriente laminar y turbulencia con formación de remolinos.

En las pruebas corrientes con el empleo de la espiración forzada, el volumen pulmonar del sujeto cambia en todo momento durante la espiración y también su presión de impulso. La presión de impulso del aire espirado es la presión alveolar menos la presión local; salvo que los labios estén contraídos para crear obstrucción, la presión bucal es igual a la presión

Anatomía del árbol Bronquial



Fig. 22



Fig. 23

atmosférica y, en consecuencia la presión del impulso es la presión alveolar.

Por esta razón es muy importante que al medir el flujo de espiración máxima la boca este muy abierta, para que no haya obstrucción y se sople de una manera más profunda y la lectura sea la correcta (Fig. 23).

Durante el primer 20% del volumen espirado, la rapidez máxima del flujo aéreo depende del esfuerzo generado por el sujeto, lo cual significa que durante la espiración de la primera quinta parte del volumen total, cuanto mayor esfuerzo haga el sujeto, mayor será la rapidez de flujo que logre.

Propiedades de los Fluidos.

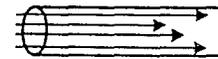
- El movimiento de un fluido se origina por la acción de fuerzas no balanceadas. Un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando se sujeta a un esfuerzo cortante sin importar la magnitud de éste (Fig. 24).

La presión de vapor de un fluido depende de la temperatura y aumenta con ella. El movimiento de los fluidos se puede clasificar de muchas maneras, atendiendo a algunas de sus diversas características por ejemplo: turbulentos o laminares, reales o ideales, reversibles o irreversibles, permanentes o no permanentes, uniformes o no uniformes, rotacionales o no rotacionales.

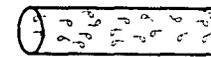
Dato importante

© Matalx, Claudio. "Mecánica de Fluidos" pag. 120 - 135

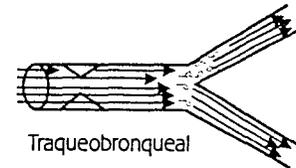
TIPOS DE FLUJOS DE AIRE



Laminar



Turbulenta



Traqueobronqueal

Fig. 24

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Entre las mediciones que se pueden tomar para un flujo, son: la determinación de la presión, la velocidad, el gasto, las ondas de choque, los gradientes de densidad, la turbulencia y la viscosidad.

Existen muchos métodos para efectuar estas mediciones: métodos directos, indirectos, gravimétricos, volumétricos, electrónicos, electromagnéticos y ópticos.

Los métodos de medición que están más enfocados a los medidores de flujo máximo son los directos e indirectos. Por ejemplo un método directo para medir el gasto en un flujo dado, consiste en determinar el volumen o el peso del fluido que pasa por una sección en un intervalo de tiempo específico.

Los métodos indirectos para medir el gasto suelen requerir la determinación de una carga manométrica, una diferencia de presiones o la velocidad en varios puntos de una sección transversal. Un medidor de gasto es un dispositivo, que permite obtener, generalmente por medio de una sola medición, el volumen que por unidad de tiempo pasa a través de determinada sección. La presión es un elemento muy aunado con el gasto pero no es lo mismo.

Es necesario realizar un análisis del funcionamiento de los medidores de flujo actuales, y saber mediante que proceso se esta efectuando la medición, así como las partes que los componen.

Dato importante

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ya que el principio de funcionamiento y la secuencia de uso es el mismo para todos los espirómetros , se analiza sólo uno de ellos. El Espirómetro Wright Peak Flow Meter (Fig. 25) de procedencia inglesa se eligió para ser analizado, porque este fue el modelo que retomó el Centro de Diseño y Manufactura de la U.N.A.M. para desarrollar el "nuevo" Espirómetro fabricado en México que no funcionó, de esta manera se sabrán los datos necesarios para no caer en los mismos errores de diseño.



Paciente utilizando el medidor
mini Wright Peak Flow Meter.

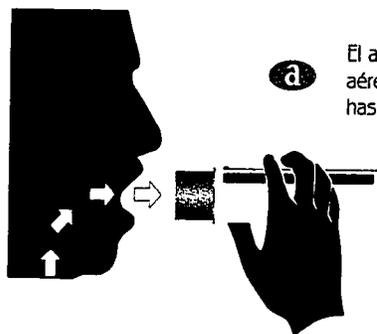
Fig. 25

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Análisis de Uso

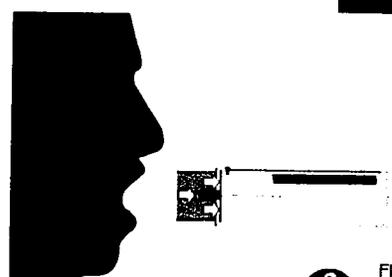
Funcionamiento del medidor actual



a El aire espirado es conducido por las vías aéreas dando salida por la cavidad bucal hasta llegar a la boquilla.

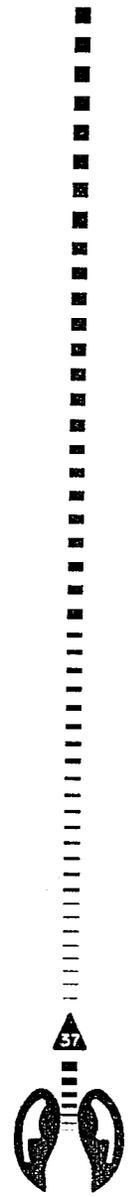


b Pasa al conducto de ensamble de la boquilla.

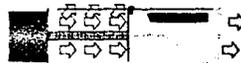


c El aire choca con un émbolo que está sujeto por un resorte muy sensible.

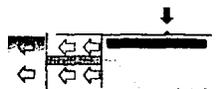
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



d La presión generada por el aire espirado hace que el émbolo se mueva y desplace a la aguja indicadora. Existe una fuga de aire espirado por canal donde se desplaza la aguja indicadora. El aire contenido dentro del medidor encuentra salida por 6 orificios, ubicados en la parte posterior del medidor.



e La aguja indicadora permanece en el punto máximo de presión obteniendo una medición de litros / minutos (gasto volumétrico), y el émbolo gracias al resorte vuelve a su posición inicial, pero también el aire remanente se regresa hacia la cavidad bucal.

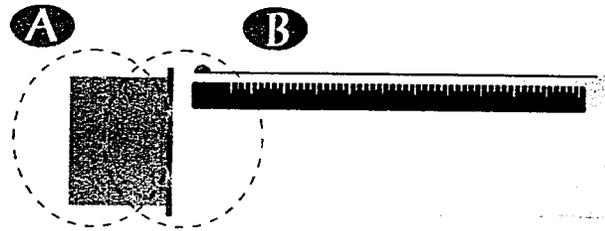


El principio de todos los medidores de flujo es el mismo, lo que cambia es que en algunos modelos el desplazamiento de la aguja indicadora es angular, en el caso anterior el desplazamiento es lineal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

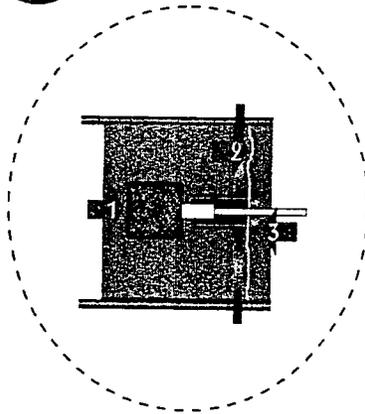
Análisis Estructural.

Componentes Internos

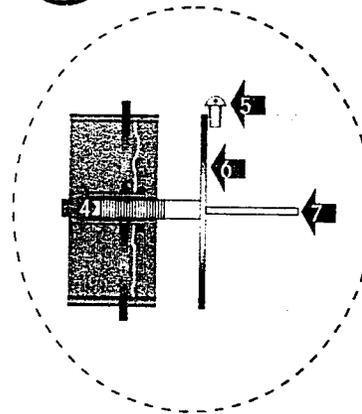


Detalles en Corte

A



B

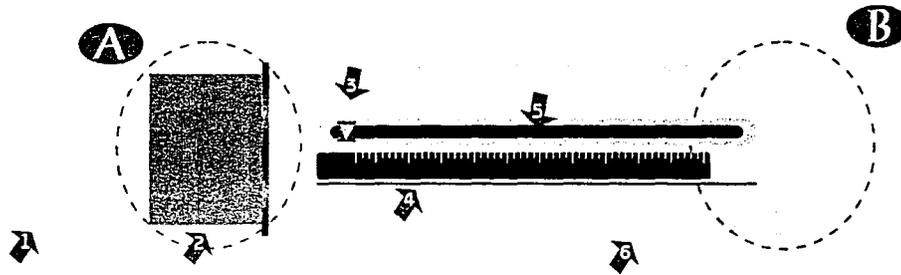


- ➡ Tornillo sujetador de soporte de boquilla
- ➡ Válvula plástica
- ➡ Arandela plástica
- ➡ Resorte de émbolo
- ➡ Indicador
- ➡ Émbolo
- ➡ Eje de émbolo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Componentes Externos.



➡ BOQUILLA

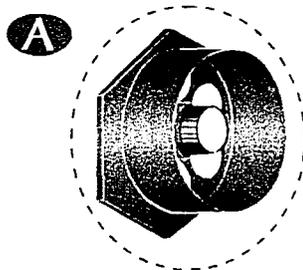
➡ INDICADOR

➡ GUIA PARA INDICADOR

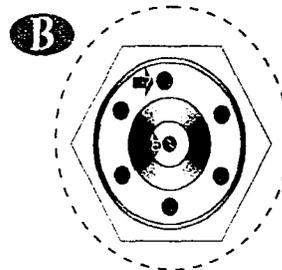
➡ SOPORTE DE BOQUILLA

➡ ESCALA DE MEDICION

➡ CUERPO DEL ESPIROMETRO



CONECTOR DE BOQUILLA



➡ ORIFICIO PARA SALIDA DE AIRE
➡ UNION DEL EJE A LA CARCAZA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Análisis Ergonómico

El uso del medidor de espiración máxima, intervienen sólo 2 partes del cuerpo humano, la cavidad bucal y las manos. La cavidad bucal es utilizada para sacar el aire espirado y las manos para poder sujetar el medidor. Debido a que el peso del medidor es poco (entre 80 a 120 grs) sólo se ocupa una sola mano ya sea la derecha o la izquierda según el usuario.

Para tomar la lectura de la medición se requiere de una escala donde se indique el gasto volumétrico que el paciente o usuario alcanzó, ésta es una parte de suma importancia en el medidor. En todos los medidores actuales la escala que utilizan es cuantitativa dando valores de litros sobre minuto, partiendo del 60 hasta llegar a 800 l/min.

A continuación se analizarán las dos partes más importantes que corresponden a la ergonomía del medidor; la boquilla y la zona prensil. La forma de la boquilla es exactamente la misma en todos los medidores, es cilíndrica y de material plástico, por esta razón el análisis que se realizó compete a todos.

Para el caso de la zona prensil se analizó cada Espirómetro como se demuestra en las páginas siguientes al análisis de la cavidad bucal.



Boquilla

La forma cilíndrica de la boquilla no se adapta a la cavidad bucal ya que al introducir la boquilla a la boca, existen fugas de aire espirado, (Fig. 26) y por lo tanto también de presión por las comisuras de los labios, dando como resultado que la lectura del gasto volumétrico ya no sea tan exacta.

Al no adaptarse la forma de la boquilla a la cavidad bucal, el usuario tiende a hacer presión con los labios en la boquilla para poder adaptar los labios a la forma cilíndrica. (Fig. 27) Como se vio en capítulos pasados esto ocasiona que la presión generada por el usuario sea por medio del abdomen y no por la caja torácica, es decir se está tomando una lectura errónea pues así no se sabe realmente que tan obstruidas están las vías respiratorias.

Además la boquilla es totalmente anti-ergonómica generando tensión en algunos músculos faciales.

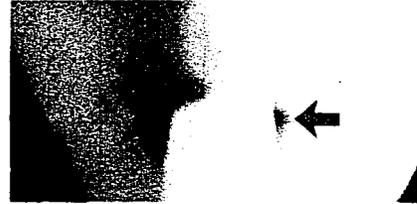


Fig. 26



Fig. 27

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Análisis de la Cavity Bucal

Como se observó en la página anterior el diseño de los actuales medidores no cuentan con un estudio previo sobre la fisonomía de la boca humana, el conocimiento de sus diferentes características y su antropometría haría la diferencia entre un diseño el cual el usuario tiene que esforzar los músculos de su boca para adaptarla a la boquilla y un diseño totalmente ergonómico, que no provoque ningún cansancio ni rechazo al usarlo.

El objetivo del siguiente apartado es el conocer las diferentes formas de cavity bucal así como las medidas en los percentiles más altos y más bajos de la población que utiliza este el esprómetro portátil, y así contar con bases de suma importancia para el planteamiento de los requerimientos de diseño.

Para analizar con detalle la cavity bucal, es necesario tomar en cuenta las diferentes fisonomías. Existe básicamente tres grupos en donde se pueden clasificar toda la población, (ya sea niños, jóvenes o adultos mayores)

- A) las personas que tienen la mandíbula inferior metida,
- B) las personas que tienen la mandíbula inferior y superior alineadas y
- C) las personas que tienen la mandíbula inferior hacia afuera (llamadas también prógnatas).



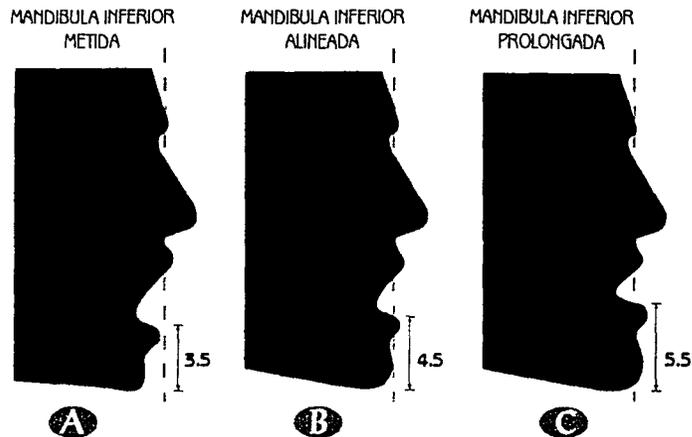


Fig. 28

Si se traza una línea recta vertical en el perfil de cada individuo con las diferentes características que se han señalado anteriormente, vemos que en el perfil "A" la mandíbula puede estar desfasada de 1 a 2 cms con respecto a la mandíbula superior, esto provoca que la apertura de la boca sea mayor pero normalmente la distancia del labio inferior al límite de la barba es pequeña.

En el perfil "B" la mandíbula inferior está alineada a la mandíbula superior y la apertura es regular, hay mayor distancia entre el labio inferior y el límite de la barba en comparación con el perfil "A".

Por último se tiene la categoría de los prógnatas que se caracterizan por tener la mandíbula inferior desfasada hacia afuera hasta 3 cms, provocando que la apertura de la boca sea pequeña y la distancia del labio inferior al límite de la barba sea muy grande, como se ve en el perfil "C".

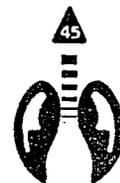
En las fotografías laterales (Fig. 29) se puede apreciar la apertura de la boca en vista frontal de las tres clasificaciones, se puede ver que la distancia entre comisuras es también muy variable la fotografía "C" nos muestra una distancia mayor en comparación con la fotografía "A", pero la distancia entre labios es mayor en la fotografía "A" y menor en la fotografía "C".

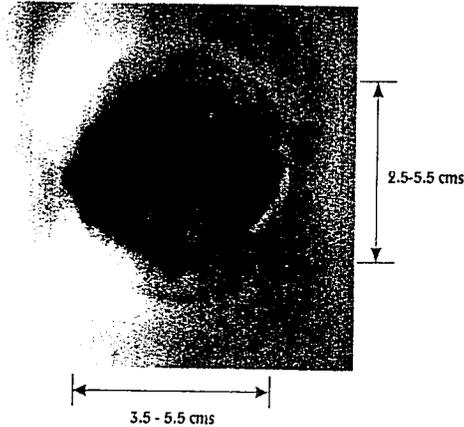
Dentro de las tres clasificaciones existen muchas variables cada boca es diferente..



Fig. 29

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Percentiles 5 y 95 en apertura de la boca en adultos (Fig. 30)

Percentiles 5 y 95 en apertura de la boca en niños de 4 a 10 años (Fig. 31)

Fig. 30

Los datos y percentiles que se presentan fueron los resultados obtenidos por medio de un muestreo de la población a la que está dirigido el Espirómetro, es decir se tomaron medidas de la cavidad bucal y del maxilar inferior a un grupo de niños, jóvenes y adultos para poder fundamentar estos datos, ya que no existe hasta este momento datos bibliográficos o de alguna fuente de información. Por lo tanto ésta es otra aportación que se hace a la comunidad que necesite este tipo de información.

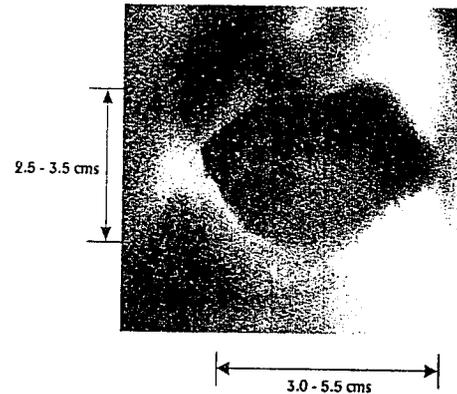
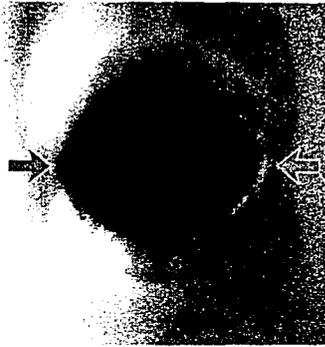


Fig. 31

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



LAS COMISURAS SON FLEXIBLES

Fig. 32

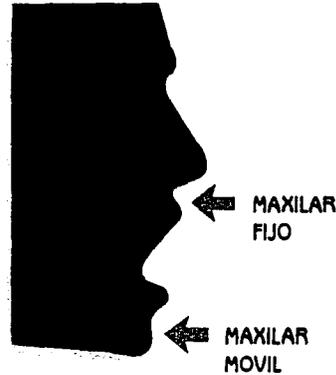


Fig. 33

Existen dos factores muy importantes para el desarrollo del diseño de la boquilla, las comisuras de la boca y el maxilar inferior. La cavidad bucal está formada por los músculos faciales, la apertura está dada por el desplazamiento de la mandíbula inferior, por lo tanto la longitud horizontal puede manejarse en un estándar ya que las comisuras de los labios son flexibles (Fig. 32) y pueden adaptarse a cierta medida sin que el usuario sienta ninguna molestia.

En cambio la distancia vertical tiene que ser adaptada según el usuario. Es importante recordar que es únicamente una mandíbula la que se desplaza (Fig. 33), la mandíbula superior queda fija en el diseño de la boquilla.

Dato importante

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La apertura de la cavidad bucal es proporcional
al desplazamiento de la mandíbula inferior

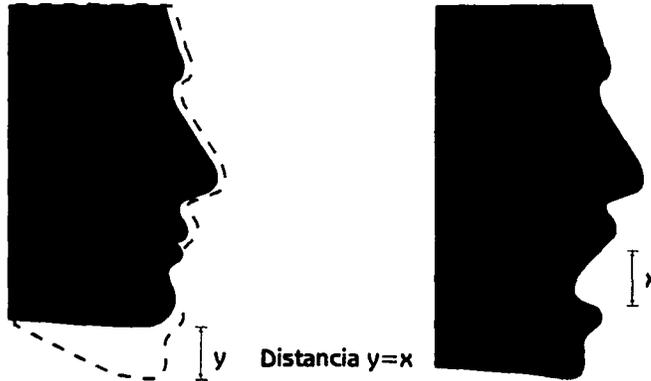


Fig. 34

El desplazamiento de la mandíbula inferior es directamente proporcional a la cavidad bucal en su apertura máxima, esto nos puede dar otro indicativo para el desarrollo de la boquilla. (Fig. 34)

Recordemos que no deben existir fugas de aire espirado por las comisuras de los labios, pero es fundamental que la boquilla se adapte a todas las posibles variantes en medidas para que esta pueda ser usada por personas de 4 a 90 años.

Otra de las partes fundamentales que es necesario analizar para lograr un buen resultado es la zona prensil, como lo están solucionando sin dar una respuesta satisfactoria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Zona prensil.

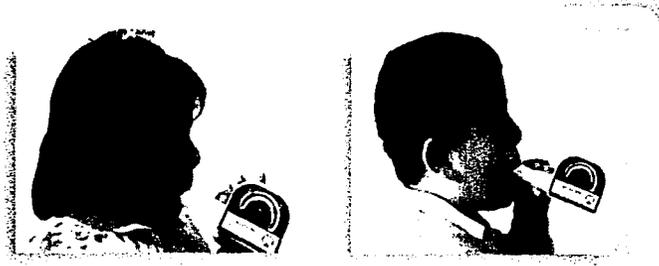


Fig. 35

Se analizó la forma de asir los medidores actuales en varios usuarios y se detectó que al no haber una zona prensil bien definida colocan la mano para sujetarlo principalmente en dos zonas del aparato, en el soporte de la boquilla y en el cuerpo del aparato, (Fig. 35) el usuario que lo toma del soporte de la boquilla lo hace de una manera muy incómoda ya que no tiene el suficiente espacio para tomarlo adecuadamente, esto hace a que se incline el medidor demasiado pues el mayor peso está en la parte de cuerpo.

La niña sujeta el medidor por el cuerpo, en este caso no obstruye la guía de la aguja indicadora ya que ésta se encuentra lateralmente, pero en el caso del medidor Mini Wright Peak Flow Meter y el Pulmo-Graph Hbitol, el desplazamiento es por la parte superior del cuerpo del aparato y no cuenta con un zona prensil, se observó que los niños y los adultos mayores son los usuarios que con mayor frecuencia lo toman de esta manera, obstruyendo el recorrido que realiza la aguja por la guía, y tienen que repetir la medición pero esta vez volteando la escala de medición hacia un lado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Fig. 36

En el caso del medidor Pico Asses de igual manera no cuenta con una zona prensil y por lo tanto en muchas ocasiones puede ser bloqueada la salida del aire que se encuentra en el extremo posterior de la zona de la boquilla. Si el paciente toma el medidor por el cuerpo también obstruye el desplazamiento de la aguja. (Fig. 36)

Al no tener una zona prensil los primeros tres medidores que se presentan (Fig. 37), la tendencia a colocar el medidor no es perpendicular con respecto a la cara, sino más bien tiene aproximadamente 15° de inclinación hacia abajo. Esto provoca que el primer contacto del aire espirado es con el sujetador de la boquilla y no con el embolo, dando como resultado una disminución del gasto volumétrico en el primer contacto, así mismo la presión que llega al embolo es reducida y por lo tanto la lectura del gasto volumétrico no es la correcta. (Fig. 38)

Esta variable sólo puede controlarse si se tiene una área establecida en la parte inferior para asir el medidor, como se muestra en la fotografía "D".

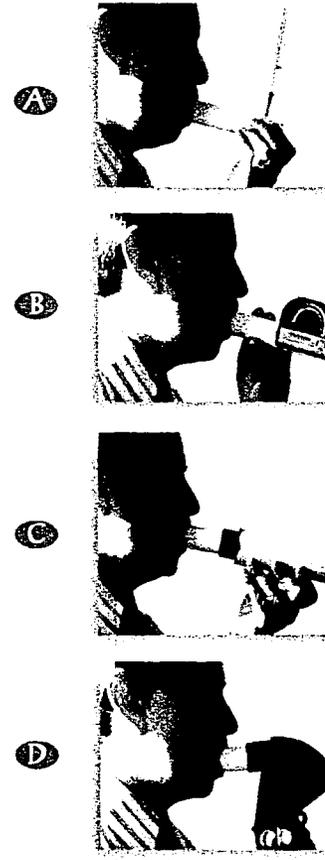
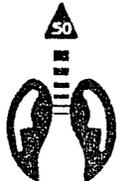
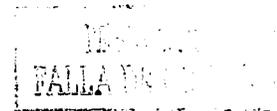


Fig. 37



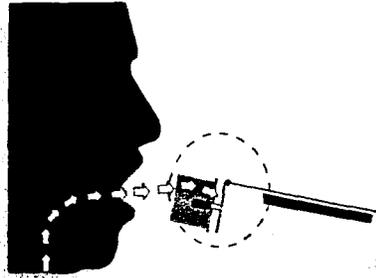


Fig. 38

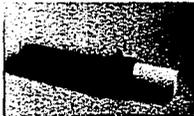
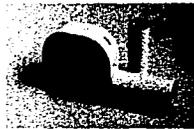
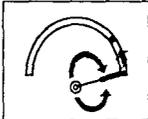
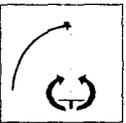
Por otro lado cabe mencionar como dato importante dentro del análisis de uso que al ser transparente el medidor Pico Asses cuando el usuario espira, deja partículas de vapor (aire húmedo) a lo largo de todo el medidor, es decir, se empaña, esto da un desagradable aspecto, en ocasiones si el paciente cuenta con mucosidad en sus vías respiratorias, esta sustancia densa se ve inmediatamente cuando realiza la espiración y es muy depresivo para el paciente ver lo que arrojó.

