

Nemo

201
Jr

Visor de buceo con despliegue
de datos en imagen virtual.

Tesis Profesional que para obtener el Título de
Licenciado en Diseño Industrial presenta

Samanta Acosta Sánchez.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido
presentado previamente en ninguna otra institución Educativa.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1996



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

TESIS

COMPLETA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Coordinador de Exámenes Profesionales de la
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP 01 Certificado de Aprobación de
Impreso

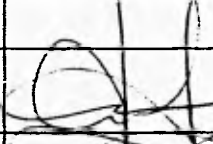

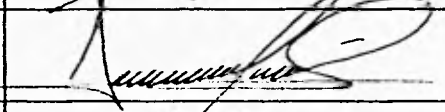


El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE ACOSTA SANCHEZ SAMANTA No. DE CUENTA 9051853-3
NOMBRE DE LA TESIS NEMO. Visor de buceo con computador.

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día de de 199 a las hrs.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 22 Febrero 1996

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DI. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
VOCAL DI. EDUARDO REYES ARROYO	
SECRETARIO DI. LORENZO LOPEZ ZEPEDA	
PRIMER SUPLENTE MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA	
SEGUNDO SUPLENTE DI. CARLOS ROJAS LEYVA	

**Dedico esta tesis a todos los que han hecho posibles mis estudios,
en especial a mis papás y mi hermana Circe.**

Quisiera agradecer a todas las personas que me apoyaron y ayudaron a llevar a cabo las largas investigaciones que me llevaron a realizar este proyecto de Tesis, a todas ellas les doy mis más sinceras gracias.

En especial quiero agradecer al Dr. Enrique López, director del departamento de óptica en la facultad de Ciencias, por sus asesorías, apoyo y respaldo.

... Estoy buscando una escafandra
al pie del mar de los misterios
Quién fuera Jaques Cousteau ?
Quién fuera Nemo el Capitán ?
Quién fuera el batiescafo de tu abismo ?
Quién fuera un Dragón ?

QUIEN FUERA.
Silvio Rodríguez

Índice

• Introducción	1
• Antecedentes	3
▪ Historia	3
▪ El buceo	6
• Fundamentación	10
• NEMO	12
▪ Definición	12
▪ Estética	15
• Ergonomía	17
▪ Parámetros ergonómicos	17
○ El sonido	17
○ Efectos de la presión	18
○ óptica	21
▪ El ojo y la visión	25
○ Capacidades visuales	26
○ Percepción de colores	28
○ Lectura	29

◆ Ergonomía en el visor	30
▪ Los sistemas y sus características	38
◆ Ergonomía en el display	40
▪ El display	40
▪ Modos de pantalla	44
▪ Otros aspectos ergonómicos	54
◆ La computadora	55
▪ Los componentes	55
◆ El equipo	59
▪ El visor	59
▪ Medidores de profundidad	61
▪ Medidores de tiempo	61
▪ Computadoras de buceo	62
◆ Estudio de mercado	63
▪ La competencia	65
◆ Procesos de producción	70
◆ Planos	74

• Costos de producción	95
• Conclusiones	99
• Glosario	100
• Bibliografía	102
▪ Libros	102
▪ Catálogos	104
▪ Revistas	104
▪ Periódicos	105

Introducción

El hombre siempre ha tenido curiosidad por el ambiente subacuático, esto lo impulsó a sumergirse bajo el agua, desde entonces, el hombre bucea. Retener la respiración e impulsarse bajo el agua fueron reflejos instintivos que posteriormente se perfeccionaron, sin embargo, el primer problema al que se enfrentó fue la visión subacuática.

Las características anatomofisiológicas del ojo humano provocan que la imagen recibida por el ojo directamente bajo el agua se distorsione, y surge la necesidad de corregir esta deficiencia. Durante años se experimentó con un sinnúmero de posibilidades hasta llegar a lo que hoy conocemos como visor; cuyo principal objetivo es formar una cámara de aire que asemeje al ambiente terrestre donde el ojo humano funciona a la perfección. De la misma forma que para la visión, los aparatos para respiración y movimiento bajo el agua evolucionaron, de tal manera que existe un incremento constante del número de elementos que forman el equipo.

El buceo con aparatos es una actividad que a últimas fechas se ha popularizado a gran escala. Básicamente se puede dividir en dos tipos: el buceo deportivo y el buceo industrial. El primero, se realiza por diversión mientras que el industrial se practica con el fin de realizar un trabajo.

En ambas actividades es necesario el manejo de una gran cantidad de variables que son indispensables para que el buzo calcule la inmersión; entre ellas la absorción y liberación de gases por los tejidos, tiempos, profundidades, etc.. Para estos datos existen tablas que, junto con el reloj y profundímetro ayudan al buzo a hacer sus cálculos. Actualmente se está popularizando el uso de computadoras que substituyen los instrumentos anteriores, y que además de ser precisas, agilizan este trabajo.

Del análisis de los inconvenientes que representa consultar constantemente los instrumentos, localizados en el antebrazo del buzo o colgando en la consola del regulador. (Por ejemplo: al buzo industrial le es imposible revisar constantemente los instrumentos por causa de las actividades que está realizando; al buzo deportivo le resulta difícil fijar su atención en los cálculos y revisión de datos debido a su práctica esporádica del deporte.). Se observó la necesidad de desplegar la información en forma accesible y constante dentro del campo de visión del buzo sin la intervención de las manos;

este proyecto de TESIS propone el desarrollo de un instrumento totalmente innovador, el cual no existe en el mercado, que consiste en la integración del elemento visor con la computadora para así obtener un instrumento de precisión que mejore los aspectos ergonómicos de los sistemas que se utilizan actualmente.

Este nuevo instrumento requiere la consideración de varios aspectos:

- La integración de los elementos visor - computadora.
- La funcionalidad.
- La ergonomía del producto.
- La estética del producto.
- La industrialización de sus partes.

El diseñador Industrial es el profesional ideal para el desarrollo de este producto, puesto que es el que puede conjuntar e interpretar la información de cada uno de los aspectos anteriores.

Antecedentes

Historia

Desde los inicios de la humanidad, el hombre se ha maravillado e intrigado por el mundo subacuático, intentando descubrir sus secretos¹. La curiosidad y la búsqueda de alimento fueron los primeros motivos que lo impulsaron a sumergirse en el agua. Posteriormente la religión, la explotación comercial y las estrategias militares dieron lugar a un nuevo aspecto de la exploración del medio subacuático. Finalmente la investigación científica y el deporte han contribuido a un mayor desarrollo de esta actividad.

Las características físicas del hombre no le permitían comportarse en el agua de la misma manera como lo hacía en la tierra. La visión, el desplazamiento, el oído, el habla e incluso el tacto se vieron modificados. El ojo humano, al tener una densidad similar a la del agua de mar, no tiene una visión clara dentro de ella. Solo puede ver claramente cuando existe un espacio de aire entre él y lo que está viendo, semejando al ambiente terrestre.

Los primeros registros de las actividades subacuáticas fueron de la civilización cretense que se componía de marinos, pescadores y buceadores, quedando como testigo el arte y las leyendas. Posteriormente los griegos crean a sus nadadores de combate con fines militares. Aristóteles habla sobre la "lebeta", un tubo para respirar aire de la superficie y comenta acerca de los buceadores militares de Alejandro Magno y sobre el uso de una caja de cristal para descender a las profundidades. Sin embargo fueron los romanos quienes primero registraron una técnica de visión subacuática. Los "Urinatores", tropa de misiones especiales, tomaban aire y se llenaban la boca con aceite, nadaban al casco del barco contrario y trabajaban el tiempo que les permitía la bocanada de aire, liberando lentamente el aceite que tenían en la boca, este al subir a la superficie y pasar frente a los ojos del buzo refractaba la luz permitiendo una mejor visión.

A finales del siglo IV, en Constantinopla, se menciona una escafandra de uso militar. Era una capucha que terminaba en un tubo para respirar. También se habla de un saco de tripa del cual el buceador respira aire. Para 1536 se le colocan unos discos de asta, clara y delgada, frente a donde están los ojos, para mayor comodidad del buzo. También se adiciona el uso de contrapeso en los pies.

¹ Hacia el final del Paleolítico (9000 - 3000 antes de nuestra era) se descubren restos de ostras que se encuentran a profundidad.

En 1819, Augustus Siebe, fabricó un casco metálico, prolongado hasta la cintura con una túnica. Se bombeaba aire al buzo y el exceso de éste se escapaba por debajo de la túnica. Esto permitía que los buzos bajaran a mayor profundidad en busca de esponjas, y así comenzó el buceo comercial, mucho más seguro, pero poco práctico ya que restringía los movimientos del buzo y su visión. En 1837 crea un traje completo y un cabezote provisto de válvulas de entrada de aire y salida del mismo. Denayrouze le añade un regulador de presión y un depósito de aire (colocado a la espalda del buzo) que le daba un mayor autonomía. Se dan cuenta que existen cambios fisiológicos durante el buceo.

En 1915 Robert H. Davis, crea un sistema rudimentario de circuito cerrado para oxígeno, de índole militar. En 1925 Le Pieur crea un equipo autónomo que constaba de una botella de aire comprimido, una máscara y un regulador que permitía al buzo respirar el aire a la presión ambiente.

Paralelamente, se fabrican goggles, para los nadadores, que resolvían el problema de la vista, pero no podían ser empleados por los buzos ya que no contenían la nariz dentro de ellos. Por lo tanto era imposible igualar la presión interna con la ambiental causando daños a los ojos y en 1935 De Corlieu crea las aletas, para auxiliar el desplazamiento subacuático.

En 1943 Comheins crea el regulador de demanda. Ese mismo año Cousteau y Gagnan lo modifican aún más substituyendo la máscara por unos goggles de nadador que incluían a la nariz, mientras que el buzo sujetaba una boquilla por donde pasaba el aire del tanque a la boca.

La libertad que se consiguió con el uso de este equipo, al permitir al buzo llegar a mayor profundidad y permitirle crear su propio plan de buceo, provocó graves accidentes, por lo que se populariza el uso de las tablas de no descompresión, las cuales se perfeccionan en 1965.

Con Cousteau Surge el visor, con un vidrio ovalado y paredes de hule, que cubrían los ojos y la nariz. Durante esa época era muy difícil adquirir un visor en México, ya que se fabricaban en Europa, pero se sabe que se improvisaban de forma casera con una cámara de llanta y un vidrio.



1819

Estos visores permitían una buena visión, aunque como el vidrio estaba muy separado de la cara, formaba una visión de túnel que limitaba parcialmente la visión. Con el tiempo el vidrio se fué acercando cada vez más a la cara para evitar éste efecto. El hule es demasiado rígido, pues debe sellar bien alrededor de la cara y evitar la penetración del agua, lo que es incómodo para la cara, estos visores se continúan fabricando. La rigidez del hule dificulta también, el poder agarrar la nariz para compensar presiones en los oídos. Actualmente los visores de buceo se fabrican con silicón atóxico, que aseguran un buen sellado, no lastiman la piel y no causan reacciones alérgicas, la nariz es accesible a los dedos y son de bajo volumen de aire. El vidrio que se utiliza es templado, se pueden encontrar con purgas (para ayudar a sacar el agua del interior) e incluso algunos utilizan vidrios de color rojizo para compensar la pérdida de colores a profundidad.

En América el buceo se convierte en una actividad popular a partir de la década de los 50's, cuando se abren las primeras tiendas de buceo y se inicia la comercialización de este deporte. Al volverse una actividad más accesible para la gente, todo el equipo se empieza a fabricar de manera industrial. Con los avances tecnológicos y de materiales, el desarrollo de estos equipos se hace a gran velocidad, y es cuando empieza a tomar mayor importancia la labor del diseñador industrial, quien trabaja en aspectos tan importantes como la estética a la que anteriormente no se le daba la importancia requerida.

El buceo

El buceo es la actividad por la cual el hombre penetra en un medio acuático natural o artificial ya sea, mar, lago, río, presa, drenaje, etc.; con el fin de desarrollar una actividad, deportiva, de rescate, científica o militar.