Para la limpieza de todos los Espirómetros se utiliza únicamente agua, ya que los pacientes con asma extrínseca son alérgicos a los químicos. Se observó que sólo el Mini- Wright Peak Floww Meter y el Spir-o-Flow se pueden desarmar para lavarse, pero tienen muchas piezas sueltas pequeñas que se pueden perder. Todos se secan con secadora para cabello o con un paño que no deje pelusa, ya que, ésta también puede ocasionar alergia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Tabla 2
Ventajas y Desventajas de los productos existentes.

Tipo de Espirómetro	Dimensiones	Tipo de Funcionamiento	Ventajas	Desventajas
 <p>PULMO-GRAPH HABITOL</p>	Altura: 200 mm Ancho: 37 mm Profundidad: 115 mm	Funcionamiento vertical por embolo con eje. El indicador se desplaza por un canal y se mantiene en la medición máxima únicamente por fricción. 	€ Es muy angosto	€ Se empaña con el vapor de la espiración. € La boquilla no se adapta a la cavidad bucal. € No tiene boquilla especial para niños. € No puede ser calibrado para niños. € Utiliza partes metálicas que con el vapor de la espiración se oxidan. € Es muy grande para ser portátil. € No tiene zona prensil ergonómica.
 <p>PICO ASSESS</p>	Altura: 25 mm Ancho: 65 mm Profundidad: 155 mm	Funcionamiento horizontal por embolo con eje. El indicador se desplaza por un canal y se mantiene en la medición máxima por fricción. 	€ No tiene ventajas	€ La boquilla no se adapta a la cavidad bucal. € No tiene boquilla especial para niños. € No puede ser calibrado para niños. € Utiliza partes metálicas que con el vapor de la espiración se oxidan. € No tiene zona prensil ergonómica.
 <p>MINI-WRIGHT PEAK FLOW METER</p>	Altura: ∅ 45 mm Ancho: ∅ 45 mm Profundidad: 203 mm	Idem 	€ No tiene ventajas	€ La boquilla no se adapta a la cavidad bucal. € No tiene boquilla especial para niños. € No puede ser calibrado para niños. € Utiliza partes metálicas que con el vapor de la espiración se oxidan. € No tiene zona prensil ergonómica.
 <p>SPIR-O-FLOW</p>	Altura: 60 mm Ancho: 27 mm Profundidad: 155 mm	Funcionamiento angular por embolo con eje. El indicador se desplaza por un canal y se mantiene en la medición máxima por fricción. 	€ Siendo angular el desplazamiento del indicador reduce la dimensión del espirómetro. € Tiene boquilla para adultos y para niños € Tiene una válvula para calibrarse.	€ La boquilla no se adapta a la cavidad bucal. € Utiliza partes metálicas que con el vapor de la espiración se oxidan. € No tiene zona prensil ergonómica.
 <p>MAXIMO fde</p>	Altura: 140 mm Ancho: 30 mm Profundidad: 155 mm	Funcionamiento angular por medio de un muelle de lámina de cobre. El indicador se desplaza por un canal y se mantiene en la medición máxima por fricción. 	€ Cuenta con una zona prensil ergonómica. € Siendo angular el desplazamiento del indicador reduce la dimensión del espirómetro.	€ La boquilla no se adapta a la cavidad bucal. € No tiene boquilla especial para niños. € No puede ser calibrado para niños. € Utiliza partes metálicas que con el vapor de la espiración se oxidan.

* Fecha última de cotización julio del 2000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conclusiones.

Como conclusiones del análisis que se realizó en los actuales Espirómetros tenemos las siguientes:

Material y Procesos.

- ① El sistema de émbolo que utilizan tiene elementos que se oxidan con la humedad de la espiración teniendo un tiempo de vida muy corto.

Función / Ergonomía.

- ① En varias zonas de la boquilla hay fugas de aire, generando una reducción en la cantidad de aire espirado por el paciente en su espiración máxima, dando como resultado un gasto volumétrico que no es comparativo con la obstrucción de sus vías respiratorias.
- ① No tienen una escala especial para niños, ni con boquillas especiales para la cavidad bucal de los mismos.
- ① Con excepción de un medidor (MAXIMO fdE) todos los demás carecen de una zona prensil bien definida, ocasionando incomodidad al tomar el medidor y en algunas ocasiones obstrucción en el desplazamiento de la aguja indicadora.
- ① Debido a que el diseño no es ergonómico, el usuario generalmente al asir el medidor y colocárselo en la boca, inclina el medidor hacia abajo provocando que el aire espirado choque

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



primeramente con una de las paredes del soporte de la boquilla, y después con el émbolo, ésto genera una reducción de presión aunado a todas las fugas.

- ① La boquilla carece totalmente de ergonomía, ya que es rechazada por el usuario debido a que su forma cilíndrica nunca se adaptará a la cavidad bucal, es como si se colocara un segmento de tubo en la boca.
- ① A pesar de que el 75% de la población a la que va dirigido el producto, son niños, no cuentan con un diseño que sea llamativo y que incite al niño a efectuar la prueba sin ningún rechazo.

Diseño Formal.

- ① Algunos de los Espirómetros actuales para poder darles mantenimiento de limpieza es necesario desarmar el cuerpo del medidor. Los usuarios se han quejado porque al contar con pequeñas piezas sueltas, existen ocasiones en las que se pierden quedando inservible el aparato.
- ① Se dificulta la limpieza del Espirómetro en las zonas angulares, teniendo como resultado la acumulación de bacterias.



Principio de Funcionamiento.

- ① Otro de los factores que intervienen en el mal funcionamiento del aparato, es la fricción dada por el embolo y la aguja indicadora. La fricción es otra variable que afecta en la medición exacta, sin embargo puede ser controlada.

Distribución.

- ① No cuentan con un empaque adecuado, que facilite la transportación y proteja al Espirómetro.

Publicidad / Mercadotecnia.

- ① No cuentan con una identidad gráfica definida para la población a la que va dirigido el producto.

Teniendo ya los problemas definidos, es necesario jerarquizar en subproblemas a atacar para facilitar y hacer más práctico el proceso creativo, así como para la redacción de los requerimientos de diseño.

Jerarquización de elementos a diseñar.

Para el desarrollo de cualquier diseño , es necesario considerar una jerarquía en orden de importancia de los elementos o sistemas que se desarrollaran, esto nos ayudará a dar una directriz al proceso creativo.

- 1** Boquilla. La parte con mayor importancia dentro de los elementos a diseñar.
- 2** Principio de funcionamiento.
- 3** Zona prensil y/o cuerpo del Espirómetro.
- 4** Empaque

Una vez identificadas las partes más importantes del Espirómetro, es necesario contar con los requerimientos de diseño que delimitaran su uso, su función, la ergonomía, el tipo de proceso de producción, el mantenimiento, su costo de fabricación y la penetración en el mercado.

Requerimiento

De Uso

El usuario tiene que llevar consigo el Esprómetro.

Considerar el tipo de usuario al que está dirigido el Esprómetro.

Está dirigido a personas con insuficiencia respiratoria sin importar posición económica o cultural

Parámetro

El usuario podrá llevar el Esprómetro sin alterar o Interrumpir sus actividades cotidianas. Considerando como medidas máximas para trasportarlo sin ningún problema las siguientes medidas:
Largo: 15 cms Ancho: 4 cms
Profundidad: 4 cms

El Esprómetro será diseñado para personas de 5 a 90 años.

La población se dividió en tres rubros:
Niños, Jóvenes y Adultos.

Lo utilizarán niños, mujeres y hombres, 3 grupos con diferentes capacidades pulmonares

La secuencia de uso la debe entender personas de 5 a 90 años, con una sola vez que se le explique sin importar su nivel cultural.

Criterio

El Esprómetro será portátil. Contará con algún elemento con el cual se facilite su transportación, siendo no necesario el uso del bolso o maletín.

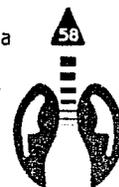
Los componentes que tengan una relación directa con el usuario contarán con un diseño ajustable para adaptarse a todo tipo de usuario.

El Esprómetro contará con una presentación para cada rublo cubriendo así las tendencias en gustos.

Contará con una válvula para regular la salida de aire y obtener la calibración necesaria para niños, mujeres y hombres Según la capacidad pulmonar de cada rublo.

Se diseñará un Instructivo muy gráfico que vendrá en la parte posterior del empaque secundario.

El Esprómetro contará con una forma totalmente semiótica.



Requerimiento

El usuario debe tener la boca bien abierta cuando realiza la prueba de espiración máxima.

Impedir que la mucosidad que arrojan algunos pacientes, obstruya el funcionamiento del Espirómetro.

Para que la medición sea lo más exacta posible es necesario que no haya fugas por ninguna parte.

Es necesario que el Espirómetro atraiga la atención de los niños para que realicen la prueba sin ningún problema.

Parámetro

La boquilla cubrirá la apertura máxima de cada usuario tomando en cuenta las distintas dimensiones de la cavidad bucal.

La mucosa es densa y en pequeñas cantidades, 1 de cada 10 pacientes la arroja al efectuar la espiración máxima.

La zona donde existe mayor riesgo de fugas de aire es por las comisuras de los labios.

El aire espirado se tiene que dirigir de la boquilla al indicador para evitar pérdidas.

Se jugará con propuestas de colores llamativos. Se tratará que el niño vea la prueba como un juego de reto.

Criterio

La boquilla contará con un sistema de ajuste para poder personalizar la apertura máxima de cada usuario.

Se colocará un filtro desechable entre la boquilla y el sistema de medición del gasto volumétrico.

La forma de la boquilla cubrirá las comisuras de los labios.

Habrán un conducto cerrado que conecte la boquilla con la zona de medición.

Se utilizarán colores como el azul, amarillo y rojo.

Se manejará un gráfico de algún personaje con el que se identifique el niño.



Requerimiento

- El espirómetro protegerse cuando no lo está usando.

Función

- El principio de funcionamiento debe ser autónomo.

- Debe contar con el menor número de piezas sueltas.

- El Espirómetro debe medir el gasto volumétrico de una espiración máxima.

- La prueba de espiración máxima se realiza con la boca bien abierta

Parámetro

Se diseñará un empaque primario que lo proteja del polvo, pelusas, golpes y agentes químicos.

No debe depender de ningún tipo de equipo adicional, energía o posición especial del usuario.

Sólo para su aseo se podrán separar las piezas que tengan contacto directo con la espiración y la boca.

Para obtener la medida del gasto volumétrico, es necesario provocar una diferencia de presiones atmosféricas.

Para que no intervenga la presión de los labios, estos tienen que estar relajados. La boca del usuario tiene que estar bien abierta en el momento de la prueba.

Criterio

El empaque primario será una funda de un textil, impermeable y acolchonado.

El principio de funcionamiento será totalmente mecánico impulsado sólo por la presión del aire espirado. El indicador tendrá algún tipo de guía para controlar su desplazamiento y ubicarlo en la medición exacta.

La única pieza que puede ser removible para su limpieza será la boquilla, esta tendrá un sistema de ensamble.

Se trabajará bajo el principio de funcionamiento del tubo de venturi.

Se diseñará un mecanismo para que la boquilla se adapte a la apertura máxima de la boca de cada usuario.



Requerimiento

El indicador de la medición debe mantenerse en posición fija para realizar la prueba.

El indicador debe ubicarse donde llegue la máxima espiración y permanecer fija para la lectura.

El indicador debe regresar a su ubicación original después de la prueba.

Acumular el menor número de bacterias.

Tener una escala de medición

Parámetro

No debe moverse con cualquier movimiento suave que pueda hacer el usuario al tomarlo y posicionarlo en la boca.

No podrá alterar la medición accidentalmente con la mano.

Aún con la fuerza de gravedad debe mantenerse inmóvil.

El indicador es el receptor del flujo de la espiración por lo tanto debe tener una trayectoria direccional graduada.

Manualmente o por medio de algún dispositivo.

Las zonas más susceptibles de acumular bacterias es la zona prenasal, la boquilla y el conducto por donde pasa el aire espirado.

Cubrirá desde la medida de la capacidad pulmonar más pequeña hasta la más alta.

La medición del gasto se da en unidades de l/min.

La escala puede ser cuantitativa o cualitativa.

Criterio

Tendrá un dispositivo que lo sostenga ligeramente y que sólo con la presión del aire se libere.

El indicador estará cubierto por medio de un capelo transparente.

Ya sea por medios físicos como la capilaridad, el magnetismo o la fricción.

Realizando un cambio de presiones. Quitando la fuerza magnética o por golpes.

Para estas zonas se evitarán los materiales porosos, las formas angulares y las ranuras.

La escala para jóvenes y adultos será cuantitativa y para niños cualitativa.



Requerimiento

Limpieza y Mantenimiento

- Para la limpieza del Espirómetro se deben evitar los agentes químicos
- Para secar el Espirómetro debe evitarse utilizar los textiles que dejan pelusa para evitar irritaciones en las vías respiratorias de los usuarios.
- Debido a que el Espirómetro es un aparato sanitario de precisión, contarán con elementos sustituibles.
- De Mercadotecnia.**
- Debe ser distribuido en toda la república mexicana

Parámetro

Los agentes químicos como los detergentes en polvo, líquidos o jabones en pasta así como las acetonas, los éteres y el alcohol, no deben ser utilizados para la limpieza del espirómetro.

Se deben evitar los textiles de fibras naturales, como el algodón,

Las partes que tengan desgaste por fricción o que acumulen con el uso bacterias, se sustituirán por nuevas.

En todo tipo de farmacias
Clínicas en zonas marginadas
Hospitales de enfermedades reapratorias

Criterio

Sólo se utilizará agua a presión para el lavado del Espirómetro.

Para el secado de los componentes del espirómetro se utilizará una secadora de cabello y/o algùn textil sintético.

El Espirómetro contará con elementos o sistemas desmontables, que se sujetarán por medio de ensamblajes seguros, más no permanentes.

Por medio de distribuidores directos y campañas de salud



Requerimiento

- € Debe contar con un empaque secundario para su distribución y venta.

Parámetro

Para distribución foránea y local tendrá un empaque terciario y secundario y para puntos de venta en farmacias un empaque secundario desechable.

Criterio

Se utilizaran para el empaque terciario cajas de cartón corrugado dos caras de kraft con elementos gráficos de identificación y con un material espumado en la parte interior de la caja para amortiguar los golpes.

Para su exhibición en puntos de venta se dará mayor importancia al gráfico del empaque para que sea atractivo al consumidor. Un empaque termoformado con un soporte de cartulina asulfatada impresa en offset.

Ergonómicos

- € Considerar que el usuario tomará el Espirómetro con la mano, siendo indistinta (la derecha o la izquierda).

Las medidas de la pinza gruesa del usuario para tomar el Espirómetro es: Pinza gruesa para niños 4cms y para adultos: 10 cms (medidas máximas).

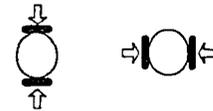
La zona prensil medirá 4cms de ancho.

- € No debe causar ningún esfuerzo o incomodidad al tomar el Espirómetro.

As posiciones más naturales para tomar un objeto son las siguientes:



La zona prensil estará dada por 2 puntos de apoyo, pueden ser verticales u horizontales.



Requerimiento

- La forma propuesta debe agradarle al usuario.
- La boquilla se debe adaptar alas dimensiones de la cavidad bucal de cada usuario.

- El peso del Esprómetro debe permitir una fácil manipulación.

Técnico - Productivos.

- Considerar que el usuario tomará el Esprómetro con la mano, siendo indistinta (la derecha o la izquierda).

Parámetro

No se utilizarán las formas pesadas y angulares

Considerar que los rangos de apertura máxima de la cavidad bucal en los niños es de 2.5 - 4 cms de altura y de 3.5 - 5.5 cms de ancho y en los adultos de 2.5 - 5.5 cms de altura y de 3.0- 5.5 cms de ancho. Aunque podemos encontrar niños con medidas de adultos y adultos con medidas de niños. Por lo tanto tomaremos el siguiente rango. Altura de la cavidad bucal de 2.5 - 5.5 cms y de ancho de 3.0-5.5 cms.

Su peso estará dado por el peso que puede soportar un niño de 5 años y un adulto mayor de 90 años, sin el más mínimo esfuerzo, es decir máximo 150gr.

Las medidas de la pinza gruesa del usuario para tomar el Esprómetro es: Pinza gruesa para niños 4cms y para adultos: 10 cms (medidas máximas).

Criterio

Se utilizaran formas orgánicas.

Se tomarán como medidas Idóneas para la boquilla de 2.5 cms de altura y 4 cms de ancho, ya que las comisuras de los labios son flexibles.

El Esprómetro estará compuesto por piezas huecas en su mayoría.

La zona prensil medirá 4cms de ancho.



Requerimiento

Técnico - Productivos.

- Los materiales a utilizar no deben absorber ni reaccionar con el agua
- Los materiales a utilizar deben ser atóxicos
- El costo de fabricación será menor al de la competencia.
- La demanda del Esprómetro es de 3 millones anuales

Parámetro

Los materiales que cumplen con estas características son los polímeros, la cerámica y el vidrio.

Polímeros como: El policloruro de vinilo (flexible y rígido), poliestireno, silicon latex, polietileno, gel térmico, etc.

El costo no debe exceder de \$400.00

Existen 2 tipos de flujos de procesos de fabricación para el volumen que se va a producir, el lineal y el intermitente

Y los procesos: extrusión, inyección y termoformado.

Criterio

Se trabajará con polímeros.

Para abatir el costo de producción no se utilizarán más de dos procesos de fabricación.
El empaque se maquillará por separado.

Por sus características se utilizará el intermitente. Y los procesos serán por inyección y termoformado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CAPÍTULO V

La mente como el paracaídas, funciona solamente cuando está abierta.

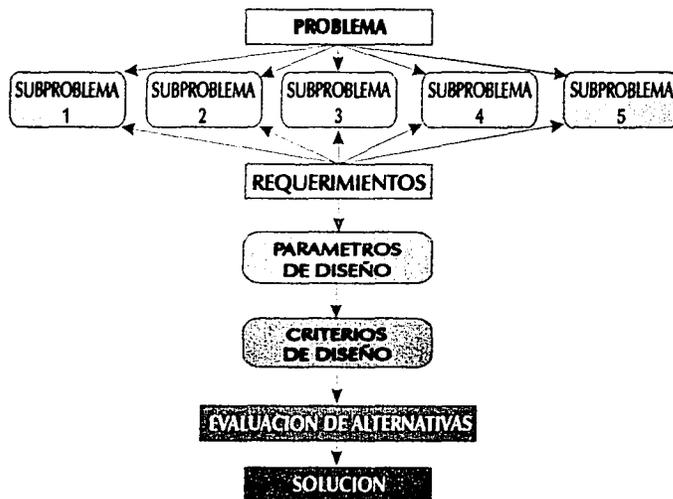
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



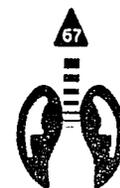
Desarrollo de alternativas de Diseño

Hasta aquí se ha obtenido toda la parte teórica fundamental y básica para comenzar con la fase creativa, que jugará el papel más importante, el papel propiamente del diseñador Industrial.

Los requerimientos de diseño han delimitado los parámetros que debe cumplir el producto. Es de suma importancia, comenzar a proyectar tomando en cuenta la jerarquización de los subproblemas o puntos neurálgicos, estos a su vez contarán con elementos secundarios que en conjunto formarán los sistemas del producto que darán solución a cada subproblema. En el siguiente esquema se representa cual será el planteamiento para la etapa creativa.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El trabajo de sintetizar la parte teórica y dar propuestas de diseño no surge de manera inmediata, ni fluyen solas las ideas, es necesario el empleo de un método para encauzar la creatividad. El método que se utilizó fue por rastreo, es decir empezar por soluciones generales a cada subproblema, para después aterrizar en lo particular. De este método se utilizó tres técnicas para el desarrollo de la creatividad: Analogías, Empatía y Fantasía.

- ❶ La Analogía consiste en buscar semejanzas de uso, función, ergonómicas y técnico-productivas, con otros sistemas ya solucionados.
- ❷ La Empatía es ocupar el lugar del usuario e identificarse mental y corporalmente con él, para poder establecer los puntos claves y dar una solución más certera al problema.
- ❸ La Fantasía es proyectar soluciones ideales para cada elemento.

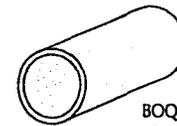
En esta primera etapa de desarrollo creativo, se comenzó a diseñar de lo general a lo particular, es decir se conceptualizó la idea para después, entrar en el diseño a detalle, como lo es, el dimensionar cada elemento según su función según los parámetros ergonómicos y los procesos técnicos-productivos. Se generaron también ideas por el método Brainstorming (lluvia de ideas), obteniendo como resultado muchas posibles soluciones que se fueron descartando después del análisis y evaluación de cada una de ellas. En el presente documento para fines prácticos, sólo se presentan las alternativas más representativas de cada subproblema.

Aunque todos los subproblemas están interrelacionados, se empezará a desarrollar propuestas para la Boquilla. Como se observó anteriormente la boquilla es la parte más importante y por lo tanto es el elemento en donde se aportaron mayores ventajas con respecto a los productos existentes, es la parte donde la ergonomía juega un papel fundamental. La Boquilla es el elemento que está en contacto con la boca por lo tanto se realizó una analogía con la cavidad bucal, tomando en cuenta que hay 3 tipos de cavidades bucales (como se vio en el análisis ergonómico), y por lo tanto la boquilla se adapta a esos tipos y por supuesto a las diferentes dimensiones. Se propusieron cinco alternativas que se irán explicando una por una. Se tomó en cuenta la forma de la cavidad bucal semi abierta, para poder posicionar los labios sobre la boquilla.

La apertura o altura de la boquilla se propuso de 2cm ya que es el percentil mínimo de la apertura de la boca de los niños. El ancho de la boquilla fue resultado del promedio de dimensiones de todo el rango de usuarios (4cm), ya que se tiene la gran ventaja de que las comisuras de los labios son flexibles y por lo tanto, pueden amoldarse sin ninguna complicación ni molestia por parte del usuario.

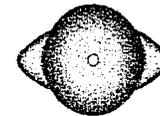
Se hicieron analogías con productos existentes que se introducen en la boca como: **las boquillas de aparatos médicos que se utilizan en inhaloterapia, los snorkels, chupones de mamilas y los bebederos de los vasos para niños.** (Fig. 39)

Se observó que las **boquillas de los aparatos para la inhaloterapia**, algunas son muy parecidas a los snorkels, otras son



BOQUILLA DE APARATOS
PARA INHALOTERAPIA

BOQUILLA DE
SNORKELS



CHUPON CURITY

BEBEDERO DE
VASO PARA NIÑOS



Fig. 39

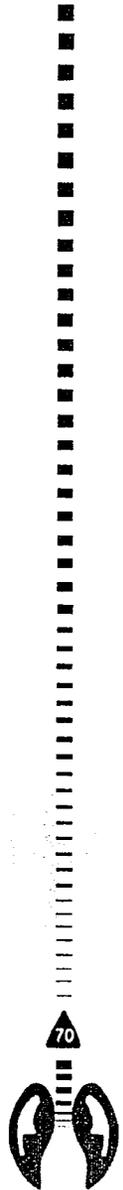
en forma de cilindro, varía únicamente el diámetro del cilindro, dependiendo si es para adulto o para niño. Estas analogías, no aportaron ideas que pudiesen servir para desarrollarlas en la boquilla de Espirómetro, ya que no cumplen con los requerimientos ergonómicos planteados.