Existen dos técnicas de buceo que se dividen en varios tipos:²

- **Buceo autónomo**
 - Buceo Libre
 - **Buceo con aparatos**
 - De circuito abierto
 - De circuito cerrado
 - De circuito semicerrado
- Buceo no autónomo
 - Buceo con escafandra clásica (Helmet)
 - Buceo con equipo Hooka o Narguillé

Buceo
con
escafandra



En el buceo autónomo el buzo se desplaza libremente en el agua sin conexión con la superficie, en tanto que en el buceo no autónomo, el aire o mezcla de gases que respira el buzo está proporcionado por una manguera conectada a un compresor o tanque estacionario en la superficie.

- El buceo libre, o "a pulmón", se logra reteniendo la respiración, sin necesidad de equipo para respirar bajo el agua.

² Battazar Pazos, Técnicas de buceo deportivo, Edit Diana, p.15

- El buceo con aparatos requiere de equipo para respirar bajo el agua, existen tres tipos de equipo:
 - Equipo de circuito abierto: Donde los gases exhalados por el buzo es expulsado al agua. Se utiliza para aire comprimido o mezclas de gases.
 - Equipo de circuito cerrado: Donde los gases exhalados por el buzo se reciclan en el interior del sistema y se depuran para volver a ser respirados. Se utiliza exclusivamente con oxígeno.
 - Equipo de circuito semicerrado: Los gases exhalados por el buzo son expulsados parcialmente al agua, el remanente se recicla en el sistema. Se utiliza solo con mezcla de gases para grandes profundidades.

El buceo no autónomo permite inmersiones de larga duración pero limita los movimientos del buzo bajo el agua

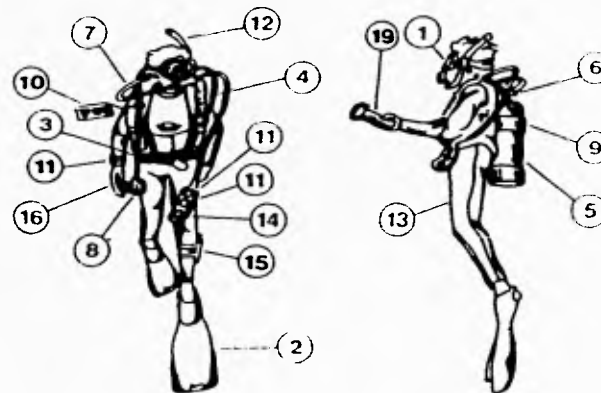
- El buceo con escafandra clásica, requiere de un equipo de apoyo en superficie, donde se le suministra al buzo exactamente la mezcla de gases que necesita por medio de una manguera hasta el "cabezote" que cubre por completo la cabeza del buzo. Se utiliza solo en buceo comercial para inmersiones profundas y prolongadas.
- El buceo con Hooka requiere de una compresora en superficie que constantemente suministre al buzo de aire. Se utiliza para inmersiones largas de poca profundidad.

Para este proyecto solo se hará referencia al buceo autónomo con aparatos debido a que:

- el buceo libre no requiere que el buzo haga cálculos, puesto que no respira gases a presión.
- en el buceo con escafandra clásica los cálculos de la inmersión se monitorean desde la superficie y el buzo no utiliza un visor sino un "cabezote".
- en el buceo con Hooka las inmersiones son a tan poca profundidad que rara vez requieren de calcular la saturación de los tejidos. En tal caso, son tan sencillos estos cálculos que no es necesaria la ayuda de una computadora. Sin embargo si el buzo lo desea puede utilizar la misma computadora que un buzo con equipo de circuito abierto.

El equipo utilizado por un buzo es el siguiente:

1. Visor
2. Aletas
3. Cinturón de plomos
4. Chaleco compensador de flotabilidad
5. Tanque de aire comprimido
6. Válvula del tanque
7. Regulador
8. "Octopus" (regulador extra)
9. Arnés
10. Tablas de no-descompresión.
11. Instrumentos de medición:
Reloj, Manómetro, Profundímetro
ó computadora de buceo.
12. Esnorkel
13. Traje Isotérmico
14. Brújula
15. Cuchillo
16. Guantes
17. Boya
18. Bolsa recolectora
19. Lámpara
20. Cuerda, etc.



Deberá ser considerado como equipo opcional desde el punto número 12 hasta el 20.

El buzo maneja una gran cantidad de equipo, lo que resulta muy estorboso e incómodo. La mayoría del equipo cuelga del buzo y podría fácilmente engancharse con el fondo marino, lo que perjudicaría su seguridad y/o causaría un severo daño al arrecife al golpear los corales. El trabajo del buzo se ve obstaculado por la necesidad de revisar constantemente su equipo, ya que el buzo debe concentrarse en mantener su plan de buceo, lo cual resulta difícil si el equipo que lleva es abundante.

En algunas ocasiones es necesaria la utilización doble o triple de algunas partes del equipo, como es en el buceo en cuevas, que se utilizarán por lo menos dos tanques y para cada uno regulador y

manómetro, entre muchas otras cosas. Es tan complejo para un buzo tener las manos ocupadas que la NAUI³ hace el siguiente comentario, en su libro "Advanced Diving Technology and Technique.":

"El complejo de las tres manos: Evidentemente, el ser humano ha sido dotado con muy pocas manos para hacer un buceo nocturno eficiente. ¿Cómo ajustas tu flotabilidad, mientras detienes tu lámpara, mientras lees tu profundímetro y mientras estas filmando?"

En la solución que se plantea en éste proyecto de Tesis se propone un equipo que despliega todos los cálculos necesarios de la inmersión dentro del campo de visión del buzo, de manera constante, evitando la utilización de las manos además de eliminar parte del equipo.



³ NAUI - National Association of Underwater Instructors. (Asociación Nacional de Instructores Subacuáticos en los Estados Unidos.)

Fundamentación

Este proyecto de Tesis, tiene como objetivo diseñar un producto que facilite la tarea de los buzos, ya sean deportivos o industriales, mediante un visor de buceo con despliegue de datos.

Los buzos llevan consigo una gran cantidad de equipo, lo que dificulta su maniobrabilidad, además que puede provocar serios problemas. El buzo requiere consultar constantemente sus instrumentos (reloj, profundímetro, manómetro, etc.) para evitar accidentes por descompresión o envenenamiento por los gases que componen el aire que respira, ya que éste se altera debido a la presión que ejerce el agua y la atmósfera (Una atmósfera de aire, más otra atmósfera de presión por cada 10 metros de profundidad.).

Para evitar la descompresión se han desarrollado tablas, que el buzo utiliza, con la ayuda del profundímetro y el reloj para realizar una serie de cálculos. Estos instrumentos se pueden llevar como brazalete o dentro de una consola conectada al tanque por medio de una manguera. Esta consola no tiene un lugar fijo, por lo que flota alrededor del buzo teniendo como inconvenientes: la depredación del arrecife, (ésta lo golpea al arrastrarse sobre él), el buzo puede atorarse con la manguera en algún lugar del arrecife, si se bucea con más de un tanque pueden tenerse confusiones con las mangueras ya que cada tanque tiene conectado un manómetro.

Actualmente se ha popularizado el uso de computadoras de buceo, en las que se tiene un programa que calcula constantemente la absorción y liberación de gases en los tejidos y no es necesario hacer cálculos bajo el agua ya que la computadora los realiza. Sin embargo es de suma importancia que se consulte constantemente este instrumento para asegurarse de no rebasar la profundidad máxima o el tiempo límite previamente establecido. Este instrumento se coloca en la muñeca del buzo o en la consola lo que le impide, al estar trabajando, verla con frecuencia. Por ejemplo, el buzo industrial siempre tiene las manos ocupadas, lo que le complica la lectura de sus instrumentos. En el caso de los buzos deportivos, quienes olvidan revisar sus instrumentos con regularidad, los accidentes son más frecuentes.

A todos los problemas anteriormente mencionados, se propone dar solución desplegando la información dentro del campo de visión del buzo de forma constante. Evitando el exceso de equipo y la distracción del buzo al tener que revisar sus instrumentos con frecuencia.



NEMO

Definición

Nemo es un visor de buceo, que tiene la gran ventaja de desplegar permanentemente la información necesaria durante una inmersión, dentro del campo de visión del buzo.

Este nuevo equipo tiene como ventajas la conjugación de un visor con una computadora de buceo. Cabe mencionar que Nemo es un visor que tiene el vidrio curvo, actualmente no existe ningún visor con vidrio curvo en el mercado, esta característica le permite tener al buzo un mayor campo de visión, que ofrece grandes ventajas, entre ellas permite al buzo deportivo apreciar su entorno con una perspectiva mas amplia, mientras que al buzo industrial le ofrece la posibilidad de observar su área de trabajo con mayor libertad, así como realizar los cálculos de inmersión constantemente durante la misma.

Una computadora tiene la ventaja de recalcular constantemente la absorción y liberación del nitrógeno durante la inmersión. Esto significa que el buzo tiene la libertad de hacer una inmersión sin la preocupación de hacer cálculos de descompresión bajo el agua. Si por alguna causa, como un accidente o un descuido, se modifica el plan de buceo, la computadora lo hace automáticamente y el buzo solo tiene que seguir las indicaciones, independientemente de la situación o el estado en que se encuentre, como podría ser encontrarse bajo el efecto de la narcosis, (debido a la toxicidad que tiene el nitrógeno a presión sobre los tejidos corporales).

La integración de la computadora al visor permite el despliegue constante de la información necesaria para la inmersión frente a los ojos del buzo, facilita la lectura del display y reduce el tiempo de captación, además de contar con alarmas auditivas que indiquen una situación de riesgo, reduciendo el olvido de la lectura. **Es preciso evitar la utilización de las manos para esta maniobra, y permitirle al buzo realizar su trabajo cómodamente.**

Otra ventaja que da un equipo como Nemo es la reducción de la cantidad de equipo que requiere el buzo para una inmersión. Esto implica que el manejo del buzo dentro del agua sea más fácil, menos confuso y con menor posibilidad de quedarse atorado con él. Nemo también ayuda a evitar la

depredación del arrecife por tantas mangueras colgando. Los buzos menos experimentados destruyen los corales y vida marina muy fácilmente y sin darse cuenta.¹

Nemo puede ser utilizado en cualquier inmersión independientemente de las condiciones ambientales, ya sea con buena, poca o nula visibilidad. Cuando la visibilidad es mala, a causa de las partículas suspendida en el agua, la lectura de los instrumentos convencionales se dificulta ya que deben ser acercados a los ojos y leído con detenimiento, pero si la visibilidad es tan mala que sea imposible su lectura, como sucede cuando se encuentra el agua salada con la fresca, y provoca una visión turbulenta,² solo con un equipo como Nemo, que genera la información dentro del visor y no depende en ningún momento de las condiciones externas, será posible la lectura. De la misma forma, durante un buceo nocturno, no será necesario la iluminación de la pantalla para su lectura ya que las imágenes producidas por el display de Nemo se generan con luz y no requieren de otra fuente para ser captadas por el ojo. Esta característica facilita la lectura durante el buceo nocturno, restándole dificultad y haciéndolo más cómodo. Tiene la ventaja de reducir el número de pasos a seguir durante esta inmersión, en especial durante el ascenso, cuando el buzo realiza muchas tareas a la vez.

La forma de utilización de Nemo es muy sencilla y en general, similar a cualquier otro visor. Antes de cualquier inmersión es necesario que se cubra el vidrio y la pantalla con una solución antiempañante o con saliva para evitar la condensación del vapor de agua y por lo tanto limite la visibilidad. Esto sucede porque la nariz, que se encuentra dentro del visor, exhala aire húmedo y tibio, que al entrar en contacto con el vidrio se condensa por la diferencia de temperatura. Se crean pequeñísimas gotas de agua debido a la tensión superficial del agua, pero estas pueden ser evitadas si el vidrio se frota con alguna de estas sustancias para crear una película que lo proteja de que las gotas se adhieran a él.

La forma correcta de ponerse el visor es colocando una mano por dentro de la correa y jalándola hacia afuera y alrededor de la cabeza. El visor se deslizará hasta colocarse en su lugar. Para ajustar la correa al tamaño adecuado, solo se necesita presionar ligeramente la parte posterior del broche para que esta corra libremente y se ajuste con facilidad.

¹ James Sterba, Wall Street Journal (Eastern Edition), pA1+May 7 '93.

² Estas condiciones son comunes en la boca de las cuevas marinas.

Durante el descenso en el agua, será indispensable que el buzo iguale las presiones internas, del aire dentro de los oídos y senos, con la del ambiente externo, por lo tanto, se apretará la nariz con los dedos, a través del silicón, para evitar las fugas de aire mientras exhala fuertemente.

El ángulo de visión que permite Nemo, tanto en forma horizontal como en vertical, es muy amplio en comparación a los visores comúnmente usados, permitiendo un mejor panorama del entorno³. Para la lectura del display solo se requiere que el buzo dirija su mirada hacia abajo. La información que genera la pantalla en la parte superior, se refleja en un espejo de un solo sentido. Este tipo de espejos permiten el paso de la luz en un sentido y lo reflejan en el otro⁴. Esto permite que la luz generada dentro del visor, por la pantalla, se refleje en su totalidad hacia el ojo, mientras que la luz que provenga del exterior del visor podrá traspasarlo para llevar al ojo información del ambiente acuático, permitiendo la lectura del display sin sacrificar campo visual. Solo se requiere que el ojo cambie su enfoque para ver cualquiera de los dos: el display o su entorno.

En caso de que el visor se llene de agua, por accidente o intencionalmente, se purga, haciendo ligera presión en la parte superior⁵ con una mano y exhalando un par de veces por la nariz. El aire se alojará en el visor mientras que el agua se desaloja por los bordes inferiores.

³ Ver "La óptica en el visor."

⁴ Edmund Scientific 1994, Anual Reference Catalog for Optics, Sciences and Education, pg 54

⁵ La parte del visor más cercana a la superficie.

Estética

Diseñar es dar figura e integridad a las cosas: es crear formas que pueden llamarse vivientes por la relación justa entre sus partes; es conformar una unidad por un proceso que comienza y se perfecciona en la mente y que va expresándose sobre el material mismo a través del dibujo. Dicho en otras palabras, que lo útil sea bello; que lo que sirve para un uso no repugne a la vista, que la función no esté reñida con la estética; que las partes estén integradas al todo; que lo que usamos cada día nos den la doble ventaja del servicio y la armonía.⁶

Hacer un producto atractivo a la vista es de gran importancia, ya que es el primer impacto del producto con el usuario, y en muchos casos determina la adquisición del mismo.

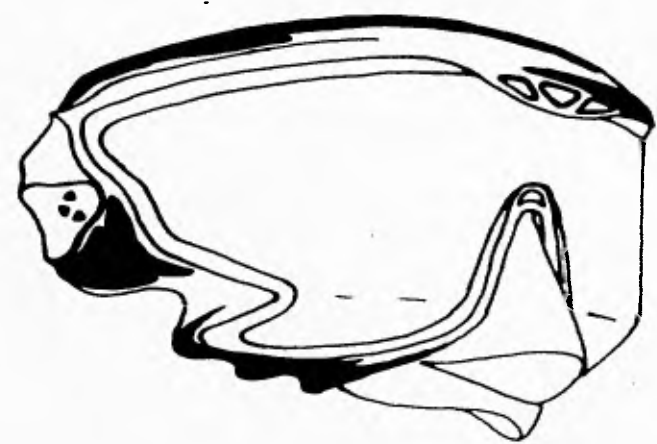
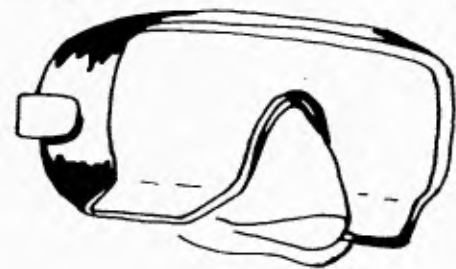
Nemo es un visor que será adquirido por buzos deportivos principalmente, este mercado se rige por la moda, en cuanto a forma, colores y materiales. Los materiales, y la tecnología para procesarlos, que actualmente se emplea permite desarrollar formas muy atractivas. En el caso de Nemo la forma se rige en un alto porcentaje por las limitantes ergonómicas.

En la actualidad la moda tiende hacia objetos con formas orgánicas y aerodinámicas. Nemo, con sus dobles curvaturas crea una forma limpia y todas sus partes se integran a un solo volumen que aunado a su textura lisa, brindan un aspecto de actualidad. Este es un punto de gran importancia, ya que el buceo como otros deportes se rige por la moda y la tecnología, es decir, dentro del área deportiva, cada producto que sale al mercado trae consigo una innovación tecnológica además de la carga estética, que debe cumplir con los aspectos de actualidad.

Los materiales que forman a Nemo dan la posibilidad de pigmentarlos de cualquier color o incluso dejarlo transparente, no se manejara un solo color para el producto, debido a que con la misma forma es posible tener una gran variedad de colores y de gráficos para adecuar a los diferentes gustos del mercado.

⁶ Clara Porset.

Evolución Estética



Ergonomía

La ergonomía estudia la interacción de los seres humanos con los objetos, en especial como el diseño afecta al hombre. Ésta busca cambiar los objetos para ajustarlos a las capacidades, limitaciones y necesidades de la gente.

Tiene dos objetivos principalmente, el primero es mejorar y aumentar la eficiencia del trabajo u otras actividades, facilitando el uso, reduciendo el factor de error y aumentando la productividad. El segundo es mejorar ciertos valores humanos, incrementando la seguridad, reduciendo la fatiga y el stress, aumentando la comodidad y la aceptación así como la calidad de vida.

Para llevar a cabo todo esto es indispensable aplicar información sobre las capacidades, limitaciones, características y comportamiento humano, al diseño de los objetos y los procedimientos de uso dentro del medio en que se encuentran. Esto requiere de investigación acerca del hombre y su comportamiento con los objetos y el medio ambiente.

Parámetros ergonómicos

Nosotros percibimos el mundo que nos rodea a través de nuestros sentidos. Sin embargo, estos están adaptados al medio terrestre, donde existe una serie de leyes a las que se sujetan dichos sentidos. Estas leyes cambian bajo el agua y por lo tanto cambia también la forma en que percibimos.

El Sonido

El sonido se compone de ondas de presión, se produce por la vibración de un objeto que comprime las moléculas del aire, agua u otro medio con un patrón. Estas vibraciones provocan a su vez otras vibraciones en un receptor, el oído. El oído interno transforma éstas vibraciones mecánicas en impulsos nerviosos y el cerebro las interpreta.

El sonido viaja mejor en un medio denso, puesto que entre más pegadas se encuentren las moléculas, mejor se transmitirá la onda. La velocidad del sonido varía también dependiendo de la temperatura, en el agua fría se transmite mejor debido a que es más densa, otro factor importante es la salinidad del agua ya que está incrementa sus densidad.

La velocidad del sonido en el agua es de aproximadamente 1500 m/seg, mientras que en el aire es de aproximadamente 340 m/seg. **Esta característica impide que el buzo determine de donde proviene el sonido con exactitud, ya que esta acostumbrado a una velocidad menor, sin embargo escuchará los sonidos mucho mejor, aún si están a distancia.**¹

Efectos de la presión

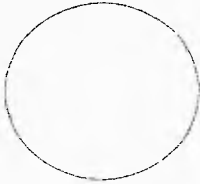






A nivel del mar, el peso del aire ejerce una presión de 1 atmósfera (1kg por cm^2). Esto significa, por ejemplo, que si la superficie del cuerpo es de 2m^2 recibirá una presión de 20,000 kg. El cuerpo no se aplasta como consecuencia de dicha fuerza, debido a que las cavidades interiores del cuerpo están llenas de aire, sangre u otros fluidos, que se encuentran a la misma presión y por consiguiente permanecen en equilibrio.

Cuando un buzo se sumerge en el mar, la presión aumenta 1 atmósfera cada 10 metros de profundidad, lo que significa, que si un buzo se encuentra a 20 metros de profundidad recibirá la presión absoluta de 3 atmósferas, una del aire y dos del agua.

El volumen de un gas varía inversamente proporcional a la presión absoluta , al mismo tiempo que la densidad varia directamente proporcional a la presión absoluta.²

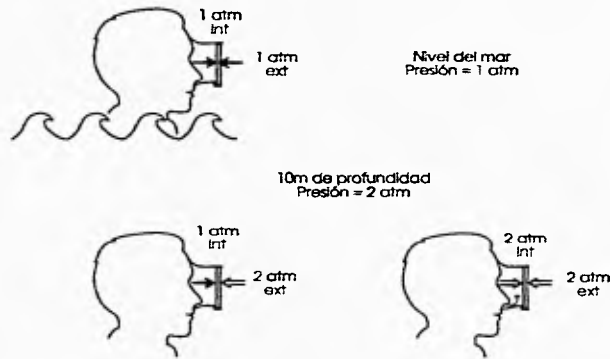
¹ Advanced Diving Technology and Techniques, NAUI, pg 11.

² Ley de Boyle.

5.500m sobre el mar	Densidad del aire = 1/2 Volumen = 2		Presión = 1/2 atm absoluta = .5 Kg/cm ²
nivel del mar	Densidad del aire = 1 Volumen = 1		Presión = 1 atm absoluta = 1 Kg/cm ²
10 metros	Densidad del aire = 2 Volumen = 1/2		Presión = 2 atm absoluta = 2 Kg/cm ²
20 metros	Densidad del aire = 3 Volumen = 1/3		Presión = 3 atm absoluta = 3 Kg/cm ²
30 metros	Densidad del aire = 4 Volumen = 1/4		Presión = 4 atm absoluta = 4 Kg/cm ²
40 metros	Densidad del aire = 5 Volumen = 1/5		Presión = 5 atm absoluta = 5 Kg/cm ²
50 metros	Densidad del aire = 6 Volumen = 1/6		Presión = 6 atm absoluta = 6 Kg/cm ²

El cuerpo tiene cavidades internas, llenas de aire: el oído, los senos paranasales, los pulmones, las vías respiratorias, el estómago y los intestinos. Al descender en el agua y aumentar la presión, el aire dentro de las cavidades internas se comprime, y se requiere de igualar la presión interna con la externa para no causar daños. En las cavidades de paredes flexibles (pulmones, estómago e intestinos) las paredes ceden a la compresión sin problemas, pero en las cavidades de paredes rígidas y semirrígidas que se encuentran dentro del cuerpo (oídos y senos paranasales), así como las cavidades artificiales (el visor), es indispensable inyectar aire dentro de ellas para aumentar la presión e igualarla a la exterior. Si no se logran igualar las presiones ocurre un barotrauma, que puede ser:

◆ De visor



Durante el descenso el aire entre la cara y el vidrio del visor se comprimen, causando un efecto de succión en la cara del buzo que podría causar lesiones en los ojos. Las presiones se igualan exhalando aire por la nariz, para aumentar su volumen dentro de la cavidad. Durante el ascenso, el exceso del aire se libera solo por los bordes del visor o por la misma nariz.

Es importante que el visor contenga a la nariz dentro de él, para asegurar la realización de esta maniobra.

◆ De Oído

El oído se compone de tres partes: oído externo, oído medio y oído interno. El oído medio se conecta a las vías respiratorias por la trompa de Eustaquio. El oído es muy sensible a la presión y cuando ésta aumenta durante el descenso, el aire en el oído medio se comprime y el tímpano es empujado hacia el interior. Si las presiones no se igualan, el tímpano sufre una ruptura. De la misma manera, si durante el ascenso, no es posible compensar presiones, debido al bloqueo de la trompa de eustaquio por mucosidad, el tímpano es empujado hacia afuera.

Existen dos formas para igualar presiones; la primera consiste en tragar saliva y la segunda y más popular se hace presionando la nariz con los dedos, y manteniendo la boca cerrada, se sopla suavemente. El aire entra a través de la trompa de Eustaquio hasta el oído medio igualando la presión interna a la del ambiente exterior.