Los snorkels cuentan con una curvatura que se adapta a la curva frontal de la boca y cuentan con una zona específica para colocar los dientes. De este producto sólo se puede retomar la idea de la curvatura para la boca.

Dentro de los **chupones** existe una marca (Curly) que contemplo en su diseño el espacio para las comisuras de los labios, el diseño está hecho para bloquear el paso del aire al estómago del bebe cuando succiona la leche de la mamila. Esto nos puede ayudar a conceptualizar una idea parecida pero con el propósito de bloquear la salida del aire por las comisuras de los labios, cuando el usuario realice la prueba.

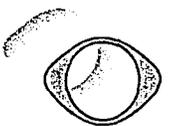
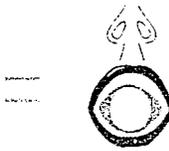
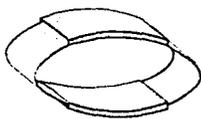
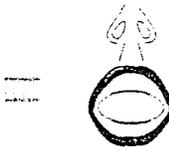
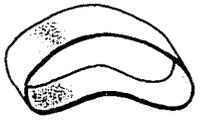
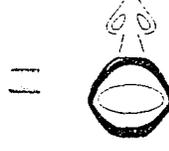
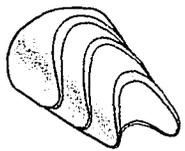
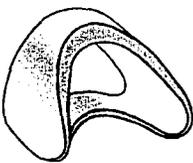
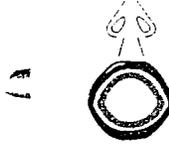
Por último **se observó que los bebederos de los vasos para niños son cónicos**. Si se diseña una boquilla cónica se tendría la opción de que la parte más pequeña fuese para bocas pequeñas y la parte grande para las bocas grandes, de hecho este criterio se consideró para el desarrollo de una opción que se explicará más adelante.

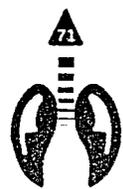
A continuación se presentará el desarrollo creativo del diseño de la boquilla, el análisis y las conclusiones de cada una de las propuestas.



Evaluación y selección de alternativas.

Boquilla

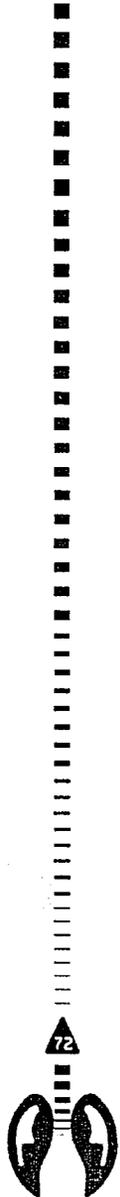
PROPUESTA	DESCRIPCION	EVALUACION ERGONOMICA	PROBLEMAS DETECTADOS	CONCLUSIONES
	.Pieza extruñda elíptica con interior de forma circular, con la finalidad de bloquear las comisuras de la boca que es la parte donde se observó fugas de		.La forma de la boquilla en vista lateral no se adapta a la forma de la boca. Los extremos de la boquilla no permiten el paso total del aire espirado, esto hace que la medición del volumen del aire no fuese	Considerar que cuando la boca está abierta (viendola lateralmente), las comisuras de la cavidad bucal están en un plano diferente al de los labios. Es necesario eliminar la obstrucción de los extremos para que pase todo el aire espirado sin problemas
	Boquilla compuesta por cuatro partes, dos flexibles y dos rígidas. Las piezas flexibles permitirán que la boquilla adapte diferentes aperturas o alturas y las partes rígidas servirán para ensamblar la		Los extremos de la boquilla al ser flexibles no tenían la suficiente estructura para soportar la presión ejercida por los labios, se deformaba. Al unir la parte rígida con la flexible quedaba una rendija en donde se pudleria acumular bacterias.	Es necesario utilizar un solo material para la fabricación de la boquilla que sea flexible para que adapte las diferentes dimensiones de la boca pero que tenga la suficiente estructura para que no se deforme.
	Esta opción cuenta con un radio en la parte superior e inferior, para adaptar más la boquilla a la forma de la boca semi abierta, dejando las partes donde se colocan las comisuras de los labios más salidas.		La forma de la boquilla no es precisamente la forma de la boca, a pesar de que los labios son flexibles es incómodo. Introducirse una forma elíptica a la boca.	En esta propuesta ya se consideró la forma lateral de la cavidad bucal, pero las comisuras de los labios no están exactamente a la mitad de la cavidad bucal, por lo tanto se debe bajar el ángulo de inclinación de la boquilla en vista lateral.
	Propuesta cónica plegable compuesta por tres boquillas de diferentes dimensiones (grande, mediana y chica). Según el tamaño de la boca del usuario es		Se pesó en una forma cónica que pudiese abarcar tres tamaños de boquilla al mismo tiempo, pero en la unión de cada tamaño de boquilla se acumulan bacterias, además de correr el riesgo de que se	Es incómodo para las personas de boca grande. Introducirse a la boca las dos primeras partes de la boquilla para efectuar la prueba. Se comprueba con esto que es necesario que la boquilla sea de una sola pieza y que el material tenga un poco de flexibilidad para
	Boquilla de material flexible con tres puntos de apoyo, dos móviles para estirar la boquilla y adaptarla a la boca del usuario y uno fijo ensamblarla al cuerpo del espirómetro. Cuenta con un bisel para colocar los labios, los extremos laterales cubren bien las		Con el análisis de las otras propuestas se consideró la forma exacta de la cavidad bucal de los percentiles más altos en usuarios, haciendo de la boquilla un molde de la misma cavidad bucal. Se debe fabricar en un material	La forma de la boquilla se adapta muy bien a la boca, pero fue necesario diseñar un sistema que permitiera que la boquilla tuviese varias aperturas según la boca del usuario, ya que aunque la boquilla fuese de un material flexible, por sí sola no permitiría esto.



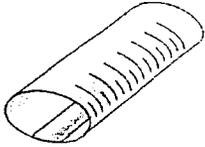
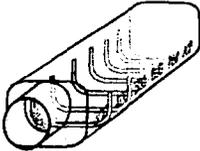
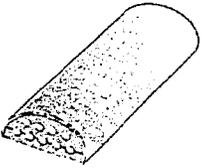
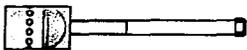
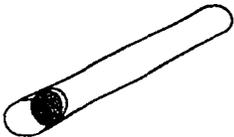
Sin duda el desarrollo del principio de funcionamiento es básico para el Espirómetro. El diseño de alternativas se realizó por la técnica de Analogía básicamente, se analizó el principio de funcionamiento de aparatos y equipos (no necesariamente médicos) que miden presión y gasto volumétrico analizando sus formas y componentes necesarios para su funcionamiento. Así se encontraron aparatos como el Barómetro (el medidor de la presión de las llantas de los coches), Manómetro, Tuvo de Venturi y juguetes como la espanta suegras que no es para realizar ningún tipo de medición, sin embargo, se pudiera retomar el mismo principio de funcionamiento para efectuar una medida de aire espirado.

Existen también pequeños aparatos para ejercitar los pulmones, como parte de terapia de rehabilitación, que funcionan mediante una esfera que tiene que ser empujada por medio de una espiración forzada, y se calibra a través de una salida de aire.

A continuación se presenta el desarrollo de algunas de las propuestas que se diseñaron y evaluaron hasta llegar a la propuesta optima.



Principio de Funcionamiento

PROPUESTA	DESCRIPCION	EVALUACION ERGONOMICA	PROBLEMAS DETECTADOS	CONCLUSIONES
	Esta propuesta funcionaría por medio de magnetismo. Dentro de una esfera hueca se coloca un imán pequeño, la esfera es empujada por el aire espirado desplazándose por una cinta de metal la esfera se queda inmóvil hasta la máxima presión de aire	Debido a que el indicador de la medición es una esfera, la lectura de la medición era inexacta y no se podía colocar una línea en la esfera porque ésta con la fuerza del aire da vueltas y a veces la línea no coincidía con las líneas de la escala.	La cinta metálica se oxida con la humedad. Y si se encapsula con un polímero pierde fuerza magnética. En ocasiones la presión del aire espirado era mayor a la fuerza magnética y la esfera perdía contacto con la cinta metálica.	No se puede utilizar ningún tipo de metal, que esté en contacto con la humedad debido a su propiedad química de oxidación.
	El aire espirado por el usuario lanza una esfera hueca que cae dentro de pequeños compartimentos (según la fuerza con la que fue espirado el aire) cada uno con un rango de medición diferente.	En esta opción no se tenía ningún problema con la lectura de la medición, ya que la esfera cae en compartimentos preestablecidos por un rango de medición	El cuerpo del Espirómetro tenía que mantenerse en una posición perpendicular a la cara para evitar que la esfera siguiera rodando por efecto de la inclinación. La medición no es exacta ya que sólo nos da rangos de 100 en	Es importante tomar en cuenta que el usuario no puede controlar la horizontalidad exacta del espirómetro, por lo tanto, las propuestas deberán contemplar esto para que no interfiera en el principio de funcionamiento
	Esta propuesta consta de una serie de paletas abatibles, cada una de ellas con orificios para que dejen pasar el aire espirado y con una rango de escala diferente, que va en incremento con forme se van abatiendo las paletas.	En cuestiones ergonómicas no tiene ningún problema.	De la misma manera que en el caso anterior, el cuerpo del Espirómetro tenía que mantenerse en una posición perpendicular a la cara para evitar que las paletas se abatan con la inclinación. La medición no es exacta ya que	Existen variables que el usuario no puede controlar fácilmente como la inclinación del aparato. Además se acumulan bacterias en los orificios y cara de las paletas, ya que se dificulta la limpieza de cada una de ellas. Por
	Teniendo un contenedor de algún líquido ligero, el aire espirado desplaza una membrana muy sensible que a su vez empuja el líquido y lo lleva hasta un tubo capilar, esto permite que el líquido permanezca estable hasta la máxima presión alcanzada por el	En cuestiones ergonómicas no tiene ningún problema.	Con el principio de funcionamiento de esta propuesta, se tiene como resultado la presión del aire y no el gasto volumétrico de la espiración. Era necesario que se contara con una salida de aire en el tubo capilar, pero había riesgo de que el	Esta propuesta hubiese sido la mejor solución, ya que no tenía los problemas de las tres propuestas anteriores, pero no sirve para medir gasto volumétrico, que para fines médicos es el mejor método para evaluar la obstrucción de las vías
	El aire espirado por el usuario empuja a una pieza que esta contenida dentro de una pieza extruida y con la ayuda de una salida de aire en el extremo posterior y una fricción controlada y calculada de los dos materiales se puede lograr una medición exacta.	En cuestiones ergonómicas no tiene ningún problema.	Se tiene que calcular y controlar la fricción del indicador ya que de ello depende el buen funcionamiento del espirómetro.	Si no se pierde de vista el problema detectado, es la mejor alternativa de principio de funcionamiento, sencillo y sin problemas para el usuario, además puede dar una medición exacta del gasto volumétrico.



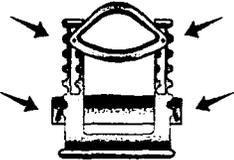
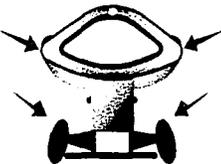
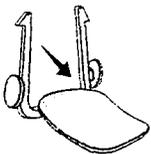
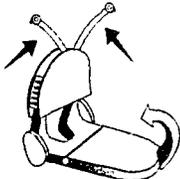
Conforme se fue desarrollando el proyecto se detectaron componentes del Espirómetro que en un principio no estaban contemplados, este fue el caso del soporte de la barba. Esta es una pieza fundamental para que la boquilla se pueda abrir a diferentes dimensiones, según la apertura máxima que pueda realizar el usuario, sin importar si es un niño o un adulto.

Esta pieza fue diseñada después de observar que la apertura de la boca es directamente proporcional al desplazamiento de la mandíbula inferior, de allí la importancia de esta pieza, que de alguna manera tiene que estar unida a la boquilla para que dé el resultado que se quiere. Para las propuestas realizadas se utilizaron las técnicas de Empatía y Fantasía.

A continuación se presentan algunas de las alternativas de diseño que se desarrollaron hasta llegar a la más óptima.



• Mecanismo de Apertura de Boquilla

PROPUESTA	DESCRIPCION	EVALUACION ERGONOMICA	PROBLEMAS DETECTADOS	CONCLUSIONES
	Se pensó en un soporte de barba fi pemo a la boquilla. Cuando se desplaza el maxilar inferior para abrir la boca, el soporte de la barba jala hacia abajo la boquilla haciendo que se alargue.	La forma del soporte se adapta bien a la barba, solo faltó checar cual era la medida más adecuada de la boquilla al soporte de la barba, ya que dependiendo del usuario varía esta dimensión.	No se contempló las variantes en la distancia que hay del labio inferior al maxilar inferior. Para algunos usuarios la distancia propuesta les quedaba muy corta, a otros muy larga.	Es necesario diseñar un mecanismo o sistema que dé la opción de acortar o alargar la distancia entre el soporte de la barba y la boquilla según la necesidad del usuario.
	En esta propuesta se pensó en dos puntos de ensamble de la boquilla al soporte de la barba. También se diseñó un sistema en el cual pudiera adaptarse la distancia de la boca a la barba, de acuerdo al usuario.	Con el mecanismo diseñado se supera el problema de la distancia del maxilar. Pero observando el desplazamiento de las comisuras de los labios, no es en línea recta, sino con una ligera inclinación.	El desplazamiento de los extremos de la boquilla se diseñó en forma lineal y debe ser con una ligera inclinación. Las pequeñas piezas que están en color rojo, que forman parte del mecanismo son muy frágiles y fáciles de	Se debe analizar el desplazamiento de las comisuras de los labios para desarrollar otra propuesta. El mecanismo debe ser más sencillo que no utilice piezas complejas y/o frágiles.
	En esta propuesta se contempla un radio que funciona como director o guía del desplazamiento de los extremos laterales de la boquilla. Además dentro del soporte de la barba esta el mecanismo.	En esta propuesta ya se contemplan dos zonas prensiles para poder manipular el soporte de la barba sin ningún problema.	Había muy poca zona de contacto entre el mecanismo y el soporte de la barba teniendo grandes posibilidades de que con el uso se fuese a romper.	Se tiene que reforzar la zona en donde actúan todas las fuerzas al realizar la presión para liberar el seguro y poder desplazar el soporte de a barba
	Se simplificó más la forma y se reforzó el punto donde se ejercía la fuerza al desplazar el soporte. El área donde se coloca la barba se redujo con el fin de que se tuviera mayor espacio para la zona prensil. Los seguros del soporte forman parte de la misma pieza.	La longitud de la parte donde se coloca la barba es corta para algunos usuarios. La zona prensil tiene que ser más ergonómica para evitar que sea incómoda al momento de presionarla.	Si se alarga más la zona donde se coloca la barba quedaría una saliente muy grande que sería difícil de transportar y fácil de romperse.	Debe pensarse en un sistema que se doble o sea plegable para que no ocupe demasiado espacio. Se debe dar un ángulo de inclinación adecuado a la zona prensil que permita colocar los dedo índice y pulgar sin ningún problema.
	Se jugó con formas más orgánicas. Así mismo en esta propuesta, el soporte de la barba es abatible para hacerlo más portátil. Se le dió una curvatura invertida de la propuesta No. 3 a las guías de la boquilla con el fin de evitar que choque con otras piezas del mismo sistema.	Se alargó más el área donde se coloca la barba y la zona prensil se hizo más ergonómica, de acuerdo ala forma de las yemas de los dedos.	No se detecto ninguno	Esta es la mejor propuesta para el soporte de la barba, ya que soluciona los problemas que se presentaban anteriormente.

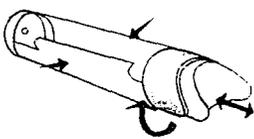
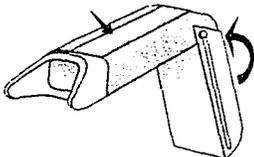
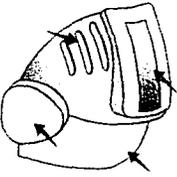
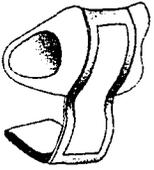


En el diseño del cuerpo de la carcaza la interrelación que existe entre la forma y la función del objeto, debe ser perfectamente identificable por el usuario, ya que de ello depende en gran medida la aceptación del espirómetro.

Se debe recordar que para los niños el Espirómetro lo tienen que identificar como un juguete y los adultos como un aparato médico. Por tal motivo esta parte del proyecto es de suma importancia, ya que también se deben integrar a la forma de la carcaza las otras partes que se analizaron anteriormente. Para el diseño de cada propuesta de carcaza se consideró el principio de funcionamiento a utilizar.

Para la realización de las propuestas de diseño se utilizó el método Brainstorming haciendo uso también de las técnicas de Empatía y Fantasía. En la página siguiente se muestran las alternativas más significativas para llegar a la solución.

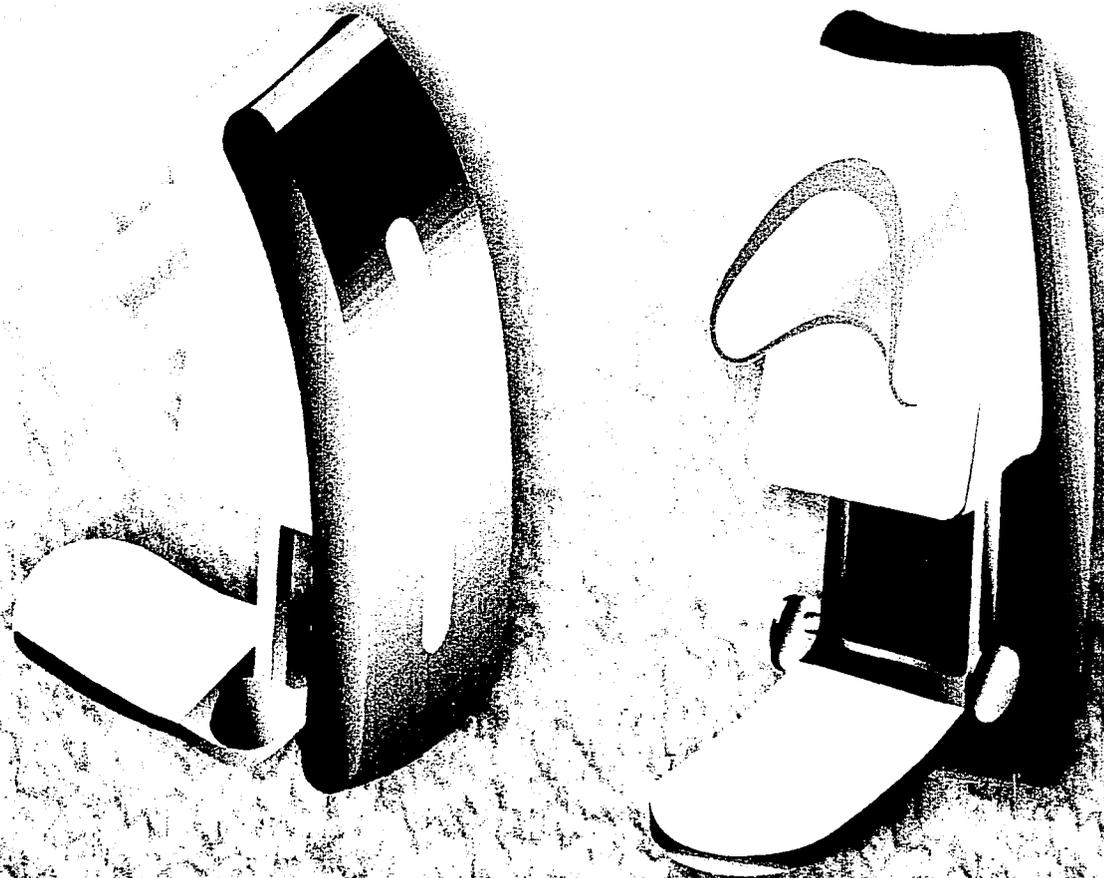
6 Cuerpo o carcasa

PROPUESTA	DESCRIPCION	EVALUACION ERGONOMICA	PROBLEMAS DETECTADOS	CONCLUSIONES
	Consta de un cuerpo cilíndrico transparente con una zona prensil, la boquilla se introduce al cuerpo con sólo girar la zona de color anaranjada. En el extremo opuesto de la boquilla cuenta con una salida de aire. Esta propuesta se diseña tomando en cuenta que el principio de funcionamiento era por magnetismo	Para sostener el espirómetro de la zona prensil propuesta, la mano toma una posición incómoda, ya que se sostiene por los laterales del cilindro para no obstruir la lectura de la medición. Por otra parte el mantener perpendicular el espirómetro para su funcionamiento era difícil.	Al manejar una forma cilíndrica no se haría ninguna aportación formal al espirómetro, ya que existe un producto con esta forma. La zona prensil no está en una posición adecuada	Es necesario explorar nuevas formas para el cuerpo del espirómetro y checar la ubicación más adecuada para la zona prensil. Es importante considerar el principio de funcionamiento, ya que está en completa relación con la forma del espirómetro.
	Al igual que la propuesta anterior el funcionamiento es horizontal. La zona prensil forma parte del empaque, ya que se abate y se desliza por la ranura, cubriendo todo el cuerpo del espirómetro. En la parte superior cuenta con una zona longitudinal transparente para poder ver el indicador y tomar la lectura de la espiración.	El manejar formas geométricas angulares no ayuda a la aceptación de uso del espirómetro. La zona prensil no es nada ergonómica, ya que la mano de usuario tiene que adaptar ciertas posturas para poder sostener el espirómetro.	Existe un rechazo del espirómetro por la forma. La zona prensil al momento de abatirla cubre el cuerpo del espirómetro, pero no cubre la boquilla, es necesario pensar en otra pieza para protegerla.	Pensar en formas más orgánicas ayudará a que el usuario tenga una mayor aceptación al espirómetro ya que estas formas humanizan más los objetos.
	En esta propuesta se consideró un espacio para el apoyo de la barba. La zona prensil es mucho más definida. La medición se toma verticalmente. Se diseñaron tres salidas de aire de cada lado; en conjunto da una forma de mascarilla. Esta propuesta se pensó para el principio de funcionamiento por medio de líquido.	Teniendo la zona prensil en los laterales del cuerpo del espirómetro se resuelve el problema de sostenimiento, ya que por movimiento natural la mano tiende a adaptar la posición de pinza como si fuese a sostener una manzana. La forma de mascarilla no ayuda a la aceptación del espirómetro, ya que en estados graves el usuario tiene la necesidad de recibir oxígeno a través de una	La ubicación de la zona prensil no era la más adecuada, ya que para los niños la pinza de la mano tendría que ser más grande para poder asir bien el espirómetro. Es demasiado grande para ser un aparato portátil.	Es conveniente sintetizar la forma del espirómetro ya que esta demasiado grande, utilizando las mismas formas orgánicas ya que son más aceptadas por el usuario.
	Tomando en cuenta las mismas partes que formaban la propuesta anterior, se empezó a sintetizar más los elementos, jugando con las formas orgánicas. En esta etapa el principio de funcionamiento fue propuesto a base de líquido, como se mencionó en las páginas anteriores.	La zona prensil se ubicó más arriba para tener un mejor punto de apoyo, sin embargo los niños tenían problemas al sostenerlo ya que están muy separadas las dos partes que forman la zona prensil. Así mismo el contar con una medida óptima del radio de la cara es muy difícil de establecer ya que se tiene un rango muy grandes entre niños y adultos.	A pesar de que se sintetizó la forma, todavía es grande para transportarlo sin ninguna complicación. Hay mucho desperdicio de material en la zona prensil, esto provocará que se eleve el costo del espirómetro.	Existen espacios muertos dentro de esta forma que se pueden sintetizar más. Hay que revisar cual es la dimensión de la pinza máxima que puede realizar un niño de 4 años ya que es el usuario más pequeño.
	Jugando con el minimalismo formal se dio como solución esta propuesta, pensando en que fuese mucho más pequeño el espirómetro para que fuera portátil. En esta propuesta también se integró la función del espaciador entre la zona de medición y la zona prensil. También se cuenta con un espacio para colocar un filtro que retenga la mucosidad arrojada por el usuario.	La zona prensil se redujo de 11 cms a 4 cms siendo el percentil más bajo para la pinza de los niños pequeños. La forma es bastante aceptada por el usuario. Se pretende que para los niños se coloque un gráfico de algún personaje para que asocie el espirómetro con un juguete y no con un aparato médico.	No se detectó ningún problema.	Se puede confirmar que esta fue la mejor opción formal de todas las propuestas de diseño, ya que da solución a los problemas detectados con anterioridad. Por lo tanto se diseñó a detalle todos los componentes como se verá en las siguientes páginas.

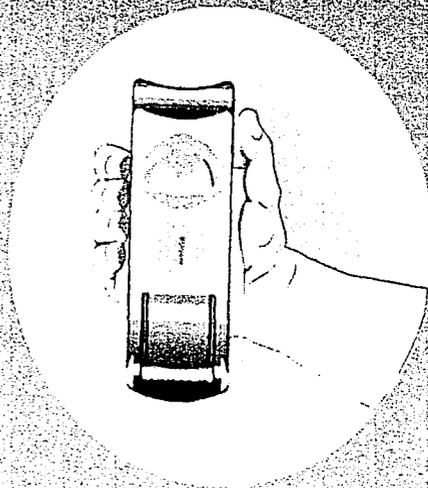


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SPIR-A



COMO SE SOSTIENE EL ESPIRÓMETRO



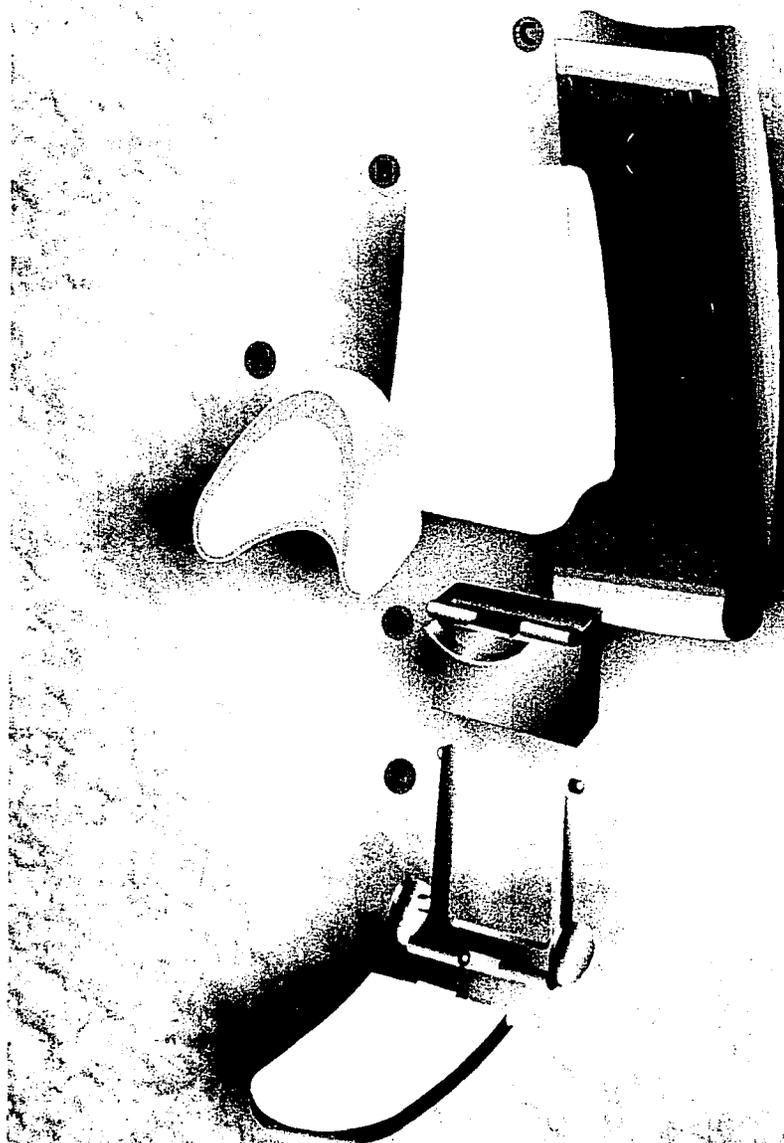
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

79

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



DESPIECE DE ALGUNOS COMPONENTES

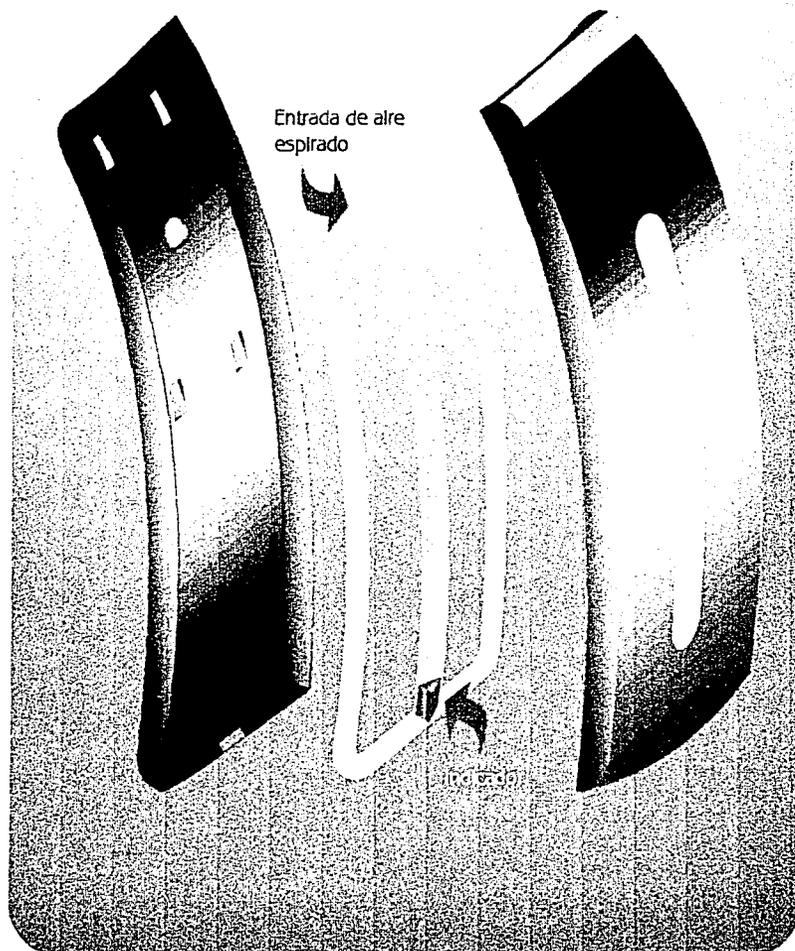


- BOQUILLA
- CUERPO DEL ESPIROMETRO Y ZONA PRENSIL
- CARCAZA DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO
- CONECTOR DE BOQUILLA AL SOPORTE DE LA BAFBA
- POSICIONADOR DEL SOPORTE DE LA BAFBA
- SOPORTE DE LA BAFBA



SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Protegido por una carcasa de dos piezas, el sistema de funcionamiento trabaja por medio de un conducto que divide el aire espirado en dos partes iguales, llegando a un punto inferior donde existe una salida de aire para obtener dos atmósferas diferentes, esto permitirá que el indicador suba hasta llegar a la medición máxima, y así poder medir el gasto volumétrico.

El indicador permanece en esta posición gracias a la fricción calculada que tiene con el conducto.

Al final del conducto por donde viaja el indicador existe un pequeño orificio para permitir la salida de aire que se desplaza cuando el indicador es empujado por el aire.



SEGUIMIENTO DEL FLUJO DE AIRE

Entrada de aire
esplrado

Orificios para calibrar
la salida del aire.

PARTE
INFERIOR

Desplazamiento
de aire almacenado

DEVALVE
DE FIDUCIAS

Salida de aire
almacenado

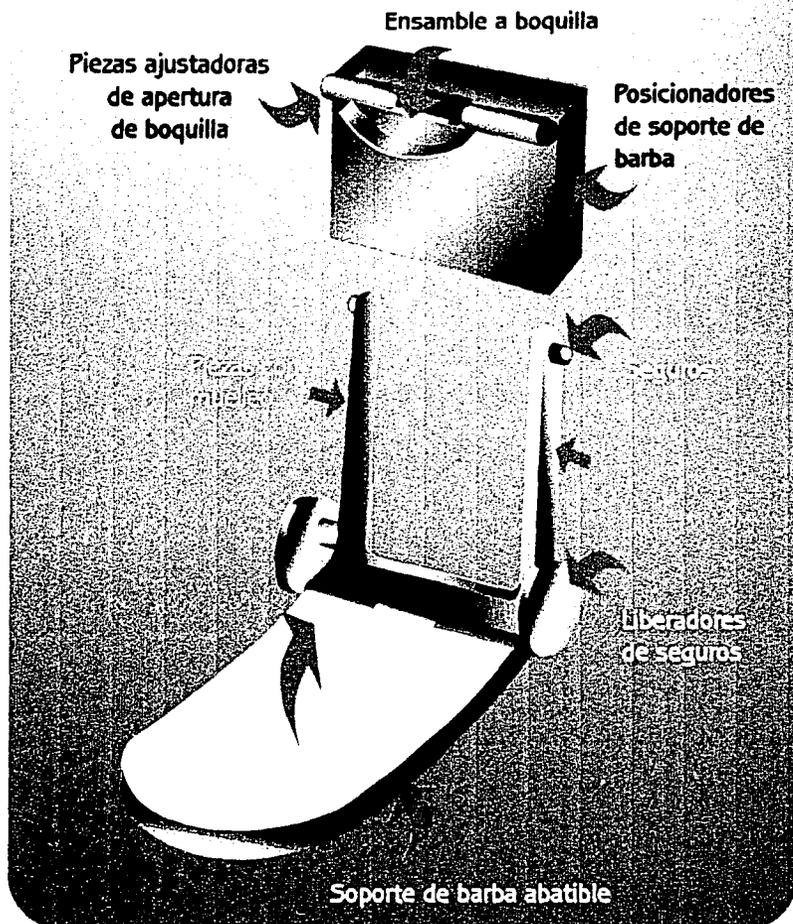
Salida de aire

PARTE SUPERIOR



SISTEMA DE AJUSTE PARA BARBA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ya que la apertura de la boca es directamente proporcional al desplazamiento de la mandíbula inferior, se pensó en un soporte de barba que conectado a la boquilla pudiera desplazar la parte inferior de la boquilla al mismo tiempo que el usuario empuje el soporte con la barba, haciendo una analogía con la cavidad bucal y el maxilar cuando se abre la boca.

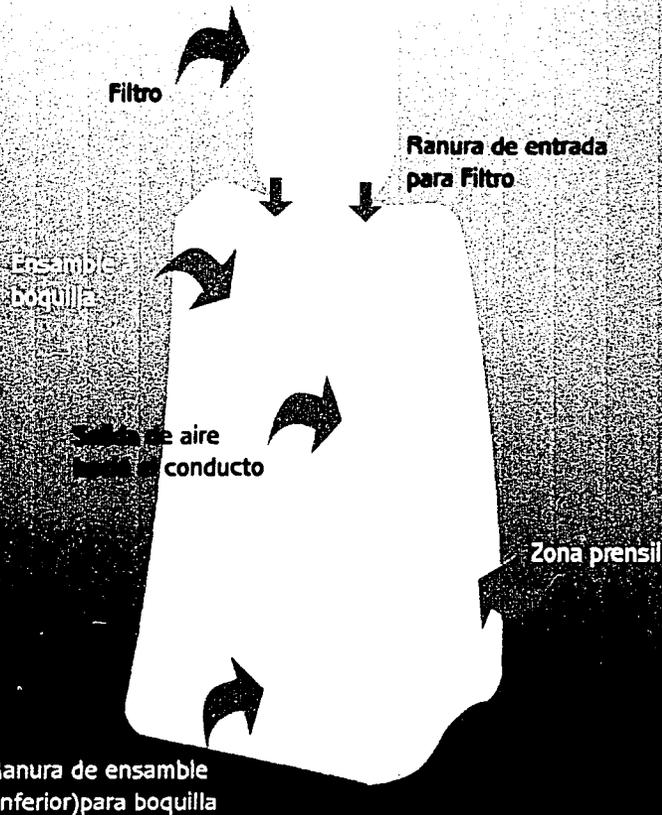
El posicionador del soporte de la barba nos ayuda a ubicar el soporte de la barba a la distancia que requiere cada usuario. El sistema funciona por medio de liberar los seguros laterales del soporte gracias al muelle de las dos partes laterales

El soporte de la barba es abatible para ocupar un menor espacio cuando se transporta en un empaque.



CUERPO DEL ESPIRÓMETRO Y ZONA PRENSIL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Se colocará un filtro de fibra sintética para impedir el paso de la mucosidad al sistema de funcionamiento, esta se coloca en la ranura superior del cuerpo del Espirómetro.

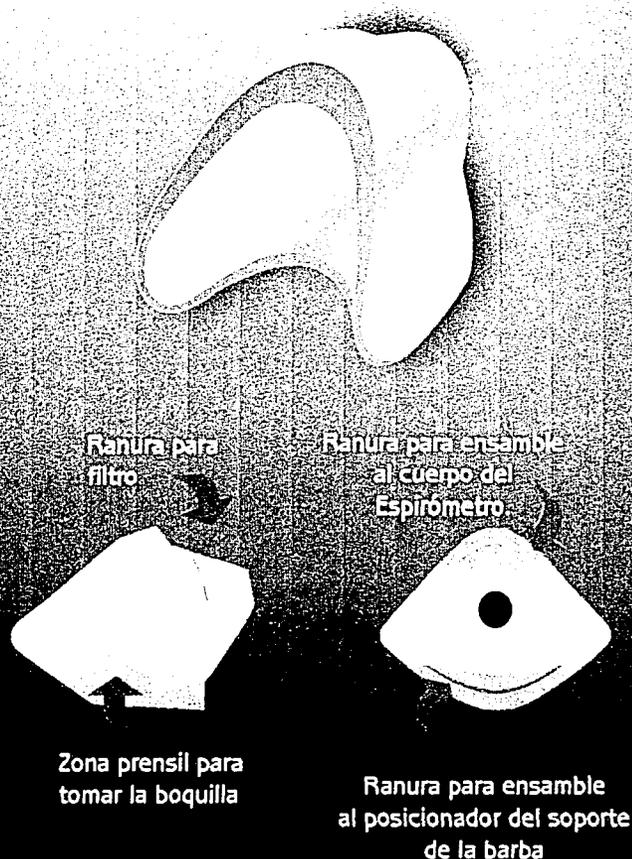
La zona prensil se encuentra en los laterales del cuerpo ya que ubicándola en esta posición es la mejor manera para asir un objeto sin ningún problema, así tomamos un pañuelo para toser, así tomamos una manzana cuando la vamos a morder y sobre todo no obstruimos ningún mecanismo.

Esta pieza es la parte central que conecta todos los componentes del Espirómetro.



BOQUILLA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Para el diseño de la boquilla se realizó una analogía con la boca semi abierta, se retomó la forma de la cavidad bucal e inclusive se propone utilizar gel térmico que es un polímero con una elasticidad muy parecida a la de la piel humana.

La boquilla cuenta con dos puntos de apoyo uno fijo (ensamble superior) y uno móvil (ensamble inferior). El ensamble superior es de un material rígido para que ensamble bien y se conecta con el cuerpo del Espirómetro y el ensamble inferior con el posicionador del soporte de la barba. Cuando se abre la boca se desplaza la mandíbula inferior hacia abajo y como va estar colocada en el soporte de la barba, éste jala la parte inferior de la boquilla abriéndola exactamente a la dimensión que el usuario pueda abrir la boca.



El Diseño del Espirómetro portátil es el mismo para, niños, jóvenes y adultos sólo cambia el color y los motivos gráficos, con la finalidad de ahorrar costos de producción.

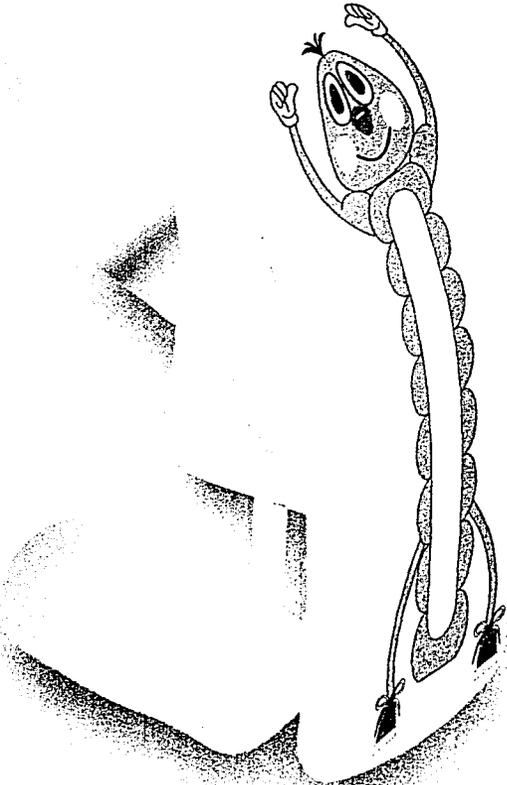
Para el mercado de los niños se propone utilizar los tres colores primarios (amarillo, rojo y azul), acompañado de un personaje con el que el niño pueda identificar el espirómetro como un elemento más dentro de su ambiente infantil, y no como un aparato médico. Obviamente sin que parezca del todo un juguete.

Para evitar caer con personajes de caricaturas de televisión, se pensó en la utilización de animales, así se estaría rescatando el contacto que los niños han perdido con ellos. Para lograr ésto se realizó una pequeña encuesta con niños de 4 a 10 años preguntándoles cuales eran los animales que más les agradaban. (la tabla se presenta en el anexo III).

Como resultado de la encuesta, se obtuvo que los dos animales que a los niños más les gusta son el perro y el oso. Se desarrollaron dibujos de perros y osos procurando que tuvieran elementos que los identificaran como una familia; Sin embargo la forma del cuerpo de estos dos animales no es adecuada para colocarla en la parte frontal del Espirómetro, ya que debería ser más bien una forma alargada. Por esta razón se pesó en otro personaje



ESPIRÓMETRO INFANTIL



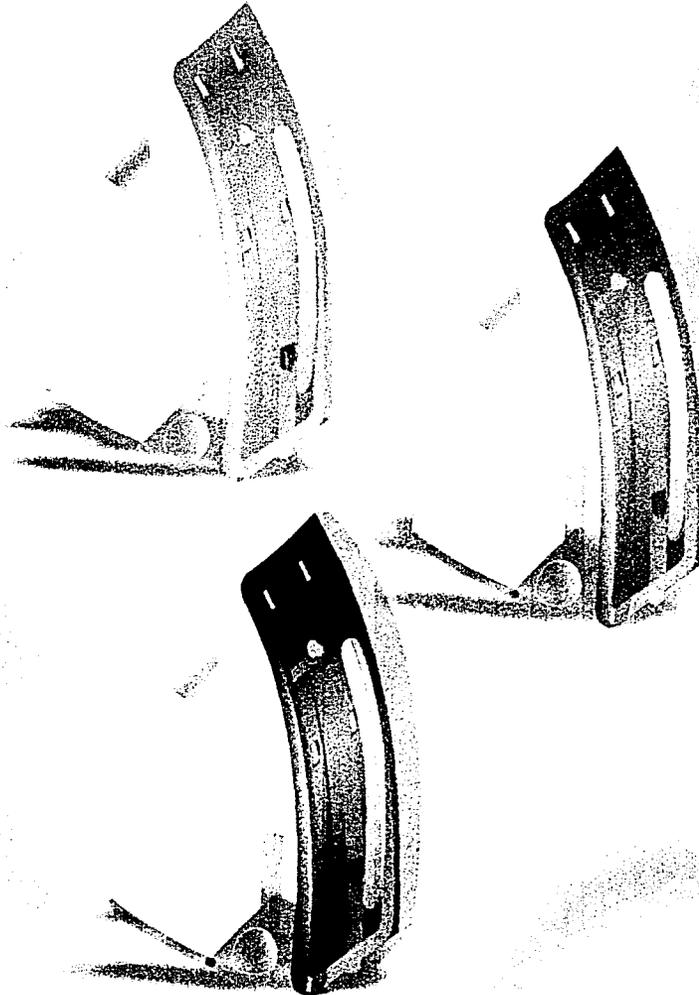
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El gusano es una opción mucho más adecuada a la forma alargada del visor del indicador, además de tener un color complementario al amarillo, su cuerpo se presta para colocar en cada sección una medida. Así mismo existen gusanos que se conocen como "gusanos medidores".

Al gusanito se le dibujo con los brazos hacia arriba en posición de fisicoculturista para retar al niño quien tiene más fuerza. Las secciones superiores del cuerpo del gusano son más anchas para enfatizar la caja torácica.



ESPIRÓMETRO JUVENIL



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

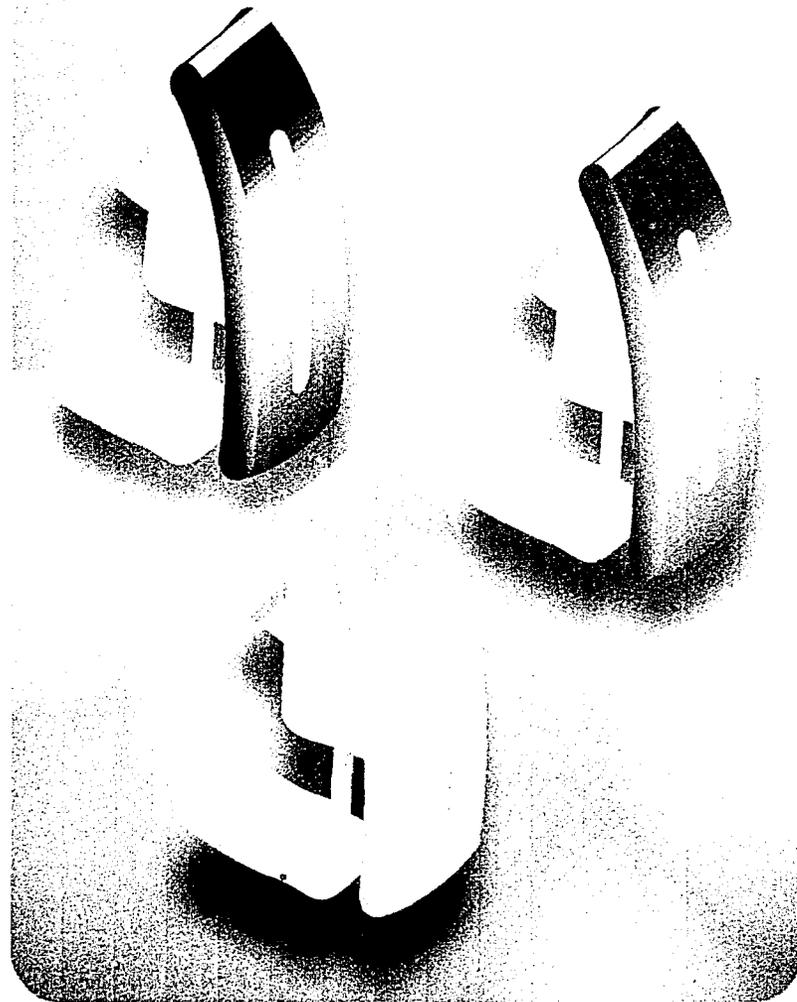
La presentación para jóvenes está dada en función de las tendencias de la moda con el fin de que se comercialice con mayor facilidad. Hoy en día la utilización de materiales translúcidos es la vanguardia de la moda. Se utiliza este tipo de material en muchos aparatos electrónicos, computadoras, disquettes, plumas, etc.

Esta moda se desarrollo con el fin de humanizar más a los productos, es decir que halla un acercamiento "simbólico" hombre-objeto. Se ve el interior del producto, sus componentes sus elementos de unión sus mecanismos; ya no es una "caja negra" que solo se veía el exterior sin darnos una idea de su funcionamiento. Esta tendencia se está dando tanto en el diseño industrial como en Arquitectura y en las Artes.



ESPIRÓMETRO PARA ADULTOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La presentación para los adultos se pensó en colores sin tanta luz, más sobrios y conservadores. Pero los gustos pueden ser muy variados y la gran ventaja del diseño de este Espirómetro es que se puede calibrar el mismo aparato para niños jóvenes y adultos, regulando la salida de aire.