Para poder llevar a cabo esta tarea es necesario que la nariz, que se encuentra dentro del visor, pueda ser agarrada con los dedos. La pieza del visor que cubre la nariz debe ser de un material flexible para facilitar este movimiento. En el caso de NEMO esta pieza es de Silicón atóxico, que por la

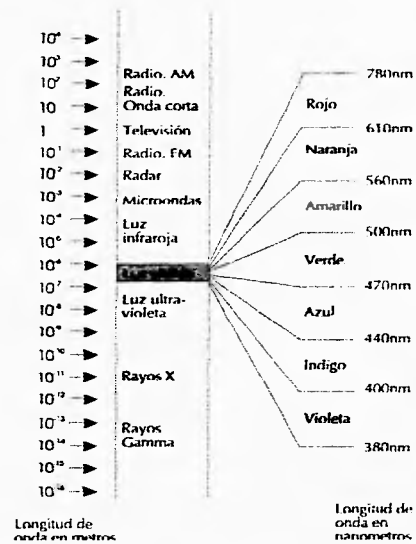
suavidad del material permite su fácil manejo, además de adaptarse con facilidad al contorno de la cara, evitando lastimar la piel. Es antialérgico debido a el contacto constante que tiene con la cara.

◆ De senos paranasales

Los senos paranasales son cavidades que se encuentran en el interior del cráneo y cara, y que están conectadas con las fosas nasales. En su interior están forrados por un tejido muy suave y muchos vasos capilares, los cuales se rompen si no se igualan las presiones al descender, causando una hemorragia. La forma de igualar presiones es la misma que para con el oído.³

Óptica

El Espectro Electromagnético

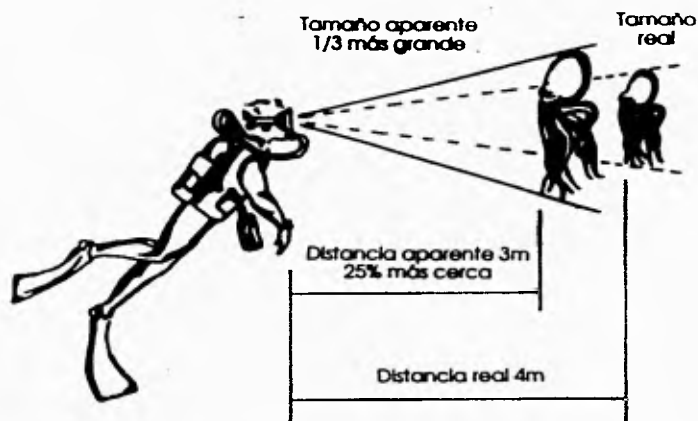


La luz es una forma de energía electromagnética que viaja en ondas y rebota en los objetos. Los humanos somos capaces de percibir un rango de energía electromagnética limitado: longitud de ondas desde 380 a 780 nanómetros.^{4 5} Los ojos perciben energía (luz) que se refleja de los objetos y la transforman en impulsos quimicoeléctricos para mandar la información al cerebro, por medio del nervio óptico. El cerebro interpreta las señales y vemos lo que nos rodea, esto significa que cualquier cambio que afecte a las ondas de energía alterará o distorsionará la información que recibimos.

Cuando la luz pasa de un medio a otro de diferente densidad (del aire al agua) , se presentan los fenómenos de reflexión, refracción, absorción y difusión.

◆ Reflexión de la luz

De la luz que llega a la superficie del agua, una cantidad entra y otra se refleja. La cantidad de luz reflejada es determinada por el ángulo de incidencia de la fuente de luz ya las condiciones de la superficie. Por ejemplo: en el mar, a las primeras horas de la mañana, la luz reflejada del sol es aproximadamente de un 35%, a las 10 de la mañana un 17% y a mediodía un 2%, pero si el mar está "picado" habrá más luz reflejada.



◆ Refracción de la luz

La refracción es la desviación que sufre un rayo luminoso al pasar de un medio a otro de diferente densidad; el agua es más densa que el aire, por ésta razón, la luz viaja más despacio dentro de ella. El ojo humano no está capacitado para enfocar bajo el agua, para poder ver es necesario tener un espacio de aire frente a los ojos, el visor proporcionará este ambiente.

Para que la luz llegue a los ojos, debe pasar del aire al agua, por el vidrio del visor y al aire de nuevo. En cada fase la velocidad de la luz y sus ángulo de refracción cambian. La luz viaja en el aire a una

³ Técnicas de buceo deportivo. Baltazar Pazos, pg 39.

⁴ El Gran Libro del Color. La naturaleza del color, pg. 12

⁵ Enciclopedia del Video. Tomo 1, pg. 34

velocidad de 300 000 Km por seg y al entrar al agua su velocidad se reduce a 225 000 Km por seg, pasará por el vidrio, una vez más por el aire y llegará a los ojos del buzo. **Todos estos cambios ocasionan una distorsión en una proporción de 3 : 4, lo que causa que los objetos aparezcan un 25% más cercanos y un tercio del tamaño más grandes.**⁶

Por los efectos de la percepción humana y factores como, agua turbia, contrastes de color o tono, falta de objetos de referencia, aveces se perciben objetos más lejano de lo que realmente se encuentran.

- ◆ Absorción de la luz

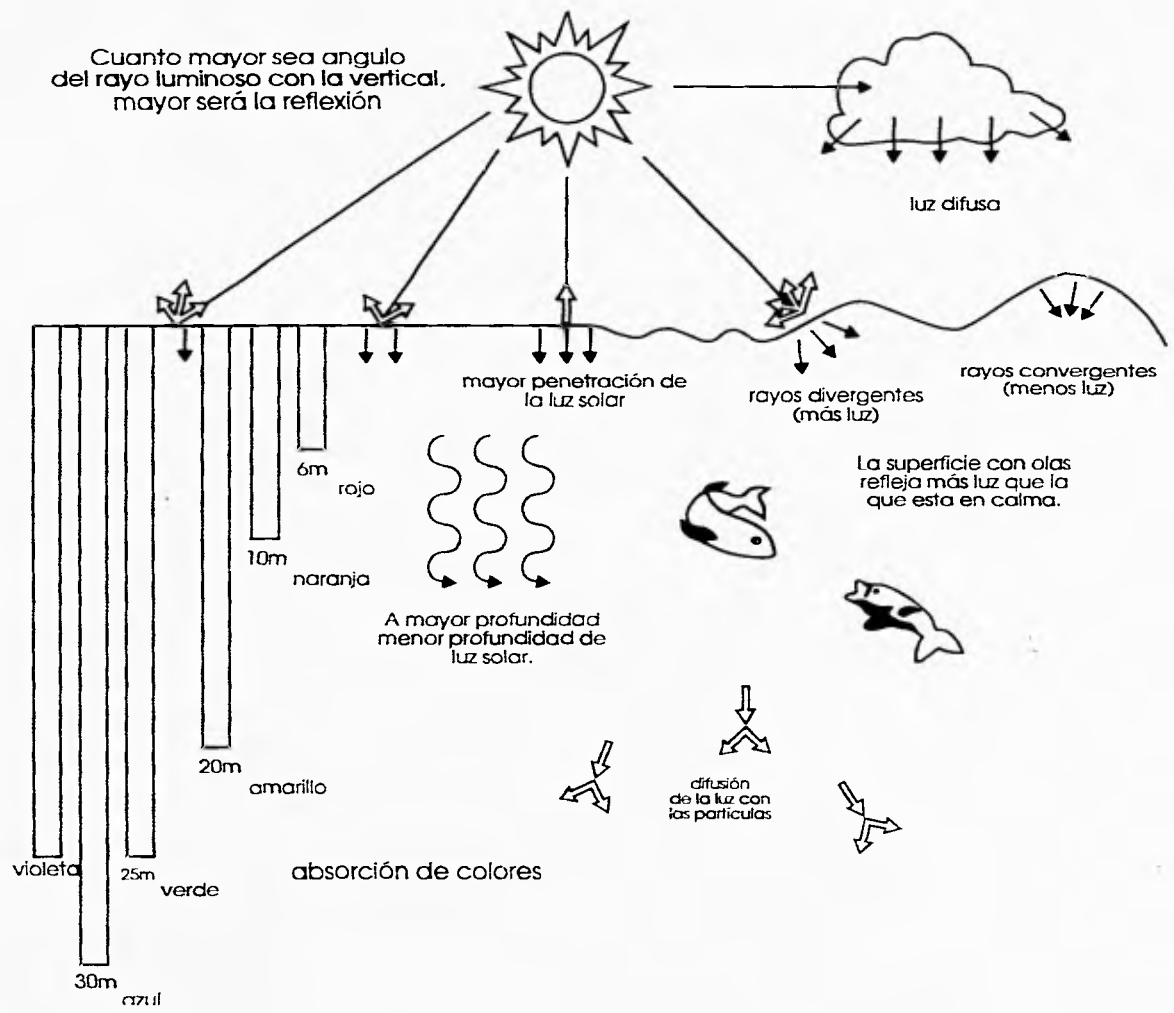
La luz esta formada por seis colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta, cada uno de diferente longitud de onda. Cuando todas la s longitudes de ondas están presentes, la luz que vemos es blanca.

Cuando un rayo de luz penetra el agua, esta actúa como filtro y va absorbiendo las diferentes longitudes de onda conforme aumenta la profundidad o la distancia horizontal, en caso de tratarse de una lámpara. Los colores se absorben empezando por los de onda larga como el rojo y terminando con los de onda corta como el violeta. Todos los colores se restablecen con la luz artificial, es decir que la distancia de pérdida de color se empieza a contar desde la fuente luminosa y en la dirección hacia la que se proyecte.

- ◆ Difusión de la luz

La difusión es causada por el reflejo de la luz en las partículas suspendidas en el agua. Cuando la cantidad de estas partículas es poca, en relación al volumen de agua, la luz se distribuye y provoca que se vea todo iluminado. Las sombras son tenues y por lo general se eliminan. Cuando la densidad aumenta, el agua se vuelve turbia debido a que la luz rebota en las partículas que impiden la visión. **En éstas ocasiones no es suficiente una fuente luz puesto que se forma una especie de pantalla que bloquea la visión.**

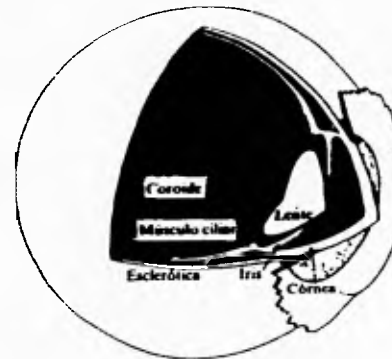
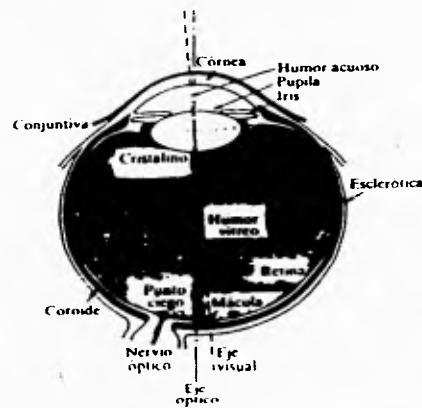
⁶ Baltazar Pazos, Técnicas de Buceo Deportivo, Edit Diana, p85



El ojo y la visión

El ojo es el órgano por el cual se adquiere información del entorno mediante la luz reflejada o emitida de los objetos alrededor de él. Dependemos de los ojos para recopilar información, leer instrucciones, medir, captar movimiento, etc.