La boquilla para todos los casos esta en color anaranjado, como prueba piloto. Se escogió este color ya que es el más incitante para introducirlo en la boca según estudios psicológicos.

El color del cuerpo del Espirómetro y del soporte de la barba es beige, se eligió este color por ser neutro teniendo la característica de combinar con todos los colores.



DISEÑO DEL EMPAQUE

En este capítulo no se pretende profundizar demasiado en el tema del empaque y embalaje, ya que ésto sería otro buen proyecto de tesis. Si no, más bien se intenta complementar superficialmente el diseño del Espirómetro, con una propuesta tanto del empaque primario como del secundario, ya que el tema de discusión en el presente trabajo es sólo el Espirómetro Portátil. A continuación se presentara un pequeño análisis de información, seguido por la propuesta del empaque primario y secundario.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Clasificación

ARTESANAL	Características	Elaborados a mano, uno por uno, con la inspiración libre del propio artesano
	Funciones	Contener, decorar, conservar la tradición popular regional.
INDUSTRIAL	Características	Fabricación a máquina de productos tridimensionales en serie, de acuerdo a un prototipo o modelo estándar
	Funciones	Contener, decorar, conservar en buen estado el producto contenido durante un tiempo determinado (vida de anaquel).
	Elementos Estructurales	• Material • Forma • Dimensión • Tapa o Sello • Color • Textura.
	Objetivos Ergonómicos	Seguridad → al portar Eficiencia → al abrir y cerrar Facilidad → al usar Comodidad → al guardar y desechar

GRAFICO

Características

Realización de objetos bidimensionales sobre un plano.

Funciones

Identificar → al producto

Promover → contenido

Recursos

- Imagen
- Mascota
- Tipografía
- Composición
- Color
- Textura aparente
- Ventana
- Efecto de anaqueil

INDUSTRIAL

Ley de protección al consumidor

Normas de Información comercial

Normas industriales de envase y embalaje

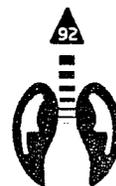
Normas del producto específico

Normas sanitarias

Normas y políticas ecológicas

Con la reciente apertura comercial a los mercados internacionales, México requiere de nuevos y mejores diseños en la presentación de los empaques y embalajes de sus productos, ya que la penetración y permanencia en dichos mercados dependen de lo novedoso del diseño, la calidad de la presentación y del tipo de materiales de fabricación del empaque.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

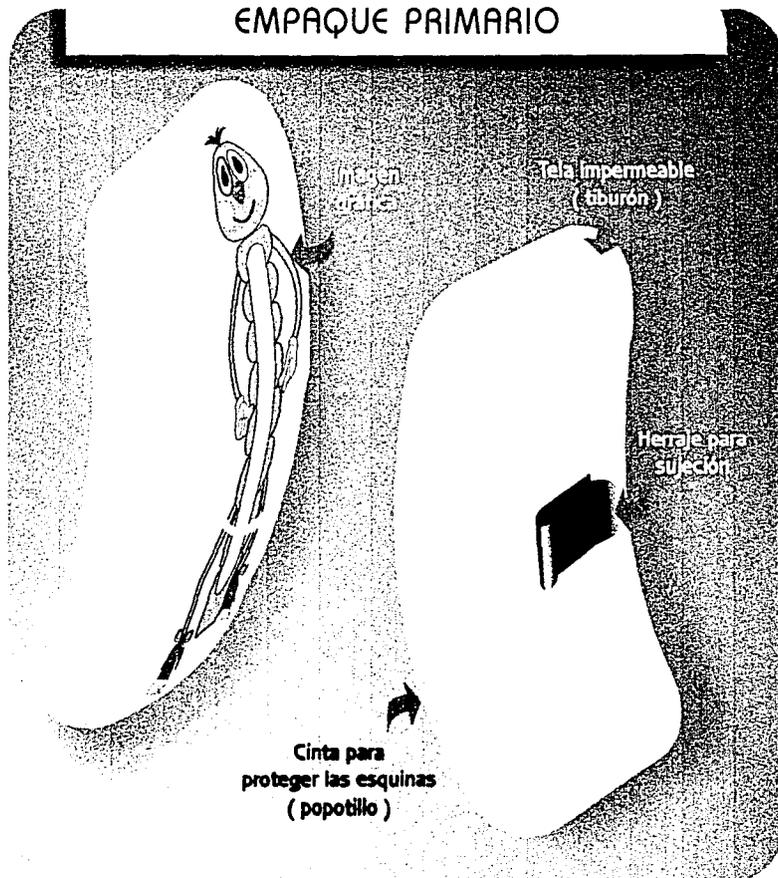


El empaque primario es el envoltente que se encuentra en contacto directo con el producto para proteger sus características físicas y químicas. Debe estar diseñado para llamar la atención y obtener la confianza del consumidor. En este caso el empaque primario es la funda del Espirómetro que debe también cumplir la función de transportar el producto.

El empaque secundario, se refiere a elementos de presentación del producto con impresos gráficos que facilitan la exhibición en el anaquel, conteniendo información referente al producto y al fabricante. Así mismo protege también al empaque primario de pequeños golpes y del polvo.

Para el diseño del empaque primario se desarrollaron dos alternativas, tomando en cuenta que el material a utilizar es tela sintética con un respaldo de algún material espumado para proteger al Espirómetro de los golpes. A continuación se presenta la propuesta de diseño más adecuada para el empaque primario.

EMPAQUE PRIMARIO



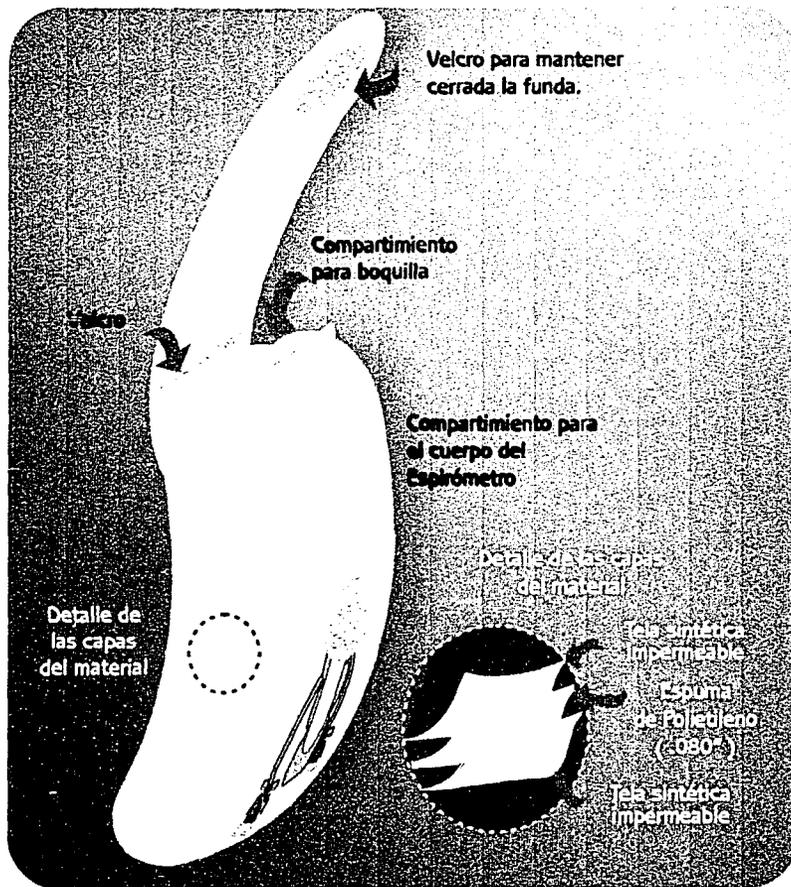
El diseño del empaque primario del Espirómetro se desarrolló pensando en proteger y transportar el aparato sin ningún problema; además, no debe estorbarle al usuario para realizar sus actividades cotidianas.

El empaque se amolda perfectamente a la forma del Espirómetro. Cuenta con un herraje de sujeción para poderlo colocar en la pretina del pantalón o la falda si así lo desea el usuario.

Para el espirómetro de niños el empaque tiene la misma identificación gráfica y para los adultos se emplea el logotipo de la compañía que lo fabrica. Cuenta también con una cinta color gris en el perímetro para protegerlo de golpes, se eligió el color gris para todas las presentaciones por ser un color neutro y combinar con todos los colores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPONENTES DE LA FUNDA

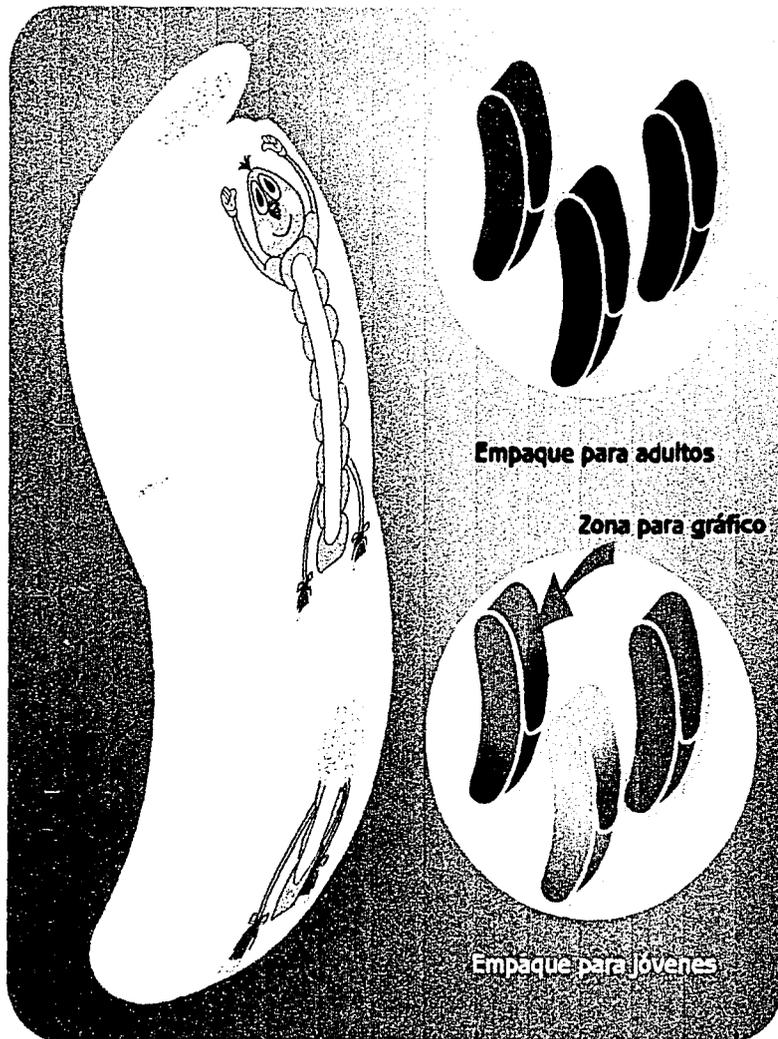


El empaque primario cuenta con dos compartimientos: uno inferior para el cuerpo del Espirómetros y el superior para la boquilla. Con esta distribución para el guardado de los componentes se gana más espacio y ocupa un menor volumen.

Se está utilizando velcro (contactel) para mantener cerrado el empaque.

Así mismo cada cara de la funda cuenta con dos materiales en forma de sanwich, el primer materia es la tela sintética Impermeable (comercialmente llamada tiburón) la capa intermedia es de espuma de polietileno de .080" de espesor, para amortiguar los golpes y darle estructura al empaque y por último nuevamente la tela sintética que esta en contacto directo con el producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Empaque para adultos

Zona para gráfico

Empaque para jóvenes

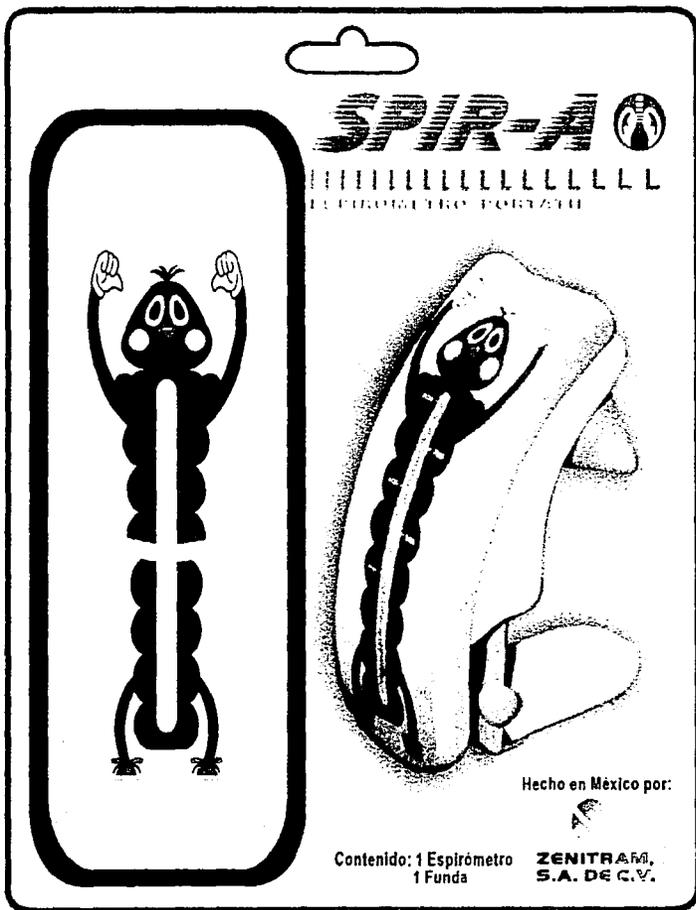
Para cada segmento de mercado se propone utilizar en el empaque primario los mismos colores de los Espirómetros. Para adultos en verde, azul oscuro y gris oscuro; para los jóvenes anaranjado, morado y azul claro. Para los niños amarillo, y colores fluorescentes.

Para los niños se pretende que la imagen gráfica del Espirómetro se repita en la parte frontal de la funda, para los jóvenes y adultos se colocará la marca del fabricante y/o el logotipo que identifica el aparato médico, en la parte superior de la vista frontal.

Una vez diseñado el empaque primario que tiene contacto directo con el Espirómetro, se desarrollará el empaque secundario para exhibición en anaquel.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

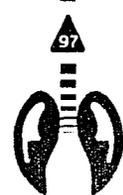
PROPUESTA DE EMPAQUE SECUNDARIO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

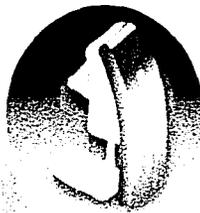


CARA POSTERIOR

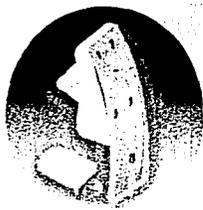
OTROS MODELOS



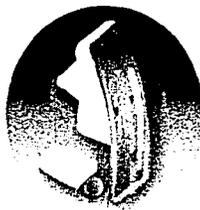
SPIR-A
A-01



SPIR-A
A-02



SPIR-A
J-01



SPIR-A
J-02

ADVERTENCIA:

FAVOR DE LEER
EL INSTRUCTIVO DE USO
ANTES DE MEDIR SU FLUJO
DE ESPIRACION MAXIMA

Hecho en Mexico
ZEITRAM, S.A. DE C.V.
Calle 41-a 25-o Frasco Arce Blanco
Naucalpan Edo. de Mexico 53377
Tel. (01) 576959-70

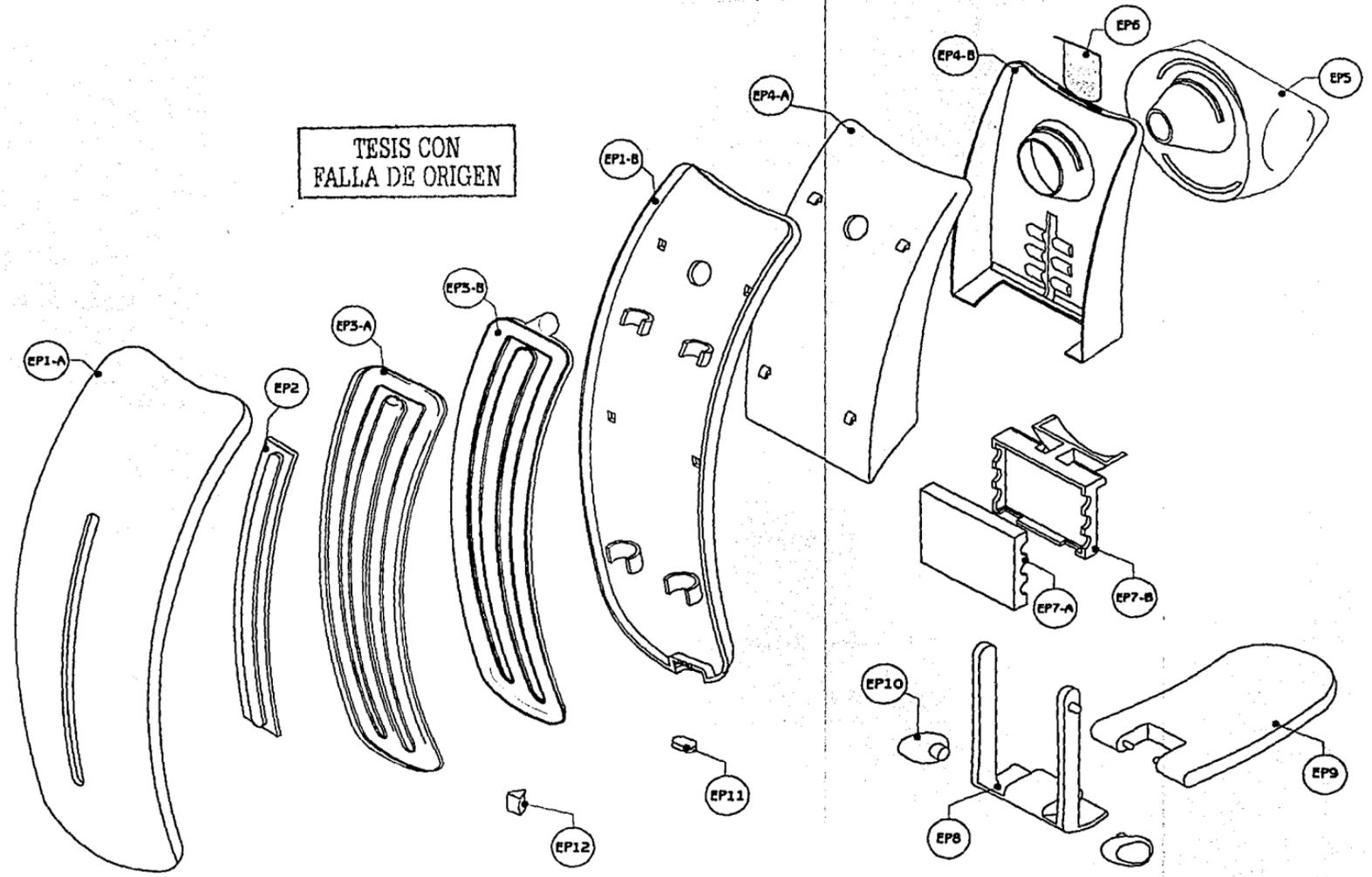
El empaque secundario esta compuesto por una base de cartulina asulfatada impresa a 2 x 1 tinta. El diseño esta compuesto por dos áreas la parte de color negro se utilizará para resaltar el espirómetro, el nombre del producto, la marca y el contenido del empaque. La parte texturizada se utiliza para la exhibición del empaque primario o funda del espirómetro; se eligió un color no tan contrastante para que el consumidor ubique primero la vista en el espirómetro y luego en el empaque primario. El producto va protegido con un P.V.C. Termoformado.

En la parte posterior lleva el mismo fondo con el propósito de resaltar la secuencia de uso del espirómetro y en la parte texturizada los datos del fabricante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

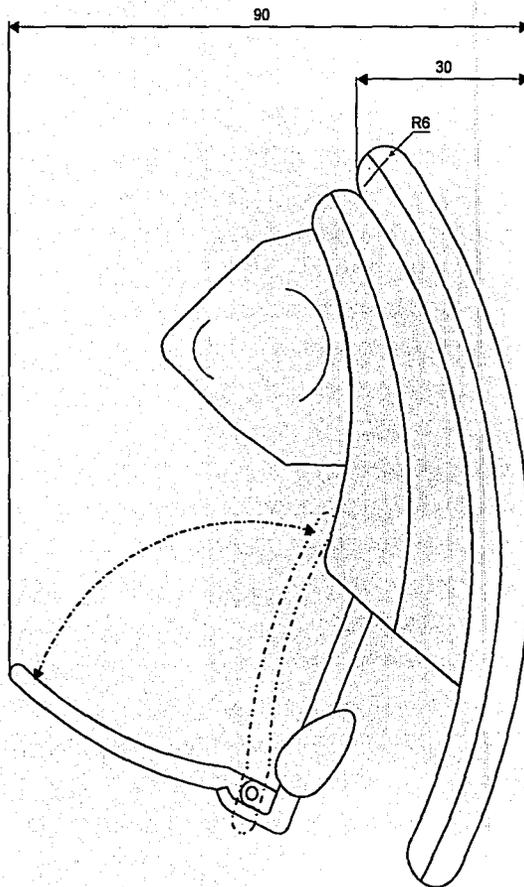
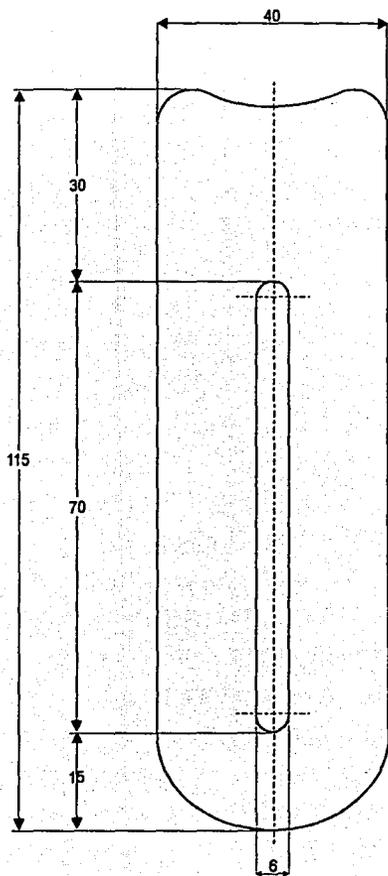


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

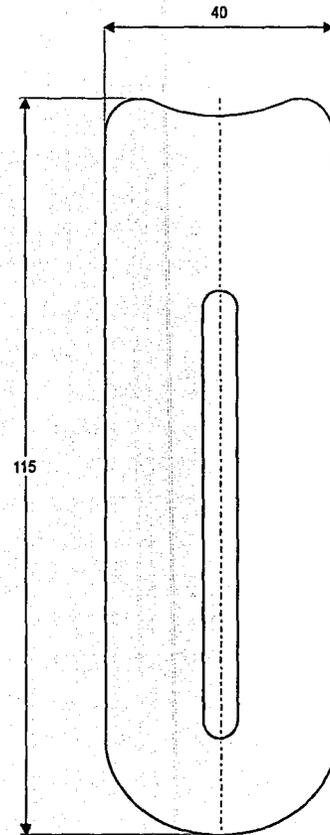
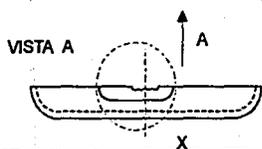
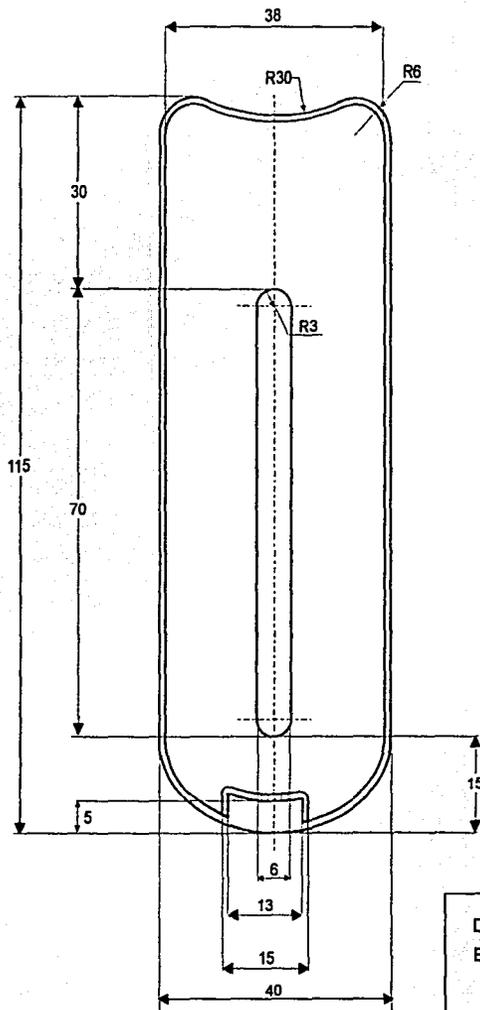


No. PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA
EP1-A	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (FRONTAL)
EP1-B	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (TRASERA)
EP2	VISOR
EP3-A	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (FRONTAL)
EP3-B	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (TRASERA)
EP4-A	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (FRONTAL)
EP4-B	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (TRASERA)
EP5	BOQUILLA
EP6	FILTRO
EP7-A	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (FRONTAL)
EP7-B	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (TRASERA)
EP8	POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA
EP9	SOPORTE DE BARBA
EP10	PIEZA PRESHIL PARA POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA
EP11	CAUBRADOR DE SALIDA DE AIRE
EP12	INDICADOR DE MEDICIÓN

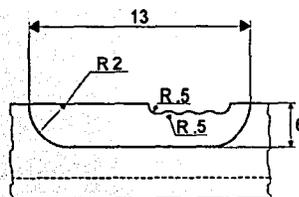
ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
DESPIECE		
ESC.:	A/4	EPD
ACOT.:	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



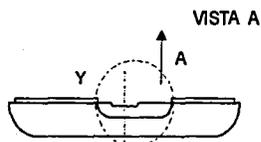
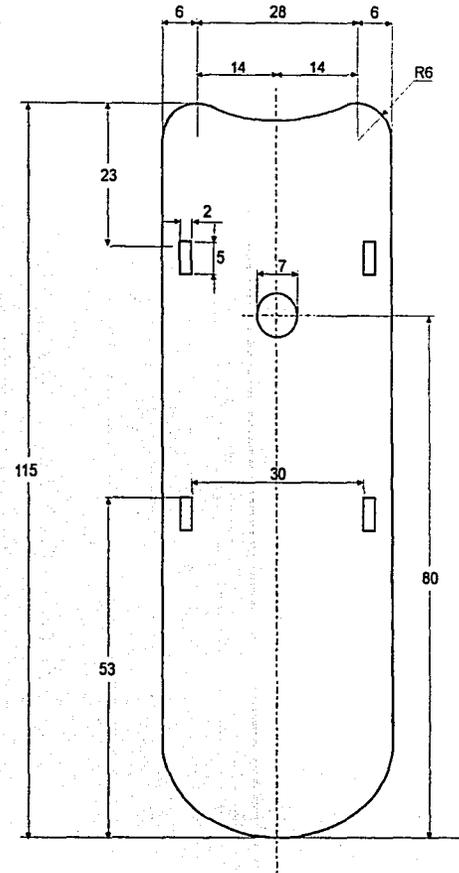
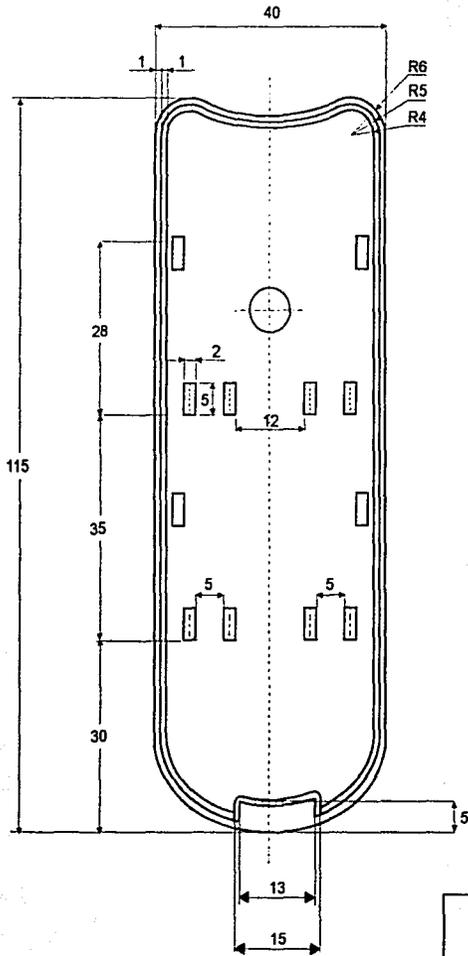
			ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
			VISTAS GENERALES	
ESC.: 1:1	A/4	EPV		
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.		



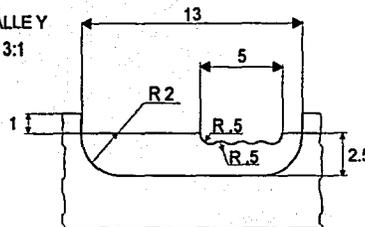
DETALLE X
ESC. 3:1



ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (PIEZA FRONTAL)		
ESC: 1:1	A/4	EP1-A
ACOT: mm	LAM: 1/1	V. MTZ. D.

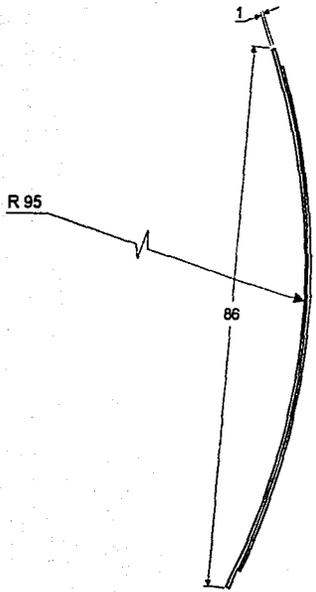
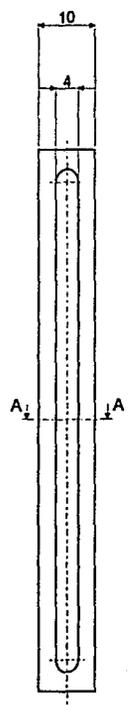


DETALLE Y
ESC. 3:1

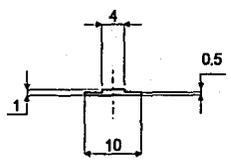
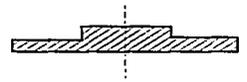


ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (PIEZA TRASERA)		
ESC.: 1:1	A/4	EP1-B
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.

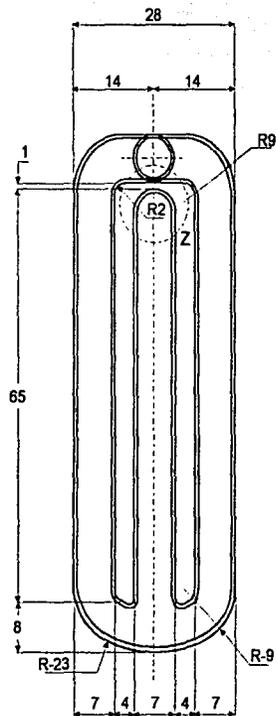
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



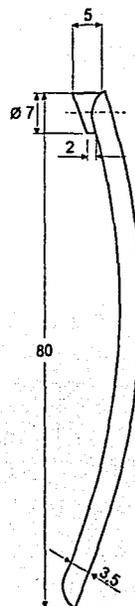
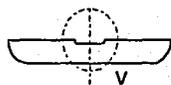
CORTE A - A
ESC.: 4:1



			ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
			VISOR	
ESC.: 1:1	A/4	EP2		
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.		

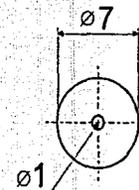


VISTA A



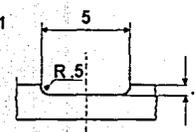
DETALLE Z GIRADO A 90°

ESC. 2:1



DETALLE V

ESC. 3:1



ESPIRÓMETRO PORTÁTIL

TUBO CONDUCTOR DE AIRE
(PIEZA TRASERA)



ESC.: 1:1

A/4

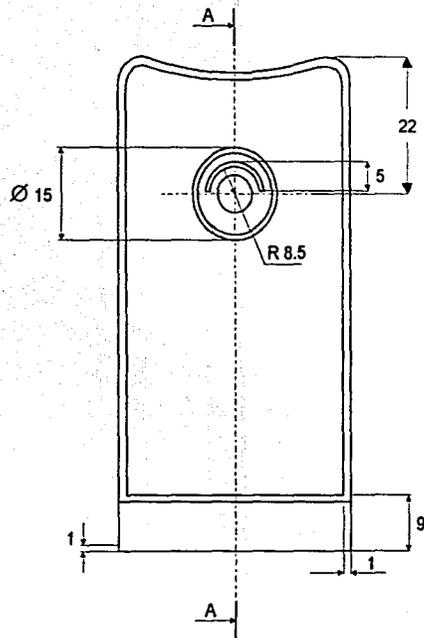
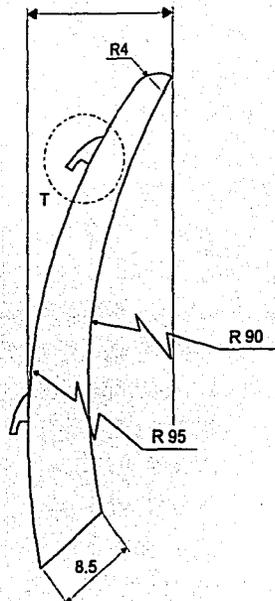
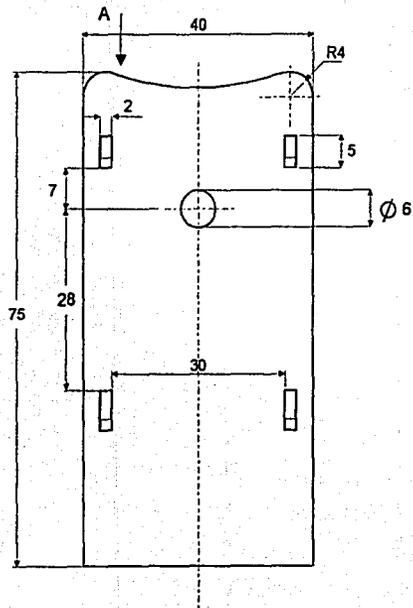
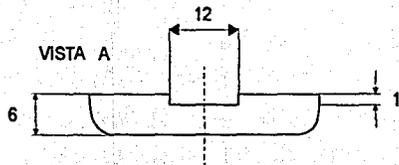
EP3-B

ACOT.: mm

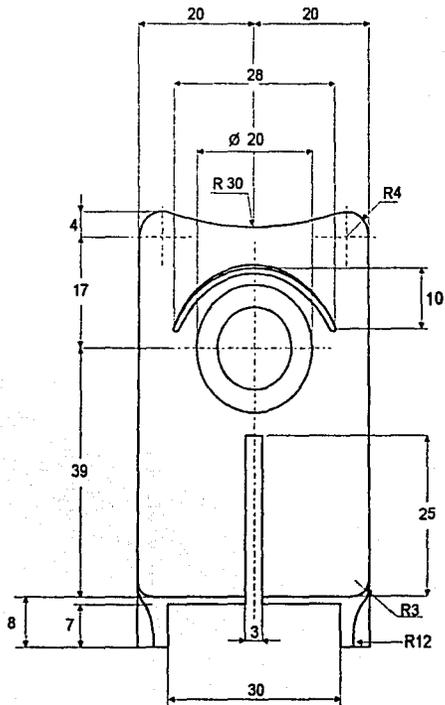
LAM.: 1/1

V. MTZ. D.

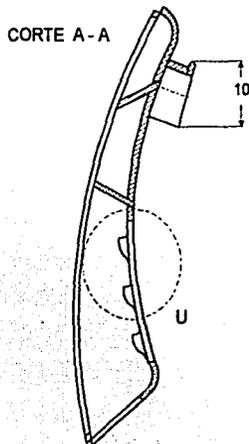
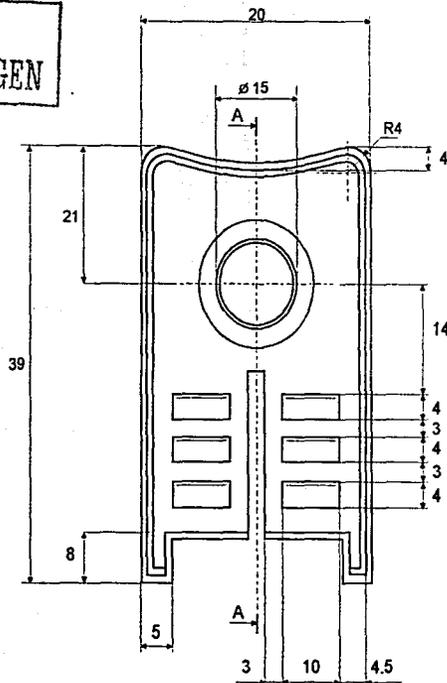
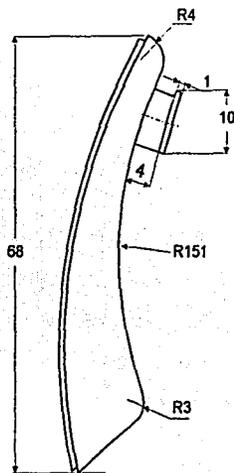




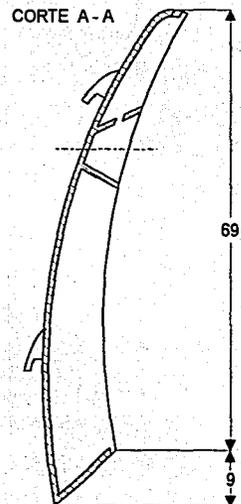
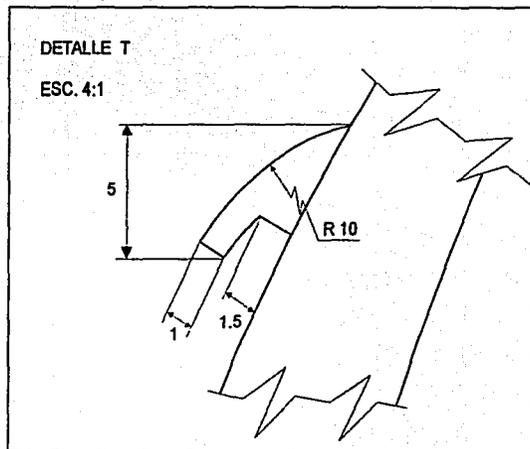
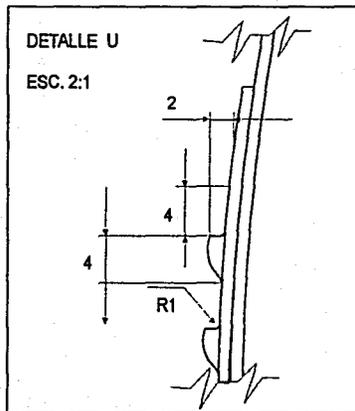
	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (PIEZA FRONTAL)	
ESC.: 1:1	N/4	EP4-A
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



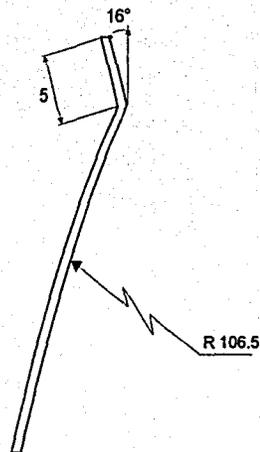
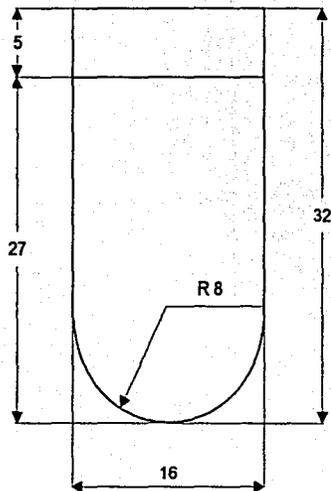
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



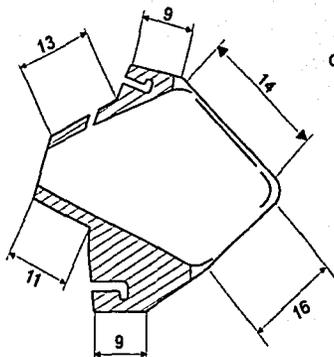
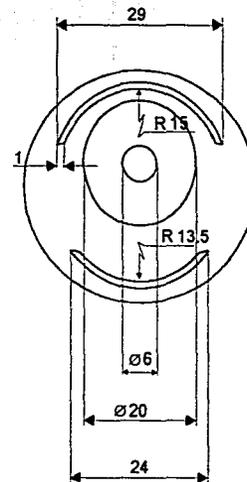
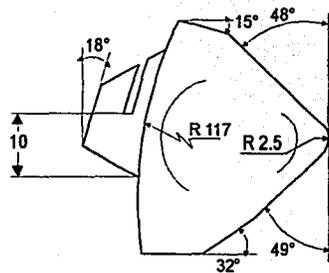
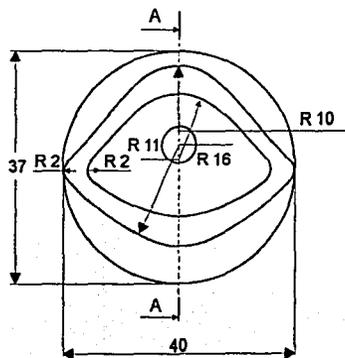
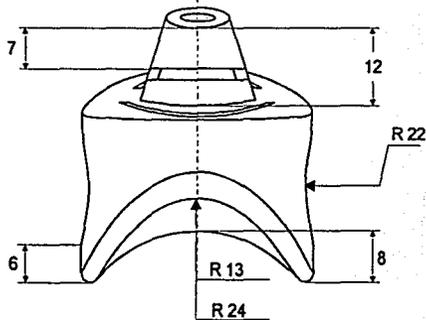
ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
CUERPO DE ESPIRÓMETRO (PIEZA TRASERA)		
ESC.: 1:1	N/4	EP4-B
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
CUERPO DE ESPIRÓMETRO (DETALLES Y CORTE)		
ESC.: 1:1	A/4	EPDC
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.

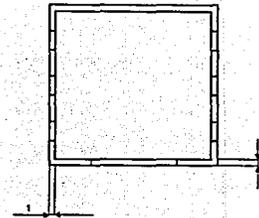
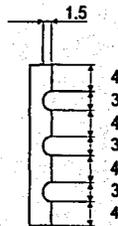
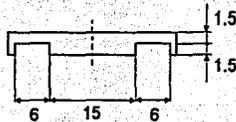
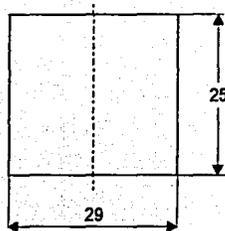
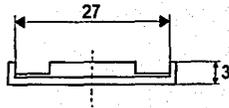


		ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
		FILTRO	
ESC.: 2:1	A/4	EP6	
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.	



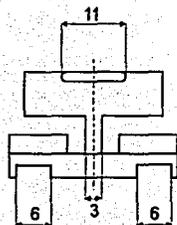
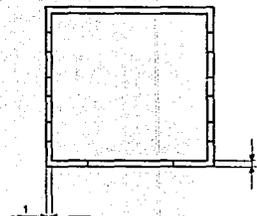
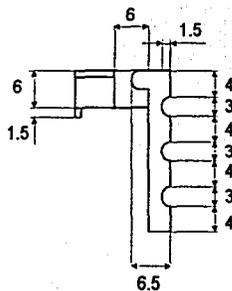
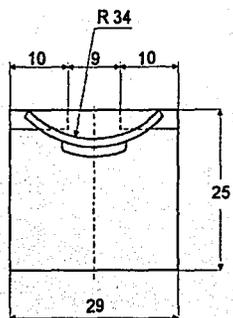
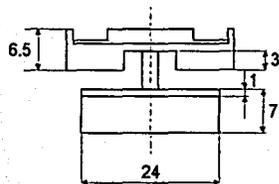
CORTE A-A

	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	BOQUILLA	
ESC: 1:1	A/4	 
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.

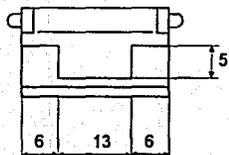


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESPIRÓMETRO PORTÁTIL		
POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (PIEZA FRONTAL)		
ESC.: 1:1	A/4	EP7-A
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



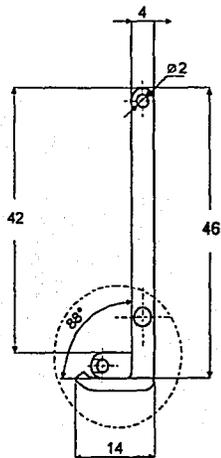
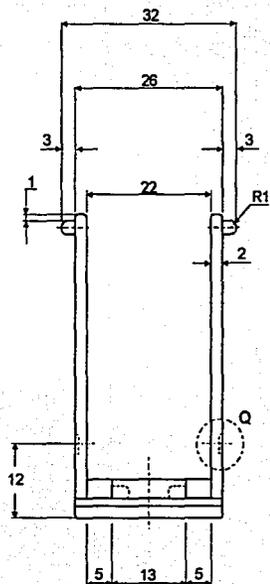
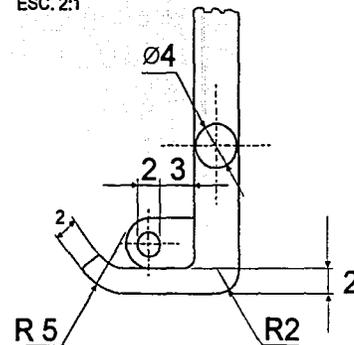
	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (PIEZA TRASERA)	
ESC.: 1:1	A/4	EP7-B
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

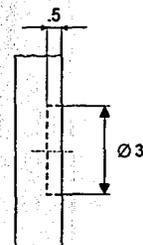
DETALLE R

ESC. 2:1

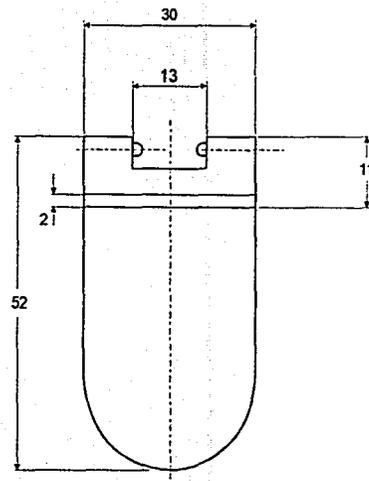
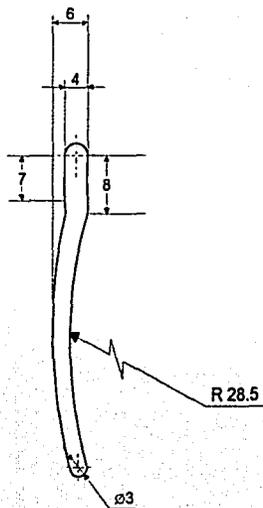
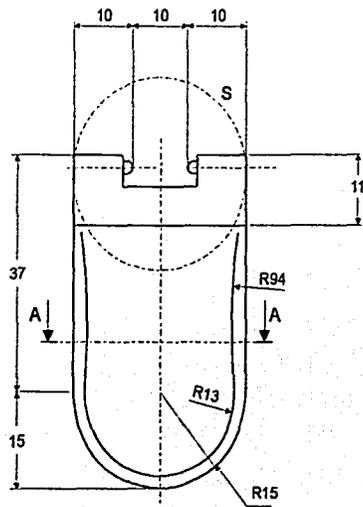


DETALLE Q

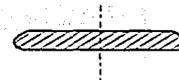
ESC. 4:1



	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	
ESC.: 1:1	A/4	EP8
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D. 