En esencia el ojo humano se puede considerar como un sistema de lentes que forman una imagen en una superficie sensible a la luz. El ojo es una masa gelatinosa casi esférica contenida dentro de una concha dura, la esclerótica, que es blanca y opaca. Sobresale la córnea, que es transparente. Ésta es el primer y más fuerte elemento convexo del sistema de lentes. La mayor parte de la desviación de los rayos luminosos que llegan al ojo se efectúa en la interfase aire-córnea. La luz llega del aire (que tiene un índice de refracción $(n=1.000292)$ y pasa por la córnea $(n=1.376)$ y se refracta hacia el humor acuoso $(n=1.336)$. **Cuando el ojo humano se encuentra dentro del agua $(n=1.333)$ el índice de refracción entre ésta y el sistema óptico es tan cercano que no permite una refracción adecuada. Por ésta razón no podemos ver muy bien bajo el agua y por lo tanto es necesario interponer aire entre el agua y el ojo, en otras palabras utilizar un visor.**



7 Optica, Hecht Zajac. pg.148.

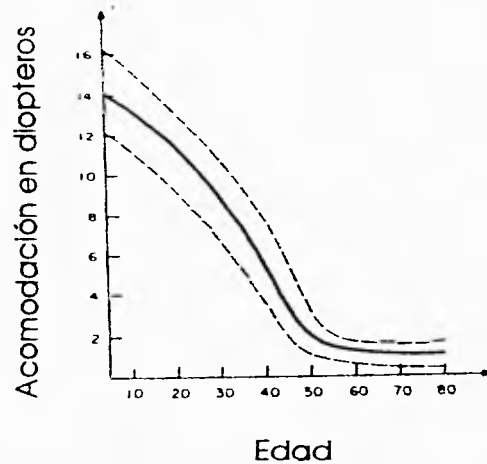
Sumergido en el humor acuoso está un diafragma conocido como iris que controla la luz que entra a través de su pupila (agujero). Hecho de m sculos circulares y radiales el iris expande o contrae la pupila sobre un rango de alrededor de 2mm de diámetro en luz brillante hasta 8mm en la oscuridad. También se contrae al aumentar la agudeza visual porque evita el paso de la mayoría de los rayos de luz que causan aberraciones (distorsiones en la imagen). Inmediatamente después de éste está el cristalino, su estructura está formada por aproximadamente 22 000 capas fibrosas muy finas rodeadas por una membrana elástica. Debido a su estructura laminar, los rayos que pasan en ella siguen trayectorias formadas por segmentos discontinuos muy pequeños. La lente en su conjunto es muy flexible y su índice de refracción varía alrededor de 1.406 en el n cleo interior hasta aproximadamente 1.386 en la corteza menos densa. El cristalino puede cambiar su forma abultando o adelgázandose para variar su distancia focal y poder formar siempre la imagen sobre la retina. Detrás del cristalino está el humor vítreo ($n=1.337$) y finalmente la retina que contiene dos tipos de células fotoreceptoras, los bastones y los conos. Los conos funcionan con grandes cantidades de luz y distinguen entre los colores mientras que los bastones funcionan con poca luz y solo son capaces de ver en blanco y negro.

Los conos y bastones al absorber la luz producen una reacción químicoeléctrica que a su vez causa un impulso que se transmite al cerebro por el nervio óptico. Éstos impulsos son dirigidos desde la retina hacia la corteza occipital (zona visual). El cerebro interpreta todos los impulsos para dar una impresión visual del mundo exterior.

Capacidades visuales

- ◆ **Atención - la atención es quinesésica, es decir que responde al movimiento.** El ojo percibe información que transmite al cerebro, éste después de interpretarla, la olvida momentáneamente hasta que existe un movimiento que atraiga de nuevo su atención.
- ◆ **Acomodo - El enfoque fino lo efect a el cristalino.** La lente está suspendida por ligamentos conectados a los m sculos ciliares. Normalmente éstos m sculos están relajados y en ésta posición jalan la red de fibras finas que fijan la orilla de la lente. La lente se encuentra entonces de forma

plana aumentando su radio, lo cual aumenta su distancia focal. De ésta forma la luz de un objeto que tiende al infinito (un objeto lejano) se enfoca en la retina.



Cuando el objeto se mueve más cerca del ojo, los músculos ciliares se contraen y el lente se abulta. Al hacer esto la distancia focal disminuye de tal forma que la imagen continúe formándose en la retina. **El ojo tiene una capacidad de enfocar los rayos de luz en la retina dentro de ciertos rangos. El punto cercano es la distancia mínima entre el objeto y el ojo para poder enfocar correctamente, esta capacidad se va perdiendo con la edad debido a la pérdida de elasticidad de la lente del ojo. Para un ojo normal el punto cercano se encuentra alrededor de 7.5cm a los 10 años, 9cm a los 20 años, 11cm a los 30 años, 16cm a los 40 años, 33cm a los 45 años y 50cm a los 50 años⁸.** Un sistema óptico no debe forzar la vista a esfuerzos innecesarios. **En el caso de los buzos, están entre los adultos jóvenes y**

los maduros, ni viejos ni muy jóvenes tienen las características físicas deseables para bucear. El ojo no puede enfocar dos objetos a diferente distancia al mismo tiempo. El punto lejano es la distancia máxima a la que se puede enfocar correctamente el objeto y es casi infinita.

⁸ Los puntos focales generalmente se expresan en dioptrios. Entre mayor sea el dioptrio, más cercano estará el punto focal. 1D = 1m, 2D = 0.5m, 3D = 0.33m, etc.

⁹ Handbook of human factors, Wiley - Interscience, pag.534, Presbyopia and accommodative range.

- ◆ Agudeza - Es la habilidad de percibir los detalles. Es la separación mínima que se detecta entre las partes (líneas, letras o partes de la misma letra). Existe agudeza para visión diurna (percepción de colores por los conos) cuando la luz es abundante y para visión nocturna (percepción de blanco y negro por los bastones) cuando la luz es tenue. **Entre mayor sea el contraste, mayor será la agudeza.**
- ◆ Sensibilidad de contraste - percepción de los contrastes. **Los contrastes se pueden agudizar con colores o con tonalidades.**

Todas éstas capacidades visuales son afectadas por :

- El nivel de luminosidad - con altos niveles de luz, los conos se activan y la agudeza y sensibilidad aumentan.
 - Contraste - Si el contraste entre el blanco visual y su fondo es bajo, entonces debe ser más grande para aumentar su visibilidad.
 - Tiempo de exposición - entre mayor sea el tiempo de exposición, mejor será la percepción.
 - Movimiento del blanco - el movimiento del blanco, o del observado o de ambos aminora la agudeza visual, pero atrae la atención.
 - Edad - con la edad avanzada la agudeza visual y la sensibilidad al contraste empieza a disminuir (75 años en adelante).
- ◆ Adaptación - cuando el ojo se somete a una baja luminosidad se tarda alrededor de 5 min. en poder ver bien (tiempo en que se adaptan los conos) y de 30 a 35min para poder ver perfectamente los detalles (tiempo en que se adaptan los bastones). Si después se somete a altos grados de luz, es difícil ver porque el sistema estaba muy sensitivo y la luz lo lastima, entonces se tiene que adaptar de nuevo. Solo tarda un par de minutos.

Percepción de colores.

El ojo tiene tres tipos de conos que captan un rango de longitudes de onda que centran los tres colores primarios azul, rojo y amarillo. Cuando hay poca luz solo están activados los bastones y por ende solo se ve en blanco y negro.

Lectura.

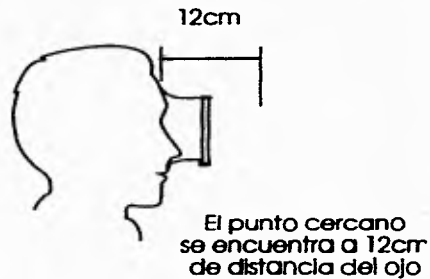
Durante la lectura el ojo no se mueve en forma continua pues una imagen estable sólo se forma cuando el ojo y el objeto están estáticos. Por consiguiente el movimiento del ojo durante la lectura se caracteriza por sucesiones rápidas de movimiento y periodos estacionarios. La distancia promedio del movimiento es de 2 grados de ángulo visual (6 a 8 caracteres) y el tiempo en que esta fijo es de 200 a 250 milisegundos. Además cuando tiene dificultades con alg n segmento el ojo tiene movimientos en retroceso iguales a los de avance para facilitar la lectura de esa palabra.

Es conveniente tener mensajes cortos (menor de 8 caracteres) y fáciles de reconocer para facilitar la lectura del display.

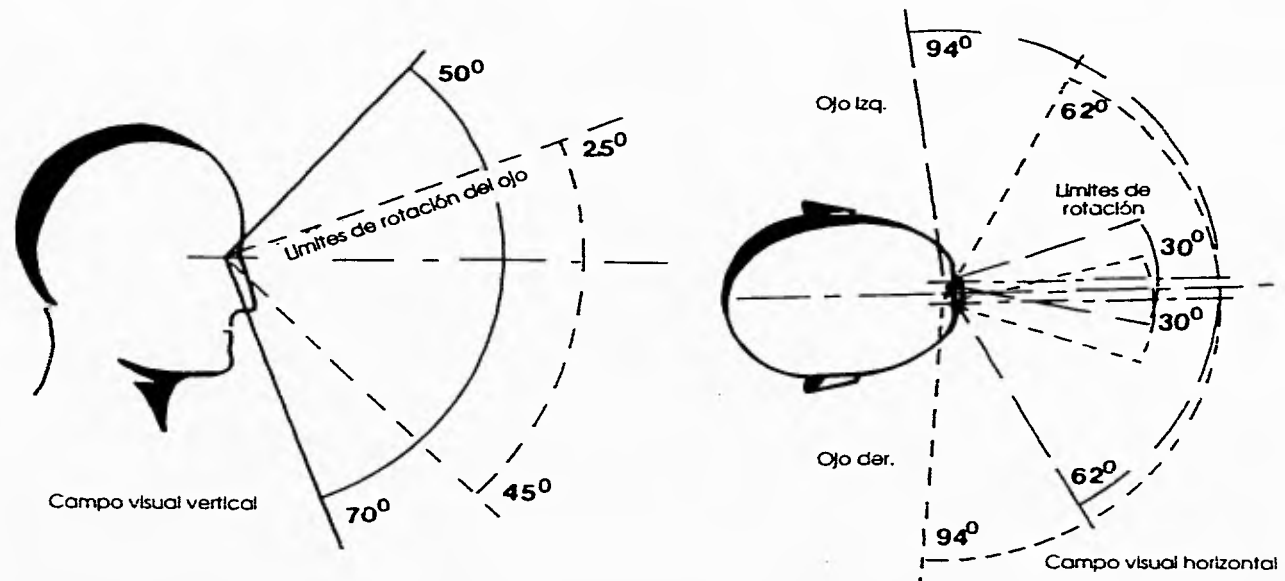
Ergonomía en el visor.

Se colocará una pantalla de cristal líquido (LCD) dentro de los límites de un visor que desplegará la información necesaria para la inmersión evitando tener un visor aparatoso e incómodo.

El problema es la corta distancia entre los límites de un visor, que desde el ojo a la cara tiene alrededor de 3 y 7 cm, el ojo humano no tiene la capacidad de enfoque que se requeriría para ver la información a tan corta distancia.

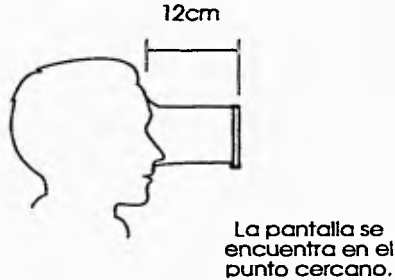


Para los fines de ésta Tesis solo se hará referencia a los adultos, en especial los adultos jóvenes, que son los que más practican el deporte. Los niños están excluidos del buceo, porque el nitrógeno a presión se aloja en las cabezas de los huesos en crecimiento causando malformaciones. De la misma manera la gente de edad avanzada también se excluye del buceo, por sus limitaciones físicas, aunque existen excepciones en ambos casos. La gran mayoría de los buzos están dentro de los 18 a 35 años de edad por lo que tomaremos como mínimo de acomodo visual los 12cm.



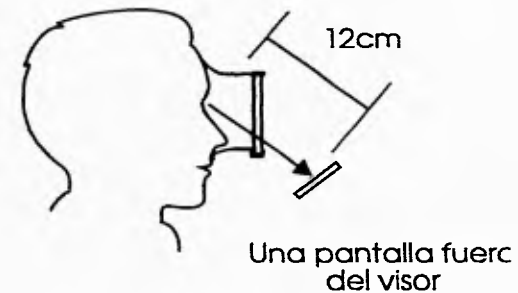
Para la gente que tiene miopía, el punto cercano es mucho más próximo al ojo que para una persona con vista normal, mejorando aún más la visión dentro del visor. Para los ojos que tienen astigmatismo, se puede corregir su visión con lentes de contacto, aun dentro del visor, y para los que tienen hipermetropía, el punto cercano es más lejano que el normal, y quizá no podrían usar éste visor.