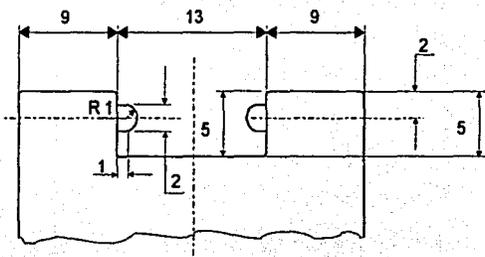


SECCION A - A

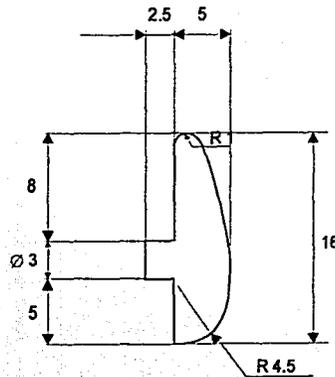
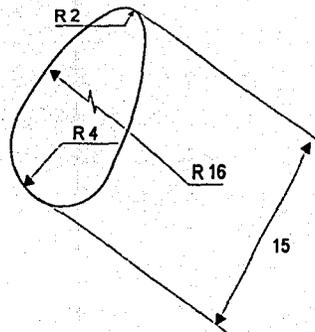


DETALLE S

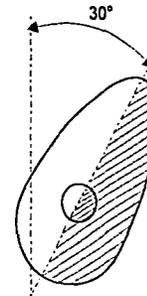
ESC. 2:1



		ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
		SOPORTE DE BARBA	
ESC: 1:1	A/4	EP9	
ACOT: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.	

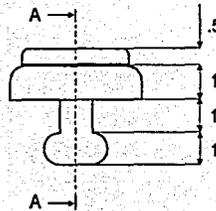
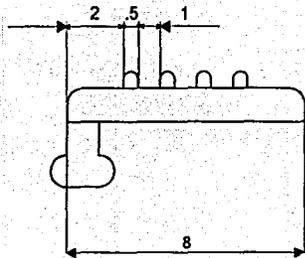
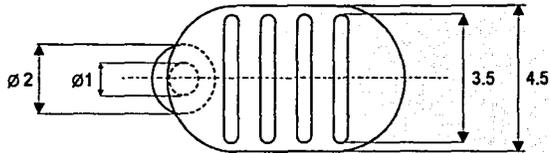


MEDIO CORTE



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

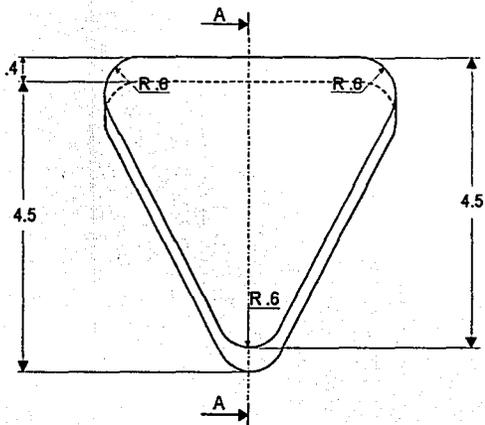
	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	PIEZA PRENSIL PARA POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	
ESC.: 2:1	N/4	EP10
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



CORTE A-A

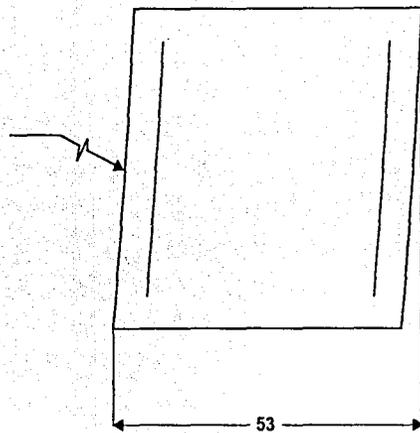
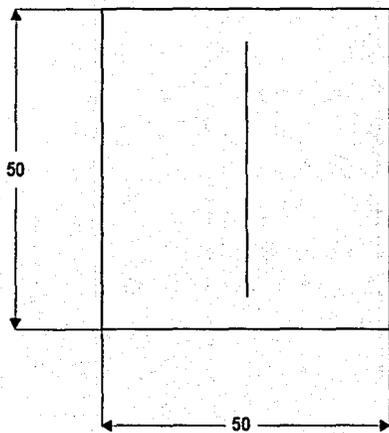
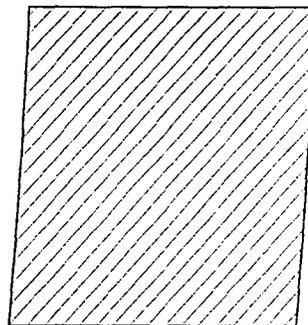


	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	CALBRADOR DE SALIDA DE AIRE	
ESC.: 5:1	A/4	EP11
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORTE A-A



	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	
	INDICADOR DE MEDICIÓN	
ESC.: 10:1	A/4	EP12
ACOT.: mm	LAM.: 1/1	V. MTZ. D.

Selección del Flujo del Proceso Productivo

La selección del proceso es de naturaleza estratégica y tiene una gran importancia. Las decisiones sobre procesos afectan a los costos, calidad, confiabilidad y flexibilidad de las operaciones. Antes de que puedan tomarse las decisiones sobre selección de procesos, debe conocerse el volumen de producción que se ha planeado alcanzar. Por ello, el pronóstico de demanda y la decisión relativa a la capacidad física de las operaciones deben preceder a la selección del proceso.

- ①7 — Un proceso se clasifica de acuerdo al tipo de flujo que sigue el producto: flujo en línea, intermitente o por proyecto. Un proceso puede clasificarse de acuerdo al tipo del pedido: producir para almacenar o producir por pedido. Estas bases de clasificación influyen de manera radical en los costos, en los volúmenes de producción, en la flexibilidad y virtualmente en todos los aspectos de las operaciones.

En las operaciones de flujo en línea, el producto debe estar bien estandarizado y fluir de una operación o estación de trabajo a la siguiente de acuerdo a una secuencia ya establecida (Fig. 40) y un alto volumen de producción.

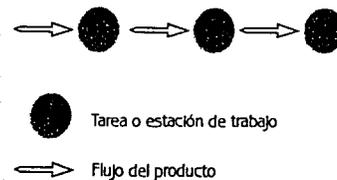


Fig. 40

Las tareas individuales de trabajo deben estar estrechamente acopladas y balanceadas para que una tarea no demore a la siguiente.

Los procesos de flujo Intermitentes (Fig. 41) se caracterizan por la producción por lotes a intervalos Intermitentes. Un producto fluirá nada más hacia aquellos centros de trabajo que requiera y se saltará los demás. Las operaciones Intermitentes usan equipos diseñados para fines generales y mano de obra altamente calificada; por lo tanto, son muy flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción.

El flujo por proyecto (Fig. 42) se usa para producir un producto único, tal como un modelo o prototipo. Este tipo de operaciones se usa cuando existe una gran necesidad de creatividad y originalidad. Es difícil automatizar proyectos puesto que se realizan sólo una vez; sin embargo, algunas veces puede usarse equipo diseñado para usos generales con el objeto de reducir los requerimientos de mano de obra.

Existen seis factores que hay que considerar en la selección de uno de los procesos productivos.

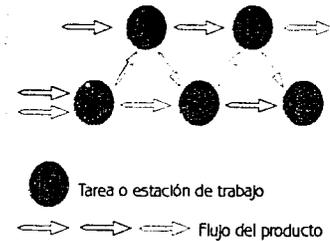


Fig. 41

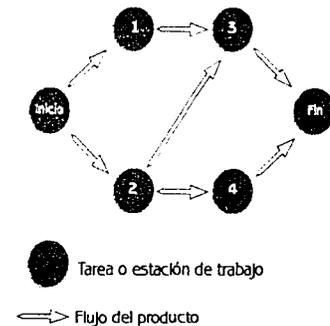


Fig. 42

1.- Requerimientos de capital: ¿Cuanto capital se necesita para el inventario, el equipo y las instalaciones? ¿Cuál es el rendimiento sobre la inversión?

2.- Condiciones de mercado: ¿Cuál será la aceptación del cliente? ¿Existe un volumen suficiente a un precio que asegure un cierto nivel de utilidad? ¿Son favorables las condiciones competitivas en el presente y en el futuro previsible?

3.- Mano de obra: ¿Existe suficiente oferta de mano de obra a un costo razonable? ¿Cuales son las perspectivas para el futuro?

4.- Habilidades Administrativas: ¿Puede la compañía adquirir y mantener el tipo de habilidades administrativas que necesita?

5.- Materia prima: ¿Está disponible la materia prima en cantidades suficientes? ¿Qué efecto tendría un cambio en la materia prima sobre el proceso?

6.- Tecnología: ¿Es la tecnología del producto y del proceso lo bastante estable como para dar apoyo al proceso productivo?

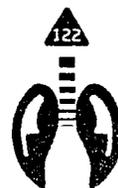


durante un periodo lo suficientemente prolongado para recuperar los costos?

Una buena decisión sobre la selección del flujo de procesos requiere de una investigación de mercado con el objeto de evaluar la demanda potencial y otras condiciones de mercado. Lamentablemente para fines de este proyecto no se llevará a cabo la investigación de mercado, sólo se considerará para la selección del flujo del proceso productivo la demanda que esta requiriendo el I.N.E.R. Que es de 1 millón de Esprómetros como primer pedido o producción piloto.

Debido a que se requiere en un inicio de una producción piloto, es más conveniente que esta primera producción se realice con un fabricante ya establecido, que cuente con un flujo de proceso intermitente dentro de sus instalaciones y que pueda adaptar su proceso de producción a las necesidades del producto. Sólo falta elegir en base a los planos de producción y los requerimientos técnicos - productivos, la materia prima más adecuada según sus propiedades y características el proceso de transformación de la materia prima.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Selección de Transformación de la Materia Prima.

Para poder seleccionar el proceso de transformación de los materiales es necesario concentrarse en el proceso mismo de explosión de las partes que conforman al Espirómetro, para darnos cuenta de todos los elementos que se van a producir y si existe alguno que se pueda encontrar comercialmente. (ver el plano EP2 en la pag.). En este caso todas las piezas tienen que producirse

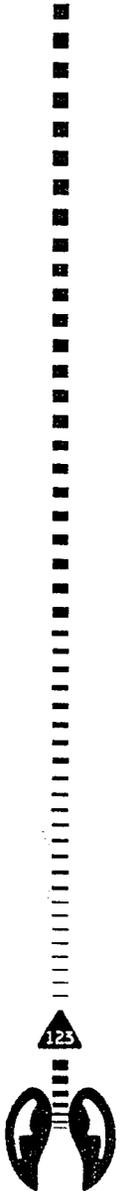
De acuerdo a los requerimientos de diseño el material más indicado para la producción de las piezas son los polímeros y para la boquilla los elastómeros ambos no tóxicos. Dentro de los procesos de transformación de los polímeros existe el de moldeo por inyección, que es el más indicado por sus características.

El fundamento del moldeo por inyección es inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío, donde solidifica para dar el producto. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla. Una máquina de moldeo por inyección tiene dos secciones principales:

- La unidad de inyección
- La unidad de cierra, o prensa, que aloja al molde.

Las características fundamentales de un molde son:

A.- La cavidad o impresión: en la cual se moldea el producto. Un molde puede contener una cavidad simple o varias.

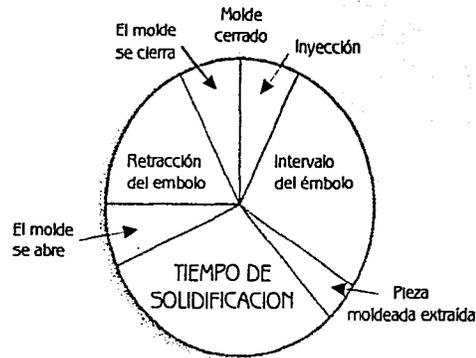


B.- Los canales: a lo largo de los cuales fluye el material fundido al inyectarse.

C.- Los canales de enfriamiento, a través de los cuales se bombea el agua de enfriamiento para eliminar el calor del material fundido.

D.- Los pernos expulsores: los cuales sacan la pieza moldeada de la cavidad. Funcionan automáticamente al abrir el molde.

La secuencia de operación para producir piezas moldeadas por inyección es como sigue:



Una vez seleccionado el proceso de transformación el paso inmediato es la selección del material para la boquilla y todas las otras piezas.

Por sus propiedades y características, se ha elegido al Poliestireno (PS) como materia prima para el moldeado por inyección de todas las piezas rígidas, algunas de las ventajas que tiene con respecto a otros polímeros son las siguientes:

- o Es atóxico.
- o Las variedades modificadas con hules (HIPS) son opacos y tienen mayor resistencia al impacto.
- o La resina GPPS es un sólido amorfo, duro y transparente a las temperaturas normales de uso.
- o Baja densidad, apenas por encima de la del agua.
- o Bajo precio.
- o Alta transparencia, similar a la del vidrio.
- o Es posible pigmentar el PS con una amplia variedad de tonos.
- o Es atóxico.
- o Resiste al ataque químico de varias sustancias y no reacciona ni absorbe de manera significativa esas sustancias ni el agua



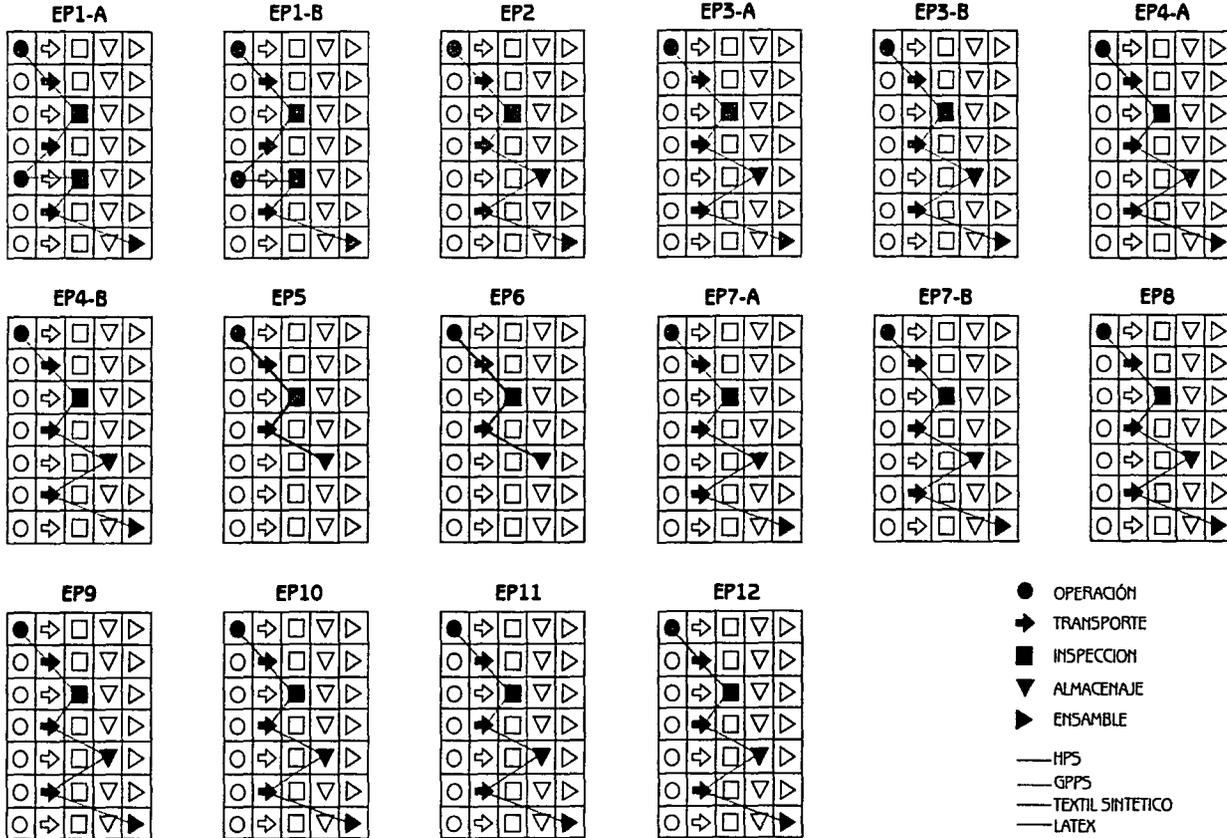
Para la fabricación de la boquilla se eligió un elastómero, para esta pieza existen dos materiales que reúnen los requerimientos, uno de ellos es el Gel Térmico es un elastómero atóxico con excelentes propiedades de elasticidad y flexibilidad, es un material de importación de España y de Estados Unidos de Norte América. Si se requiere de un material nacional puede funcionar perfectamente el Latex (Hule Natural), entre sus principales propiedades y características es encuentra:

- o Es atóxico
- o Se puede pigmentar con bióxido de titáneo (grado consumible).
- o Es flexible.
- o Es elástico.
- o Tiene una dureza de 25° (el Silicón tiene 40°)

Debido a la forma de la boquilla la vulcanización de esta pieza se realizará por el proceso de moldeo por inyección.

Ya que se tiene el flujo del proceso de producción, la elección del proceso de transformación del material y el tipo de materia prima que se va a utilizar para la fabricación del Espirómetro, el siguiente paso es describir por medio de un diagrama de flujo la secuencia de producción para después continuar con los costos de fabricación.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CADA PIEZA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE PIEZAS

SISTEMA No.1
CONDUCCIÓN DE AIRE

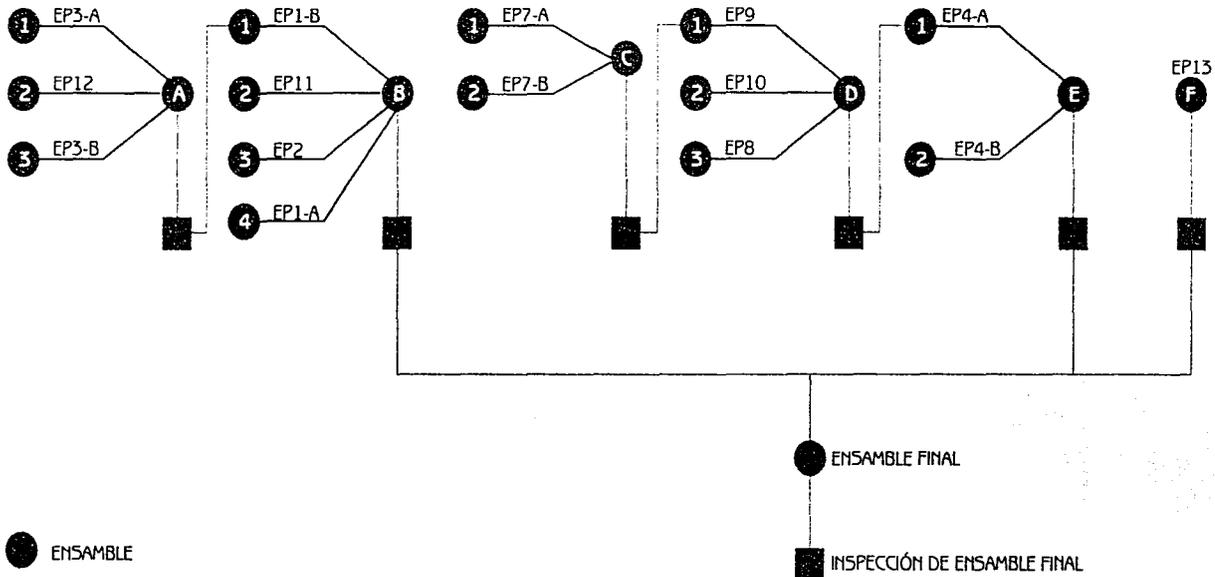
SISTEMA No.2
ESCALA DE MEDICIÓN

SISTEMA No.3
POSICIONADOR DE
APERTURA DE BOQUILLA

SISTEMA No.5
SOPORTE DE
BARBA

SISTEMA No.4
ZONA PRENSIL

BOQUILLA



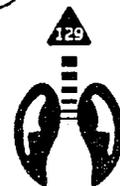
● ENSAMBLE
■ INSPECCIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUADRO DESCRIPTIVO DE LOS COMPONENTES DEL ESPIRÓMETRO

SISTEMA	CLAVE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	No. DE PIEZAS	PROCESO	ACABADO
SISTEMA No.1 CONDUCCIÓN DE AIRE	EP3-A	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (FRONTAL)	POLIESTIRENO (GPPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / TRANSPARENTE
	EP12	INDICADOR DE MEDICIÓN	POLIESTIRENO (GPPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP3-B	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (TRASERA)	POLIESTIRENO (GPPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / TRANSPARENTE
SISTEMA No.2 ESCALA DE MEDICIÓN	EP1-B	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (TRASERA)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP11	CALIBRADOR DE SALIDA DE AIRE	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP1-A	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (FRONTAL)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP2	VISOR	POLIESTIRENO (GPPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / TRANSPARENTE
SISTEMA No.3 POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA	EP7-A	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (FRONTAL)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP7-B	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (TRASERA)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
SISTEMA No.4 ZONA PRENSIL	EP4-A	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (FRONTAL)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	SATINADO / PIGMENTADO
	EP4-B	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (TRASERA)	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	SATINADO / PIGMENTADO
	EP9	SOPORTE DE BARBA	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	SATINADO / PIGMENTADO
SISTEMA No.5 SOPORTE DE BARBA	EP10	PIEZA PRENSIL PARA POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	POLIESTIRENO (HIPS)	2	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP8	POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	POLIESTIRENO (HIPS)	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO
	EP6	FILTRO	TEXTIL SINTÉTICO	1	PRENSADO A VAPOR	PLANCHADO
	EP5	BOQUILLA	LATEX O GEL TERMICO	1	MOLDEO POR INYECCIÓN	PULIDO / PIGMENTADO



CUADRO DESCRIPTIVO DE ANÁLISIS DE COSTOS

SISTEMA	CLAVE	DESCRIPCIÓN	CONSUMO DE MATERIAL	COSTO DE MATERIA PRIMA	COSTO DE PRODUCCIÓN	COSTO POR PIEZA
SISTEMA No.1 CONDUCCIÓN DE AIRE	EP3-A	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (FRONTAL)	10 gr	\$ 0.60	\$ 3.00	\$ 3.60
	EP12	INDICADOR DE MEDICIÓN	2 gr	\$ 0.12	\$ 0.75	\$ 0.87
	EP3-B	TUBO CONDUCTOR DE AIRE (TRASERA)	8 gr	\$ 0.48	\$ 3.00	\$ 3.48
SISTEMA No.2 ESCALA DE MEDICIÓN	EP1-B	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (TRASERA)	14 gr	\$ 0.84	\$ 2.50	\$ 3.34
	EP11	CALIBRADOR DE SALIDA DE AIRE	6 gr	\$ 0.36	\$ 0.75	\$ 1.11
	EP1-A	CARCAZA DE TUBO CONDUCTOR (FRONTAL)	10 gr	\$ 0.60	\$ 2.50	\$ 3.10
	EP2	VISOR	6 gr	\$ 0.36	\$ 1.00	\$ 1.36
SISTEMA No.3 POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA	EP7-A	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (FRONTAL)	5 gr	\$ 0.30	\$ 2.50	\$ 2.80
	EP7-B	POSICIONADOR DE APERTURA DE BOQUILLA (TRASERA)	5 gr	\$ 0.30	\$ 2.50	\$ 2.80
SISTEMA No.4 ZONA PRENSIL	EP4-A	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (FRONTAL)	14 gr	\$ 0.84	\$ 3.00	\$ 3.84
	EP4-B	CUERPO DEL ESPIRÓMETRO (TRASERA)	8 gr	\$ 0.48	\$ 3.00	\$ 3.48
	EP9	SOPORTE DE BARBA	7 gr	\$ 0.42	\$ 3.00	\$ 3.42
SISTEMA No.5 SOPORTE DE BARBA	EP10	PIEZA PRENSIL PARA POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	3 gr	\$ 0.18	\$ 0.75	\$ 1.86 (por dos pzas.)
	EP8	POSICIONADOR DE SOPORTE DE BARBA	6 gr	\$ 0.36	\$ 1.00	\$ 1.36
	EP6	FILTRO	1 gr	\$ 0.80	\$ 0.75	\$ 1.55
	EP5	BOQUILLA	10 gr	\$ 1.20	\$ 2.50	\$ 3.70

COSTO TOTAL DE PRODUCCION \$ 41.67



CUADRO DESCRIPTIVO DE COSTOS ADICIONALES

DESCRIPCIÓN	CONSUMO DE MATERIAL	COSTO DE MATERIAL	COSTO DE PRODUCCIÓN	COSTO TOTAL
ENSAMBLE DE PIEZAS			\$ 35.00	\$ 35.00
MOLDES DE ACERO			\$ 750,000.00	\$ 750,000.00 (DIVIDIDO ENTRE 1 MILLON DE PIEZAS)
IMPRESIÓN POR TAMPOGRAFÍA				
PARA LA PIEZA EP1-A	4 TINTAS		\$ 0.80	\$ 3.20
PARA LA PIEZA EP1-B	1 TINTA		\$ 0.60	\$ 0.60
EMPAQUE PRIMARIO:				
TELA "TIBURON"	0.122 MTS	\$ 1.30		\$ 1.30
CINTA PARA CONTORNO	1.30 MTS	\$ 2.60		\$2.60
CONTACTEL	0.45 MTS	\$ 0.05		\$0.05
HILO	1.50 MTS	\$ 0.05		\$0.05
ENTRETELA	0.02 MTS	\$ 0.12		\$0.12
ESPUMA DE POLIPROPILENO	0.20 MTS	\$ 0.05		\$0.05
FABRICACIÓN E IMPRESION			\$ 7.50	\$ 7.50
EMPAQUE SECUNDARIO:				
TERMOFORMADO			\$ 0.50	\$ 0.50
SOPORTE GRAFICO			\$ 0.30	\$ 0.30
			COSTO TOTAL	\$ 52.02
			COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 41.67
			GRAN TOTAL	\$ 93.69



Aportaciones de Diseño

SPIR-A es un Espirómetro portátil de uso personal que mide el gasto volumétrico del aire espirado de las personas con Insuficiencia respiratoria. Sus dimensiones generales son: 11 cm de altura, 4cm de ancho y 4 cm de profundidad. Tiene un peso de 50 gr. Por sus dimensiones y peso es un aparato médico muy manipulable.

SPIR-A cuenta con tres sistemas básicos: (Fig. 39)

- 1.- **Sistema de Boquilla.** Compuesto por: boquilla y filtro.
- 2.- **Sistema de obtención de medición.** Compuesto por: Indicador, Tubo conductor, Válvula de salida y Carcaza.
- 3.- **Sistema de apertura de boquilla.** Compuesto por: Soporte de barba y Cuerpo del Espirómetro.

SISTEMA DE BOQUILLA.

SPIR-A cuenta con la gran ventaja sobre los Espirómetros actuales, ya que el mismo modelo se adapta para niños, jóvenes y adultos, gracias a la elasticidad del material con el que está fabricado y a su sistema ajustable de boquilla para las diferentes dimensiones de boca de cada usuario, haciendo que la prueba de espiración máxima sea más exacta al impedir que el usuario contraiga los labios para adaptar la boca a la boquilla, como hasta ahora se ha estado haciendo. El diseño de la boquilla es totalmente ergonómica, se adapta perfectamente a la forma de la cavidad bucal. Fig. 40

UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



SPIR-A



Fig. 39



La boquilla tiene un compartimiento para introducir un filtro que tiene una triple función dentro de este sistema. Retiene la mucosidad que pudiera arrojar el usuario al realizar la prueba; así mismo, cumple la función de cambiar el flujo turbulento que sale de las vías respiratorias a flujo laminar, con el fin de que se pueda medir mejor la cantidad de aire espirado. Y una tercera función es retener las pequeñas gotas de saliva que el usuario arroja al hacer la espiración, evitando así que se empañe en mayor medida el tubo donde se desplaza el indicador. El filtro es desechable, el paciente debe cambiarlo cada vez que utilice el espirómetro

SISTEMA DE OBTENCION DE MEDICION.

SPIR-A utiliza un pequeño indicador que es el que recibe la fuerza del aire espirado, éste viaja a través de un tubo cerrado de poliestireno cristal que impide las fugas de aire que los actuales medidores si tienen y permite la visualización de la medición que alcanzó el usuario. Los tubos conductores del aire están diseñados de tal manera que aún cuando la entrada del aire tiene una trayectoria descendente el recorrido del indicador es ascendente por lo tanto la lectura de la medición se realiza sin ningún problema de tipo visual para el usuario.

Cuenta también con una válvula que regula la salida del aire para poder calibrar la medición del gasto volumétrico, gracias a esto **SPIR-A** puede ser utilizado por niños de 5 años hasta adultos mayores, obteniendo la medición exacta. Esta válvula se



Fig.40

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ubica en la parte inferior de la carcaza, Fig. 41 éste es un lugar estratégico ya que está colocada a dos milímetros de profundidad impidiendo que por contacto, se modifique la calibración del Espirómetro.

La Carcaza tiene el fin de proteger el sistema de medición y en ella se colocan los elementos gráficos tales como: la escala de medición, el logotipo de la marca y para el caso de la presentación para niños, el personaje del " gusanito medidor " .

SISTEMA DE APERTURA DE BOQUILLA.

SPIR-A a diferencia de los Espirómetros actuales, utiliza el apoyo de la barba y el desplazamiento de la misma para poder accionar el sistema que abre la boquilla a la apertura deseada, según la cavidad bucal de cada usuario. Esto lo logra gracias a que el soporte de la barba tiene unas salientes en la parte superior, que recorren una serie de orificios llamada posicionador, que se encuentra dentro del cuerpo del Espirómetro, pudiendo ubicarse en el orificio más apropiado para el usuario.

La boquilla tiene dos puntos de ensamble uno fijo y otro móvil. Fig. 42 El fijo se ubica en la parte posterior de la boquilla y se ensambla a la cara frontal del cuerpo del Espirómetro, el móvil se ubica en la parte inferior de la cara posterior de la boquilla y se ensambla a la cara frontal del posicionador, éste viaja hacia abajo al mismo tiempo que se

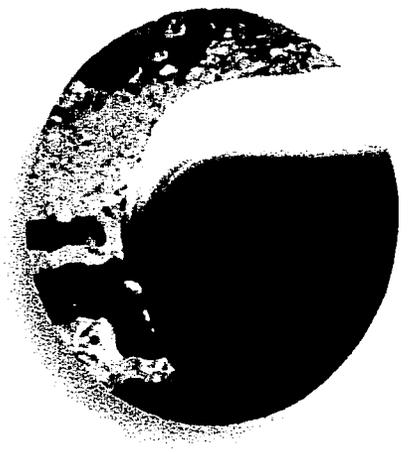
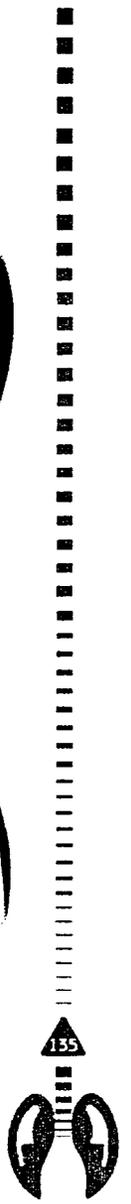


Fig. 41



Fig. 42



desplaza la mandíbula inferior cuando el usuario abre la boca, de esta manera la boquilla adapta la apertura exacta que requiere el usuario. La boquilla permanece en la apertura máxima del usuario debido a unas estrías interiores de la parte frontal del cuerpo del Espirómetro.

La boquilla vuelve a su posición inicial cuando son liberadas las salientes laterales del soporte de la barba, haciendo presión en las pequeñas zonas prensiles laterales que se encuentran en la parte inferior de los laterales del soporte de la barba. Fig. 43

La zona prensil de **SPIR-A** se encuentra en los laterales del cuerpo del Espirómetro, Fig. 44 ésta es totalmente bien definida por el usuario. Permite sostener el Espirómetro durante la prueba y la lectura de la medición sin ningún problema. Las dos concavidades laterales y la textura satinada, impiden que se resbale fácilmente de la mano. La ubicación de la zona prensil obliga al usuario a mantener el espirómetro sin ninguna inclinación del cuello, haciendo que el paso del aire sea directo.

El soporte de la barba se diseño abatible con el fin de ocupar el menor espacio posible para su transportación. Para entender mejor el diseño de cada pieza es necesario saber como se usa **SPIR-A**. Enseguida veremos la secuencia de uso



Fig. 43



Fig. 44

Secuencia de Uso

INSTRUCIONES
PARA EL USUARIO



1 *SPiR-A* cuenta con su propia funda para transportarlo sin problemas.



2 Se levanta la lengüeta de la funda que está adherida con velcro.



3 Se retira la boquilla del compartimiento superior de la funda



4 Se retira el Espirómetro de la funda.



5 La boquilla se ensambla al cuerpo del Espirómetro.



6 Se introduce el filtro por la parte superior del cuerpo del Espirómetro.



7 El soporte de la barba se abate para poder ser ajustado.



8 Se ajusta el soporte de la barba, de acuerdo a la distancia de la boca al maxilar inferior.



9 El usuario coloca Espirómetro en la boca.



10 Una vez colocada la boquilla en la boca, el usuario abre casi al máximo la boca, empujando con el maxilar inferior el soporte de la barba que a sus vez jala la parte inferior de la boquilla adaptándose a la cavidad bucal del usuario.



11 Inhala por la nariz y espira con fuerza por la boca.



12 El usuario toma la lectura obtenida después de la prueba.



13 Separa del cuerpo del Espirómetro el sistema de medición.



14 Le da unos pequeños golpecitos laterales con la mano, para bajar a la posición original el indicador.



Limpieza y Mantenimiento.

Una vez que se efectúa la prueba, el usuario desecha el filtro y quita la boquilla Fig. 45 para lavarla perfectamente con agua a presión, sin emplear algún tipo de detergente. Para secar la boquilla se evitará el uso de paños, que dejan pelusa y en la medida de lo posible se utilizará la secadora para cabello. Para una mejor limpieza del Espirómetro, se puede desensamblar en las tres partes principales que componen a **SPIR-A** Fig. 46 El lavado de estos componentes se hace con agua a presión al igual que la boquilla, y el secado de cada parte se realiza con una secadora para cabello.

SPIR-A cuenta con la gran ventaja sobre los actuales Espirómetros, de tener componentes cambiables cuando el tiempo de vida se termina. **Estos componentes son: la boquilla, el sistema de medición y el soporte de la barba;** ya que, tanto la boquilla como el sistema de medición tienen contacto directo con el aire espirado aún cuando se laven bien estas piezas, es inevitable la acumulación de bacterias, por lo tanto se pensó en un diseño el cual le diera la posibilidad al usuario de renovarlas. El soporte de la barba es el punto donde se ejerce cierta presión del maxilar y por lo tanto con el uso se puede llegar a romper, por esta razón se pensó también en que fuera una pieza reemplazable.



Fig. 45



Fig. 46

Ventajas Ergonómicas

El diseño de **SPIR-A** es totalmente ergonómico, la boquilla se adapta perfectamente a la cavidad bucal, sin importar las características del usuario, sea niño, joven o adulto mayor como vemos en la serie de fotografías Fig. 47.

La boquilla está especialmente diseñada para mantener la boca del usuario **bien abierta** mientras realiza la prueba. Tiene una altura de 2.5 cm que es el percentil 5 de los usuarios y 4 cm de ancho que es el promedio del ancho de la cavidad bucal de la población a la que está dirigido el Espirómetro. Afortunadamente las comisuras de los labios son flexibles, por lo tanto, aún cuando las personas tengan la boca pequeña, la piel se adaptará a la medida del ancho de la boquilla sin que el usuario sienta incomodidad al colocarsela en la boca. La boquilla es de latex un material flexible, elástico y blando que permite una mayor aceptación por parte del usuario para introducirlo en la boca.

Como observamos en la serie de fotografías de la Fig. 47 no existen fugas de aire por las comisuras de los labios en ninguno de los tres tipos de usuarios, resolviendo así uno de los problemas que tienen los Espirómetros actuales.

Por otra parte el soporte de la barba se acopla perfectamente a cada usuario, ya que cuenta con un sistema de dos pernos



Fig. 47



Fig. 48

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

laterales (Fig. 48) que se ubican a la altura deseada, dependiendo de la dimensión en altura de su maxilar inferior

Los dos ángulos de inclinación de la boquilla están diseñados especialmente para que se apoye el labio inferior y superior Fig. 49. Es importante mencionar que la boquilla no está diseñada para morderse debido a que no hay espacio para colocar los dientes como en el diseño de los snorkels.

Al momento de realizar la prueba los poros de la nariz quedan completamente libres, la parte superior de **SPIR-A** no bloquea la inhalación del aire que necesita el usuario para realizar la espiración máxima, como se observa en la Fig. 50

La zona prensil de **SPIR-A** está perfectamente bien definida como se aprecia en las fotografías laterales, el usuario sostiene el Espirómetro de una manera totalmente natural sin realizar algún esfuerzo extra. Para ubicar la zona prensil dentro del Espirómetro, se analizaron algunas de las actividades más cotidianas que realizan los pacientes con insuficiencia respiratoria, para que el uso del Espirómetro lo asociarán con alguna de estas actividades. Se observó que éstas personas tosen frecuentemente y se llevan algún pañuelo facial a la boca, y el pañuelo siempre lo sostienen de una forma para cubrir la boca.



Fig. 49



Fig. 50

La zona prensil se diseñó también, pensando en la posición de la mano cuando se sostiene una manzana al llevarse a la boca.

SPIR-A cuenta con una escala de medición cuantitativa ascendente ubicada en la parte frontal. La escala va de 50 en 50 l/min, facilitando la lectura; la altura de los números es de 2.5 mm bastante legible aún para los adultos mayores. El indicador tiene una línea fluorescente muy visible que indica la espiración máxima lograda por el usuario.

Cuando el usuario voltea el Espirómetro para tomar la lectura de la medición, la zona prensil cumple favorablemente su función, ya que, como observamos en la Fig. 51 el niño sostiene el Espirómetro sin problema alguno sin obstruir con sus dedos la escala.

Dentro de las aportaciones ergonómicas de **SPIR-A** podemos mencionar las siguientes:

* **El resultado del análisis anatómico de la apertura de la boca**, ya que el sistema de apertura de la boquilla es una analogía del funcionamiento del maxilar y los músculos faciales.

* **Para diseñar la zona prensil se analizaron las diferentes posiciones de la mano cuando el usuario se llevaba algún**



Fig. 51

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



objeto o alimento a la boca. Se llegó a la conclusión de que la mejor posición de la mano para sostener un objeto a la altura de la boca, es por las partes laterales.

* **El análisis del estudio de actividades que desarrolla el usuario con insuficiencia respiratoria** para proponer un aparato que sin tener semejanza con algún otro elemento médico de uso frecuente para él (como la mascarilla), pudiera aceptar y comprender su secuencia de uso.

* Como aportación teórica se puede encontrar en el anexo el **estudio ergonómico de dimensiones de la boca de niños, jóvenes y adultos**, así como las dimensiones de maxilar inferior, obviamente de una pequeña muestra de la población nacional.

* ***SPIR-A*** está diseñado para niños, jóvenes y adultos, pero no únicamente por la aportación del sistema de apertura de la boquilla, sino, también por la opción que le da al usuario de elegir el color de la carcasa, ya que son intercambiable pudiendo elegir entre colores sobrios, colores de moda, colores muy llamativos o con algún personaje como el "gusanito medidor".

Actualmente no existe un Medidor de Flujo que presente tantas ventajas ergonómicas como ***SPIR-A***.



Concepto Formal

SPIR-A tiene una forma totalmente semiótica y/o simbólica, es decir, su forma por sí sola expresa como se tiene que colocar la boca y la barba en el Espirómetro y como se sostiene.

La forma de **SPIR-A** está especialmente diseñada para que no le implique ningún trabajo al usuario realizar la prueba. Las partes del Espirómetro que tienen contacto con el usuario como: la boquilla, el soporte de la barba y la zona prensil, se adaptan perfectamente a la boca, la barba y la mano.

SPIR-A cuenta con formas orgánicas que le dan al usuario una mayor confianza y seguridad para usarlo sin ningún rechazo, sobre todo a los niños y a los adultos mayores.

Una de las grandes ventajas que tiene este Espirómetro con respecto a los existentes, es el contar con un espacio dentro de su forma para una imagen gráfica especialmente diseñada para motivar a los niños a realizar la prueba, sin ver al Espirómetro como un aparato médico que lo tienen que usar porque están enfermos; más bien como parte de un juego de reto en donde tienen que subir el indicador del espirómetro hasta los hombros del gusano.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Características Comerciales

El desarrollo del proyecto estaría Incompleto si no se consideran algunos factores de mercadotecnia, no se pretende dar una solución acabada de los mismos, pues esto involucra un trabajo profundo, que no se contempla a ese nivel dentro de los objetivos del presente trabajo, pero que son importantes en el desarrollo de un nuevo producto, éstos son:

- 1.- PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD
- 2.- EMPAQUE Y EMBALAJE
- 3.- MEDIOS DE DISTRIBUCIÓN

PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD.

Este es básicamente un proyecto de investigación y desarrollo del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (I.N.E.R.), por ello la campaña de publicidad y promoción estará dirigida al:

- * Personal médico del (I.N.E.R.) principalmente,
- * Hospitales Privados dentro de la sección de Enfermedades Respiratorias y
- * Farmacias Especializadas

La propuesta es llevar a cabo la campaña de promoción y publicidad, primero dentro del I.N.E.R. Se realizará un lanzamiento piloto del Espirómetro que se probará en pacientes Internos para verificar y calibrar el aparato con personas que tienen afecciones respiratorias. Una vez hechas todas las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 52

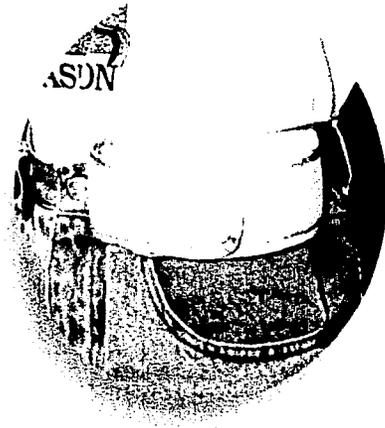


Fig. 53

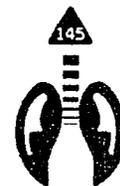


pruebas y corroborado el buen funcionamiento del Espirómetro, se promocionará por medio de las consultas de los pacientes Internos y externos del I.N.E.R. como primer paso. Para darlo a conocer en los otros hospitales, se diseñará un tríptico explicativo del uso, funcionamiento y ventajas del nuevo Espirómetro diseñado y fabricado en México, dirigido al personal médico ya que éste tiene la facultad de recomendarlo como parte importante del tratamiento de las enfermedades respiratorias, ya que controla la dosis de los broncodilatadores recetados por el médico. Y como estrategia de introducción, dentro del área médica, realizar una presentación por medios digitales del producto realizada por el fabricante, para presentarla en conferencias y congresos médicos de actualización

Así mismo se propone también el diseño de otro tríptico promocional para los dependientes de las Farmacias de Especialidades y promocionar la marca del Espirómetro, este tríptico será mucho más comercial. Incluso como lanzamiento del producto, es recomendable el diseño de un display para punto de venta en las farmacias.

EMPAQUE Y EMBALAJE

A diferencia de los actuales Espirómetros, **SPIR-A** cuenta con una gran ventaja desde el punto de vista comercial,



su funda, para transportarlo sin ningún problema Fig. 52. Esta funda esta especialmente diseñada para guardar todos los componentes de **SPIR-A** y viajar con ellos teniendo las manos libres y sin depender de algún otro objeto como alguna bolsa o portafollos para transportarlo y protegerlo , ya que la funda cuenta con un herraje en la parte posterior para sostenerlo de la presilla del pantalón o de la pretina del mismo. Fig. 53

SPIR-A cuenta con un empaque secundario para su protección y exhibición para venta al público que permite visualizar sin ningún problema las diferentes presentaciones del producto para que el usuario pueda elegir la que más le agrada, una ventaja muy importante sobre los demás Esprómetros. (Este empaque se detalló en el capítulo VI).

Para poderlo distribuir a toda la república, el embalaje será en cajas de cartón corrugado de flauta gruesa dos caras kraft, debidamente identificadas con todos los gráficos necesario de advertencias, forma de estibar, datos del fabricante y contenido de la caja.

MEDIOS DE DISTRIBUCIÓN.

Debido a la gran importancia que tiene SPIR-A para el tratamiento de las enfermedades relacionadas a la insuficiencia

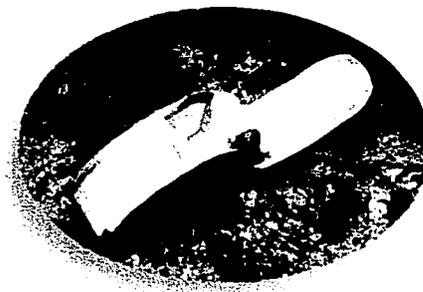


Fig. 52



Fig. 53

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

respiratoria, la distribución de este aparato debe llegar hasta la clínica más pequeña y escondida del territorio nacional, para esto se propone una campaña apoyada por el I.N.E.R. y el Sector Salud. Así mismo existe la propuesta que para el caso de zonas de bajos recursos económicos se reduzca el precio al público por medio de subsidios del Sector Salud.

El transporte que se utilizará para su distribución en el área Metropolitana será camionetas tipo Van de carga. Para la distribución del Espirómetro y sus componentes reemplazables en la República Mexicana se utilizará un camión de 31/2 toneladas que llegará al hospital o a los hospitales más grandes de cada Estado y éstos lo distribuirán a las pequeñas clínicas de los municipios. Para su distribución en Farmacias se empleará la misma estrategia, es decir se contará con un distribuidor local en cada Estado que distribuya los Espirómetros en farmacias de los municipios.

Conclusiones Generales

La mejor manera de evaluar un proyecto es realizar el prototipo y someterlo a prueba con los usuarios, durante un período de uso normal, para checar el funcionamiento, la ergonomía, los problemas de producción y la resistencia de los puntos más débiles del Espirómetro.

Debido a que el costo de producción de un prototipo es muy alto ya que el proceso es por inyección de plásticos, no se pudo llevar a cabo la prueba con un prototipo, sin embargo, se realizó un modelo escala 1:1 funcional en algunos mecanismos, en donde se realizaron pruebas ergonómicas y se llevó a cabo la secuencia de uso para corroborar que no existiera ningún problema al momento de usarlo. Lamentablemente la boquilla no se pudo fabricar con el material propuesto (látex) ya que artesanalmente no se puede vaciar en molde, si embargo se logró hacer una boquilla con silicón para evaluar la ergonomía y se construyó otro boquilla con unas lenguetas laterales que simularán la elasticidad del látex para evaluar el mecanismo de apertura de la boquilla por medio del apoyo de la barba, esta prueba se realizó con niños, jóvenes y adultos y funcionó satisfactoriamente, logrando los objetivos de diseño.

Por otra parte con el modelo a escala se evaluó la zona prensil obteniendo resultados muy buenos, ya que se logra

sostener el Espirómetro al realizar la prueba de espiración máxima, con toda naturalidad y seguridad sin ningún esfuerzo.

SPIR-A cuenta con grandes ventajas en términos generales, sobre los actuales Espirómetros:

- 1.- Los mismo moldes de producción sirven para los tres tipos de usuarios diferentes (niños, jóvenes y adultos).
- 2.- El mismo Espirómetro se puede calibrar dependiendo del tipo de usuario, gracias a su la válvula.
- 3.- Cuenta con partes claves sustituibles por piezas nuevas.
- 4.- El usuario puede elegir de acuerdo a sus preferencias y gustos el color o el modelo (ya sea translúcido o con el gráfico del gusanito).
- 5.- Todo el Espirómetro es totalmente ergonómico.
- 6.- No ocupa mucho espacio.
- 7.- Se ensambla por sistemas para su limpieza.
- 8.- Utiliza un filtro desechable para retener la mucosidad.
- 9.- Tiene sus propia funda para su transportación.
- 10.- El usuario acepta a usarlo sin ninguna oposición.

11.- Es de producción Nacional.

12.- Es un diseño totalmente mexicano.

En términos generales, se puede decir que **SPIR-A** cumple satisfactoriamente con los requisitos de diseño que se plantearon en el capítulo IV de este documento.

No se descarta la posibilidad de continuar mejorando los sistema propuestos en **SPIR-A**, así como la integración del espaciador al Espirómetro, dejando éste último como una propuesta de diseño a desarrollarse quizá con la Intervención de otros diseñadores y especialistas en el área médica, para que el proyecto se vuelve aún más rico en aportaciones de diseño.

Por último quisiera nuevamente dar las gracias a todas las personas que se involucraron en el proyecto y que hicieron posible la solución que necesitan miles de personas con insuficiencia respiratoria. De esta forma se comprueba que gracias a los conocimientos obtenidos de Diseño Industrial y al trabajo en equipo con otras especialidades, se pueden alcanzar resultados favorables en la solución y resolución de problemas de diseño.