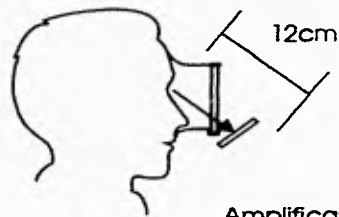
Es imposible que el ojo enfoque a la distancia a que se encuentra el vidrio del visor. Para resolver éste problema se intentaron seguir varios caminos.



- La opción más lógica tal vez sería que el visor se hiciera de un tamaño tal que se pudiera poner la pantalla en el vidrio sin mayor complicaciones. Sin embargo esta opción queda descartada ya que una característica de un buen visor de buceo es su bajo volumen interno y éste tendría una enorme capacidad si se encontrara el vidrio a 12cm de distancia de los ojos. Sería muy difícil e incómodo de purgar, en caso de que se llenara de agua. También es muy aparatoso y tendría su centro de gravedad lejano a la cara, lo que resultaría incómodo de manejar.

- Una vez descartada se pensó en poner una pantalla adicional al cuerpo del visor donde se desplegaría la información, justo a la distancia que la requiriera. Esta opción resultó ser muy incómoda, frágil y difícil de dar mantenimiento. La visión de la pantalla es limitada o imposible si el agua es turbia, además de limitar parcialmente el campo visual.





Amplificando la imagen con el aguc

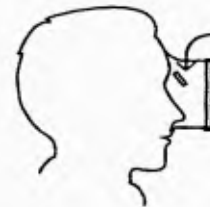
- posteriormente surgió una variación de ésta última opción, dado que el agua trabaja como un amplificador, se podría acercar la pantalla más al vidrio del visor. Sin embargo los cálculos de refracción no dieron los resultados esperados y la distancia acorto muy poco la pantalla al vidrio. El problema con el agua turbia sigue.

Se descartó la idea de tener una pantalla adicional. Tampoco conviene agrandar mucho las dimensiones del visor.

- Se llegó a la conclusión de que la única solución restante es poner la pantalla dentro de los límites del visor pero no verla directamente, sino ver su imagen proyectada a una distancia que permita al ojo la distancia necesaria para el enfoque. Es decir que el ojo vea la imagen de la pantalla proyectada fuera del visor. Así desviando el camino de la luz, se crea de forma artificial, la distancia necesaria. De esta forma, siempre se verá la lectura de la pantalla, aún si el agua en la que se encuentra el buzo es turbia.

Esto se puede lograr de tres formas:

- La primera, utilizando lentes de aumento que deforman los rayos luminosos. La utilización de lentes es muy efectiva porque puede alejar la imagen del objeto hasta el infinito para permitir que estén relajados los músculos del ojo. Es el sistema más apropiado pues cualquier persona podría verlo, independientemente del grado de acomodación que tengan sus ojos. Además de alejar la imagen pueden ser amplificadores, permitiendo tener una pantalla muy pequeña. Para realizar éste sistema óptico se requiere de un estudio profundo de las lentes y un diseño especial de

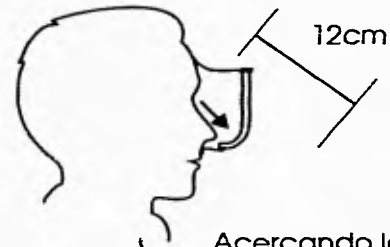


El primer lente debe tener una separación entre 3 y 3.5cm del ojo

El sistema óptico, compuesto de lentes, forman una imagen perfecta pero limitan el campo visual.

las mismas, aumentando el costo del sistema por éstas características. Pero la gran inconveniencia es que aún teniendo las lentes adecuadas, la libertad de ojo que requieren (distancia del primer lente al ojo), es muy pequeña, desde tener el ojo pegado al lente hasta una distancia de alrededor de 2cm. Bloquearía en gran parte el campo de visión de uno o ambos ojos.

2. La segunda, con espejos curvos que también tienen la capacidad de ser amplificadores y de alejar la imagen a largas distancias, pero tienen la gran desventaja de las aberraciones, deformaciones de la imagen al alejarse del punto central, que son incorregibles para las lentes curvas. En el caso del sistema óptico por lentes, se deben agregar otras lentes más para la corrección parcial de las aberraciones.



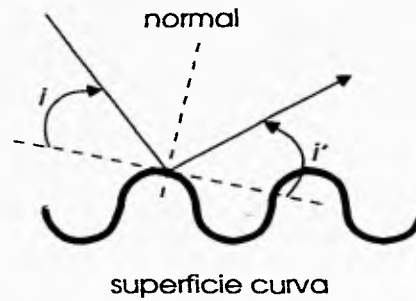
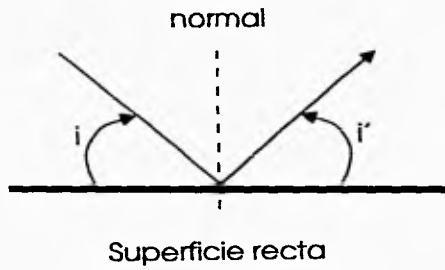
Acercando la imagen con un espejo curvo

3. La tercera opción, es utilizando espejos planos que reflejan la luz de la misma forma que lo haría un espejo retrovisor de un automóvil. Tienen la ventaja de no tener aberraciones en su sistema óptico. Su única limitante es que la imagen que forma no puede ser a distancias variables como en los sistemas anteriores sino que toda imagen se forma a la misma distancia del objeto pero hacia dentro de el espejo. La imagen que se forma es virtual, que no debe confundirse con el termino de realidad virtual que se utiliza actualmente para referirse a la animación por computadora en tercera dimensión.

Se utilizará un espejo plano para doblar el camino de la luz debido a que proyecta la imagen a una distancia adecuada para la lectura, no limita el campo visual, no tiene aberraciones y es el sistema más fácil de producir y a menor costo.

Cuando la luz se encuentra con un objeto irregular, rebota y se difunde en todas direcciones, pero si cae sobre una superficie lisa, esta se refleja en una dirección única. Esta superficie puede ser plana o curva, pero debe ser lisa para que se mantenga ésta propiedad¹.

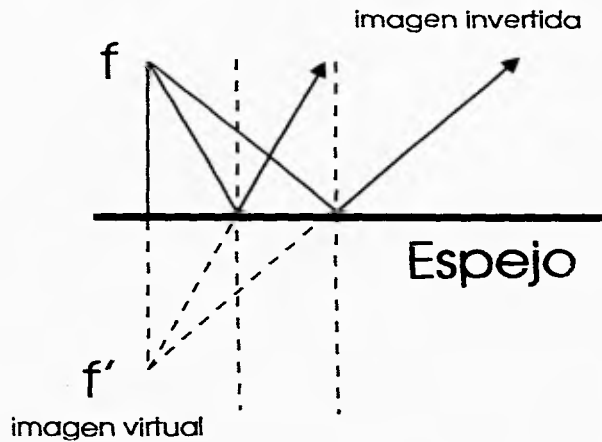
¹ Se dice que la superficie es lisa cuando su rugosidad es menor a la longitud de onda de la luz.



1º ley de la reflexión: Tanto el rayo de incidencia como el reflejado están en el mismo plano.

2º ley de la reflexión: El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

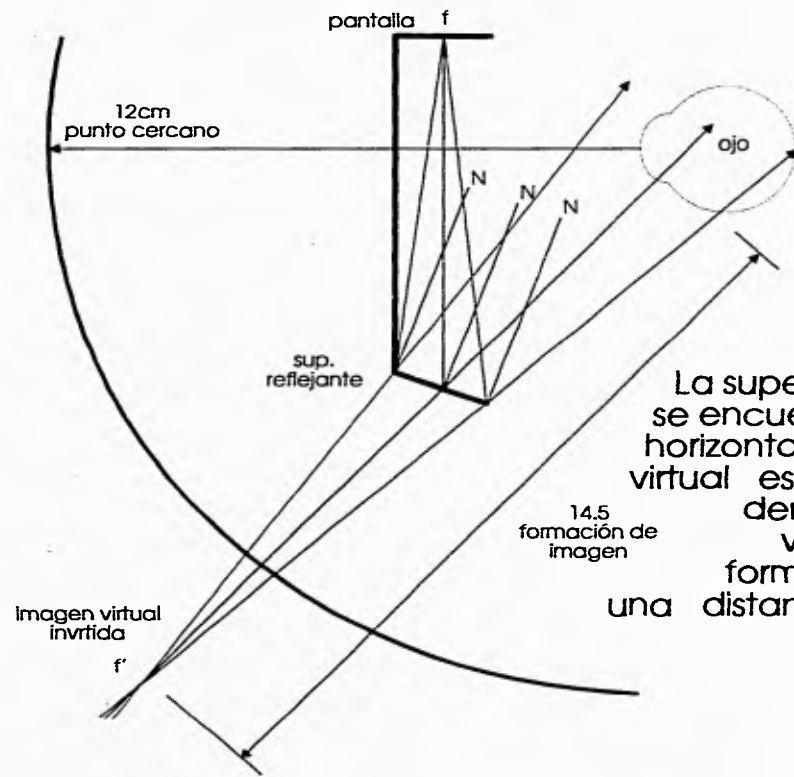
El ángulo de incidencia del rayo de luz es igual al ángulo del rayo reflejado.



Cuando la luz que se refleja del objeto f (en todas direcciones) y choca con una superficie plana lisa, ésta se refleja con el mismo ángulo de incidencia ($i=i'$). Si prolongamos las imágenes de los rayos reflejados, se cruzarán en un solo punto f' . Aquí se forma la imagen del objeto, que es del mismo tamaño, esta a la misma distancia y en la misma posición con respecto al espejo, pero por dentro de él. A esto se le llama imagen virtual.

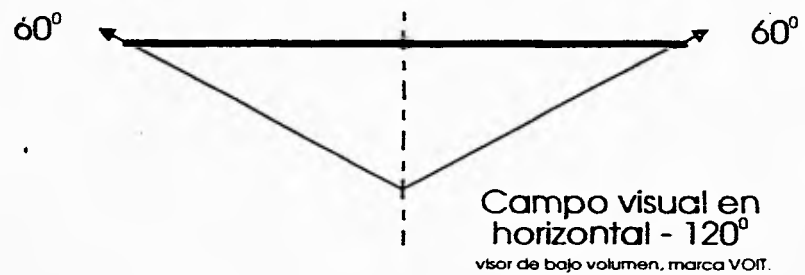
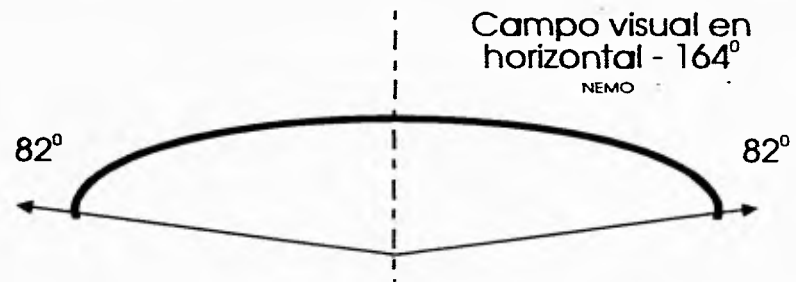
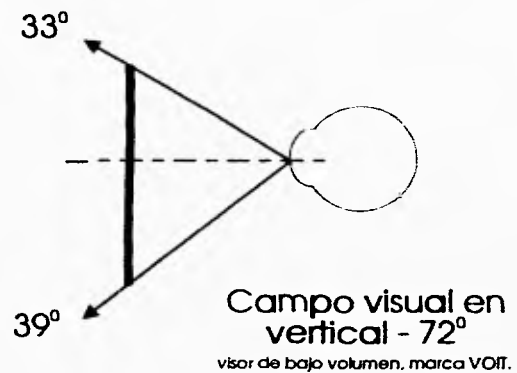
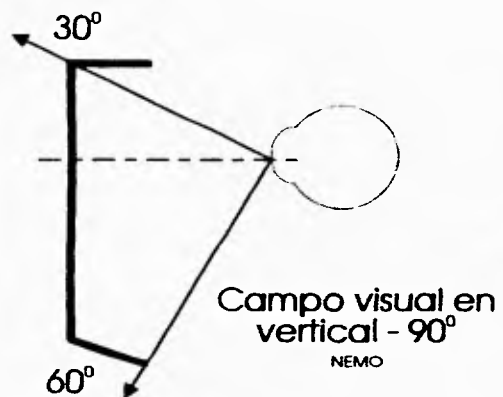
El sistema que se utilizará en el visor es el siguiente:

la pantalla estará colocada por la parte superior del visor y en la parte inferior estará un espejo plano inclinado que reflejará la luz hacia el ojo.



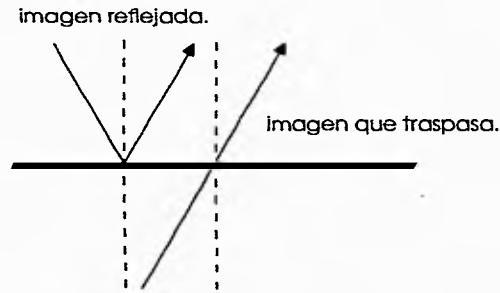
La superficie reflejante se encuentra a 20° de la horizontal. La imagen virtual esta proyectada dentro del campo visual del ojo de forma invertida y a una distancia de 14.5cm.

- El campo visual del visor está limitado un poco por el espejo que tiene en la parte inferior. Para no limitar éste campo se utilizará un espejo de un solo sentido que permite el paso de la luz en una dirección pero la refleja en el otro sentido. De esta forma la luz generada dentro del visor, por la



pantalla, se rebotará para llegar al ojo, mientras que la luz que le llegue desde la parte externa del visor, pasará a través del espejo para llegar también al ojo y permitir una visión del exterior. Este espejo se hace con una pintura que se conoce como plata. Se utiliza en todo tipo de espejos, pero normalmente se le agrega una capa posterior que bloquea totalmente el paso de la luz desde la parte trasera porque en éste caso se considera como interferencia la información visual que viene desde la parte posterior del espejo. Utilizando solamente la plata se amplía el campo de visión del buzo hacia abajo, Es imposible que el ojo comparta la visión en dos planos, pero con un cambio de enfoque puede seleccionar la información del display o la vista a través del espejo. Se debe mencionar que esta característica del espejo queda anulada cuando existe una fuente luminosa muy brillante en el agua (poco probable), pero aun así la solución es dirigir la vista hacia un fondo más oscuro.

Cabe destacar que aún sin el campo visual de la parte inferior del visor, es mayor la visibilidad en el visor Nemo que en cualquier visor estándar, puesto que el área frente a los ojos, en sentido vertical, es mayor a los convencionales y la curva que rodea el ojo permite una visión periférica, inexistente en los demás.



Espejo de un solo sentido.

Los Sistemas y sus características

1.- Pantalla colocáda a 12 cm de distancia.

- Dimensiones muy grandes.
- Incómodo y difícil de manejar.
- Provoca una visión de túnel que limita el campo visual.
- Volumen interno grande.
- Centro de gravedad alejado de la cara.

2.- Pantalla adicional al visor.

- Dimensiones grandes.
- Incómodo de manejar.
- limita parcialmente el campo visual.
- Frágil y delicado.
- No permite una buena lectura en aguas turbias.

3.- Utilizar el agua como lupa.

- Difícil de dar mantenimiento.
- limita parcialmente el campo visual.
- Frágil y delicado.
- No permite una buena lectura en aguas turbias.

4.- Lentes de aumento.

- Proyecta la imagen hacia el infinito.
- Puede utilizar una pantalla muy pequeña.
- Es un sistema muy caro de producir.
- Limita mucho el campo visual.

5.- Espejos curvos.

- Proyecta la imagen a grandes distancias.
- Provoca grandes aberraciones incorregibles.

6.- Espejos planos.

- **Proyecta la imagen a una distancia adecuada, aunque no al infinito.**
- **No causa aberraciones.**
- **Es el sistema más barato de producir.**
- **Tiene el campo visual amplio.**

Ergonomía en el display

El display

Un display es un dispositivo para transmitir información tan rápidamente como sea posible y sin errores. Para Nemo el display es visual y auditivo. **Visual para la lectura de la información precisa y auditivo para las alarmas.**

La información de la computadora se generará en una pantalla de cristal líquido, que proyectará los datos hacia un espejo situado en la parte inferior, que a su vez lo reflejará al ojo.

Un mensaje visual se utiliza cuando:

- la información debe ser exacta.
- el mensaje es complejo.
- Cuando es largo.
- Cuando se hará referencia a él posteriormente.
- Cuando no requiere una reacción inmediata del usuario

Leer un display de cristal líquido es más complejo que leer una impresión, puesto que los caracteres están formados por una matriz de puntos. **La información visual será en caracteres, para la información precisa, en íconos para la información que no requiere datos exactos y de forma intermitente para anunciar alguna alarma, de ésta manera se facilita la lectura del display y se reduce el tiempo de captación.**

Todo tipo de presentación de texto requiere que los caracteres tengan las siguientes consideración:

- Visibilidad - la calidad de los caracteres o símbolos que lo difieren del fondo y los símbolos que lo rodean. **En el caso de Nemo los caracteres se formarán con luz de color, contrastando con el fondo para facilitar la lectura.**
- Legibilidad - la identificación de un caracter con respecto a los demás. Depende mucho del contraste, la iluminación, el tipo de caracter y la tipografía. **En Nemo, el**

contraste se crea con luz, no requiere de iluminación adicional y tiene unos caracteres de 10 puntos mínimo y con la tipografía CG Omega. También depende de la forma en que se representa, la distribución, el espacio entre líneas. **La información será presentada sólo en el momento en que se requiera durante la inmersión, ya que como la atención es quinesésica (veer capacidades visuales), el buzo responderá de inmediato a la lectura.**

Tipografía.

Es importante el escoger una tipografía adecuada que además de cumplir con las características anteriores ayude a la fácil lectura pues las circunstancias a las que se leerán no siempre son favorables y la información que se despliega es importante. El buzo se siente en un medio extraño, su atención está puesta en otras cosas, la iluminación no siempre es buena, etc.

Se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- El grosor de la línea - usualmente el fondo ayuda a la legibilidad del caracter, pero en éste caso el fondo es variable y no ayuda. **La letra debe ser gruesa y ancha para facilitar la lectura.**

buceo

buceo

buceo

- Estilo - hay más de 30,000 estilos diferentes que se pueden agrupar en:

Romano

Gótico

Script

Helvetica

•La letra sanserif y menos cursiva es más comprensible. Los caracteres más fáciles de leer son los parecidos a Helvetica. **La tipografía que se utiliza en Nemo es CG Omega de Corel o Akzidenz de Mecnorma.**

•Tamaño - el tamaño de los caracteres se mide en puntos. Cada punto se considera como .25mm

A una distancia de 11cm la tipografía de 4 puntos puede ser leída con facilidad, sin embargo como en el medio en que se encuentra el buzo las condiciones no son óptimas y los caracteres son cambiantes, **se utiliza en Nemo caracteres de mayor puntaje para mejorar la lectura.**

4 puntos

8 puntos

10 puntos

12 puntos

16 PUNTOS

• Mayúsculas - Es más fácil distinguir una palabra si está escrita en minúsculas puesto que es más fácil de reconocer la envolvente de la palabra. Si todas están en mayúsculas, el lector tiene que detenerse más tiempo en ella. Es todavía más rápida la localización si solo la primera letra es mayúscula y las demás minúsculas¹. **De esta forma las leyendas que proporcione la computadora serán escritas con la primera letra en mayúsculas y las demás en minúsculas.**

• Espacio entre letras - Las palabras que tienen menor espacio entre letras se pueden leer más rápidamente porque existe menos movimiento del ojo en el momento de recorrer la palabra.

buceo

buceo

buceo

• Espacio entre líneas - El espacio entre líneas es menos tensionante si es relativamente grande.

¹ Human Factors in Engineering and Design, McGraw-Hill, pg 108.

texto de display
texto de display

texto de display

texto de display

- Color - El usar colores es efectivo para llamar la atención. Se deben usar pocos colores, ya que si se usan demasiados es factor de distracción. **Es preferible maximizar el contraste entre el color del fondo y el color de la información desplegada, el fondo en éste caso tiende hacia los azules con el aumento de la profundidad y por ende el color utilizado para la luz será un naranja, que es complementario al azul.**

Los displays no deben de estar saturados, la información debe abarcar menos del 50% para que no esté demasiado lleno, utilizando toda la pantalla. La densidad se puede minimizar de la siguiente manera :

- usando abreviaturas.
- evitando información innecesaria.
- usando conceptos precisos.
- redondeando números al mínimo indispensable.

La lectura se facilita:

- formando grupos de información.
- la localización de los elementos no debe ser compleja.
- solo la información más importante se debe enfatizar

Generalmente se utilizan displays auditivos cuando la información aparece de improviso y debe captar inmediatamente la atención del usuario.² La forma auditiva se utiliza cuando el mensaje es:

- simple.
- corto.
- No se hará referencia a él posteriormente.
- Requiere de acción inmediata.

² New Horizons for Human Factors in Design, R. Dale Huichingson, pg 550.

- El display visual está saturado.
- La persona está en continuo movimiento.

Alarmas auditivas

La alarmas auditivas que se utilizan para Nemo son de tres tipos:



Un pulso para indicar cambios ya sean de parada de descompresión o de modo de pantalla.



Tres pulsos para indicar descompresión.



Tres pulsos intermitentes continuos para indicar que se llegó al límite de profundidad o se está rebasando la velocidad de ascenso. Se detiene en el momento en que se corrige el error.

Modos de pantalla

La computadora de Nemo trabaja con 5 modos de pantalla para facilitar la lectura de cada grupo de información requerida en distintos momentos:

1. Durante la inmersión. Es el modo más importante ya que lleva el plan de buceo durante la inmersión, este se activa en el momento en que el buzo toca el agua para sumergirse, y se apaga cuando sale del agua.
2. Durante la descompresión (si es requerida). Cuando la computadora está en el modo 1 y el buzo requiere de descompresión se cambia de modo inmediatamente.
3. Durante el intervalo de superficie. Para indicarle al buzo su tiempo de superficie entre inmersión e inmersión o el tiempo que le resta antes de poder viajar en avión. Este dato es importante, ya que

- la mayoría de los turistas que van a bucear viajan por avión. Esta pantalla se prende cerrando el circuito, haciendo puente con los dedos en los nodos. Se representara así:
4. Bitácora. Para registrar las inmersiones anteriores del buzo. Es importante en caso de alguna emergencia ya que los datos de la inmersión quedan registrados para los médicos de la cámara hiperbárica. Se accesa cerrando el circuito dos veces, de la siguiente forma:
 5. Planeación de inmersiones. Para consulta del buzo, en superficie y planear sus inmersiones posteriores ya sean simples o de repetición. Se accesa cerrando el circuito tres veces:



No es importante accesar los modos 3,4 y 5 durante la inmersión. Sólo se necesitan en superficie.

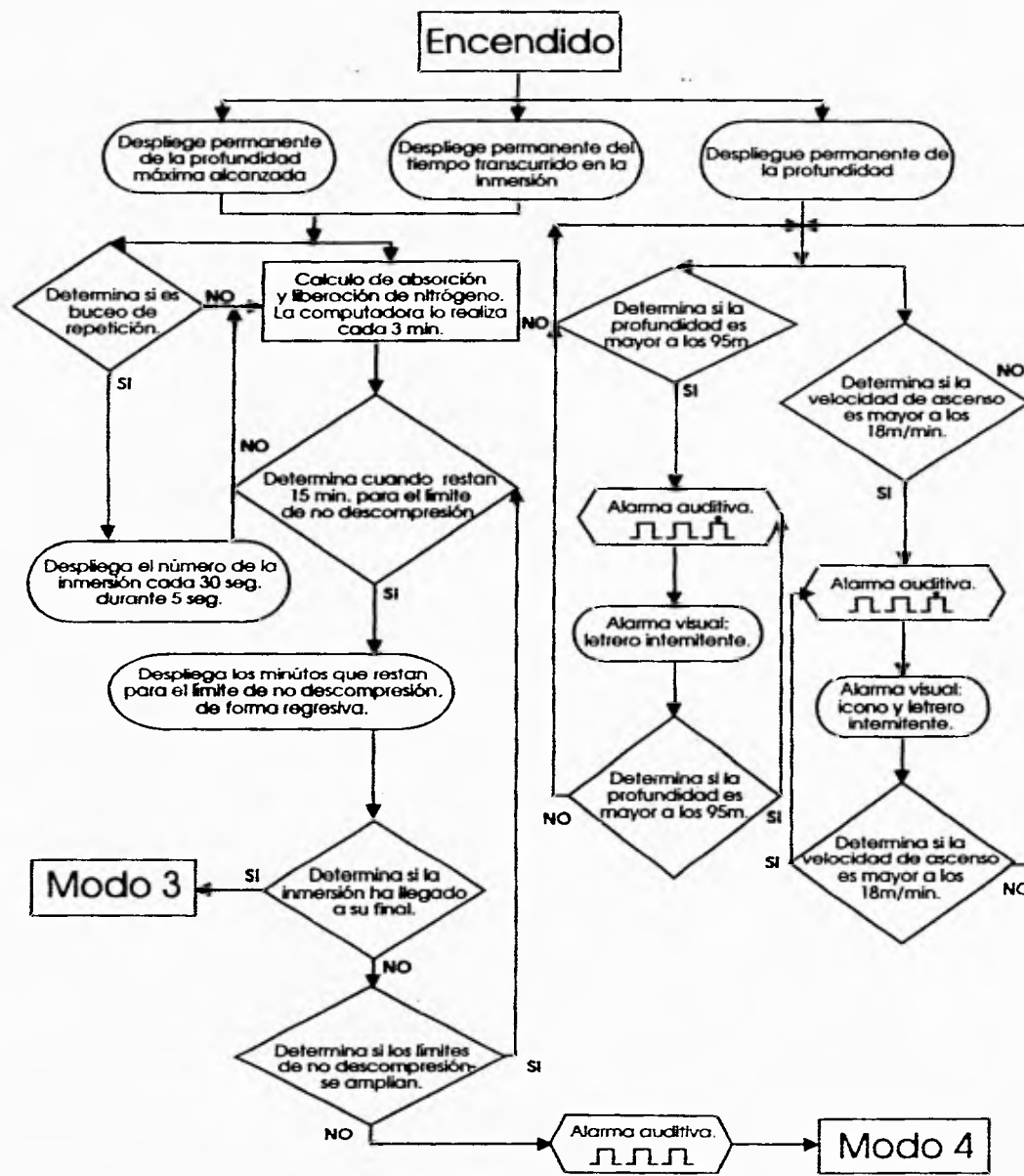
Los datos que contendrá cada uno de los modos de pantalla serán los siguientes:

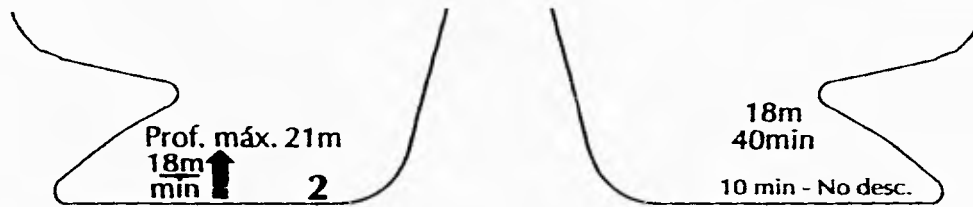
modo 1

1. Información durante la inmersión:

- El tiempo de inmersión.
- Profundidad.
- Máxima profundidad alcanzada durante esa inmersión.
- Tiempo para llegar al límite de no descompresión.
- Alarma en caso de que se rebase el límite de no descompresión. La alarma será auditiva.
- Número de inmersión (en caso de que sea de repetición).
- Alarma en caso de rebasar la velocidad de ascenso. La alarma será auditiva, con ícono y letrero intermitente.
- Alarma en caso de llegar a la profundidad límite. El tipo de alarma que se utilizará será auditiva, y visual, en forma de letrero intermitente.

Para el buceo de actitud la computadora hará las conversiones necesarias y utilizará las mismas pantallas.

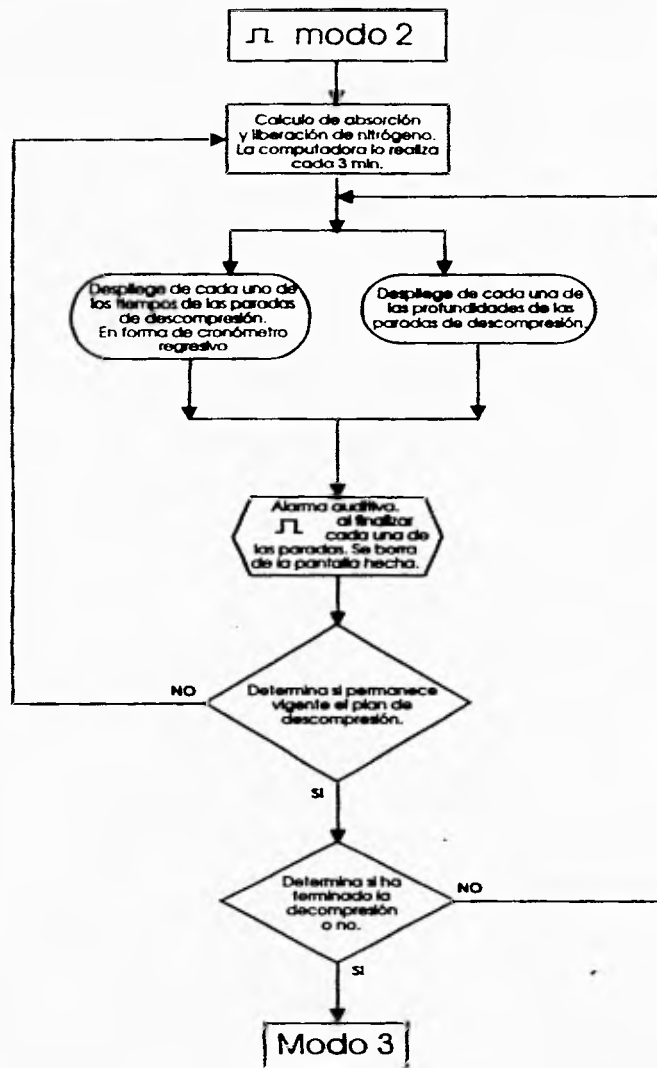




La alarma visual de velocidad de ascenso y el tiempo para no descompresión solo se encenderán cuando sea necesario.
 El formato usado por los buzos para referirse al plan de buceo es: prof./tiempo, de igual manera se despliega en Nemo.



Cuando se encienda la alarma de profundidad máxima, se borrará la pantalla izq. para que aparezca el letrero de límite de profundidad.



modo 2

2. Pantalla para la descompresión. Sólo en caso de que se requiera hacer descompresión esta pantalla entrará en uso.

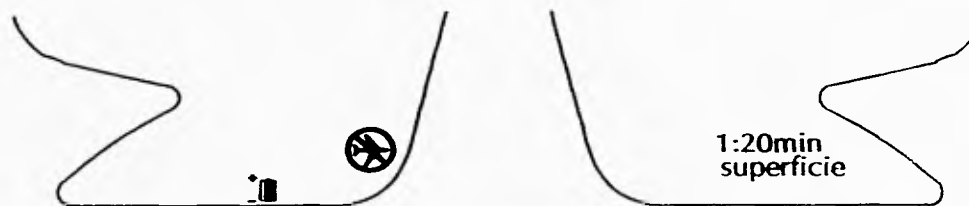
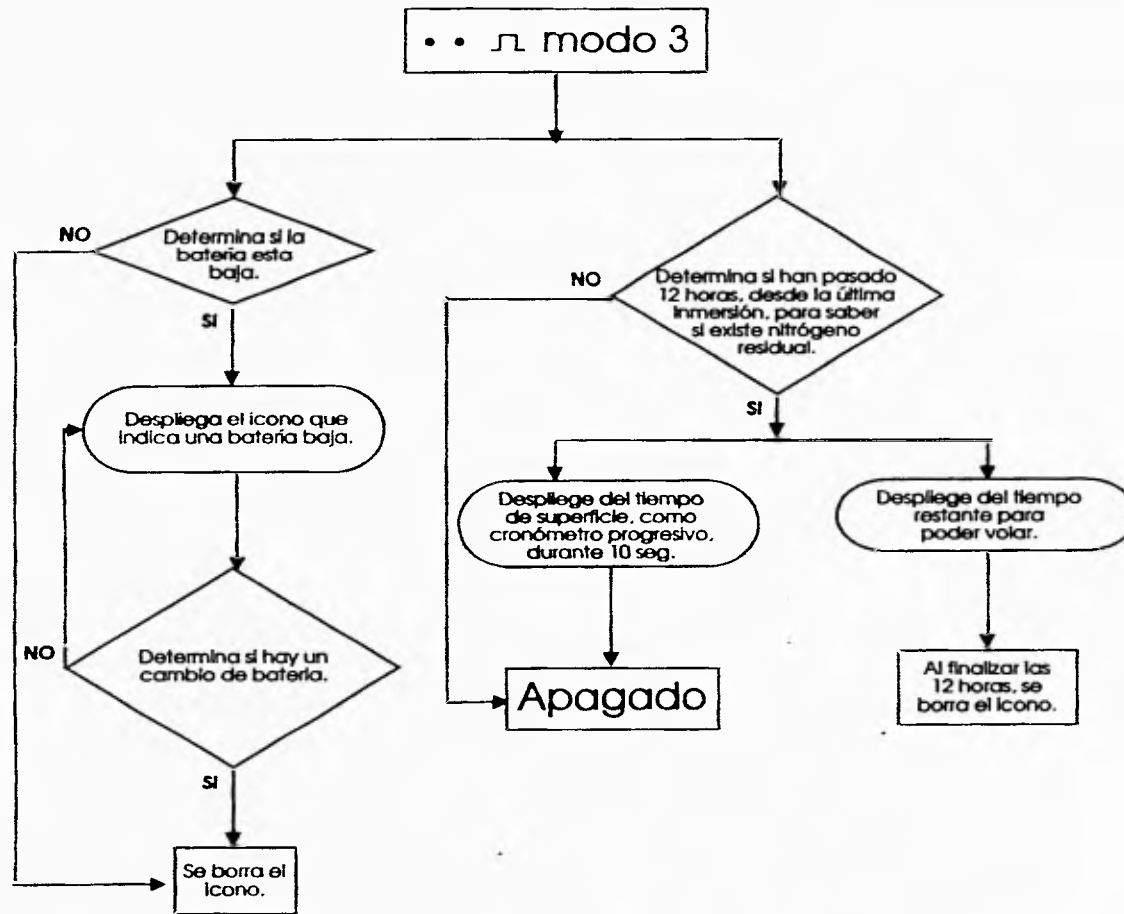
- Tendrá indicada la profundidad y el tiempo para cada una de las paradas de descompresión, indicando el tiempo como cronómetro regresivo. Se borrará cada una de las pantallas conforme se realicen.
- Alarma de cambio al finalizar cada una de las paradas de descompresión.



modo 3

3. Información de superficie.

- Tiempo de superficie. Es un cronómetro progresivo que comienza a funcionar al finalizar la inmersión.
- Indicador de tiempo para vuelo. Se utilizará un icono.
- Indicador de batería baja. Se utilizará un icono para marcarlo.



• : ∩ modo 4

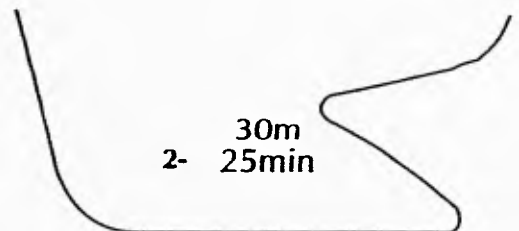
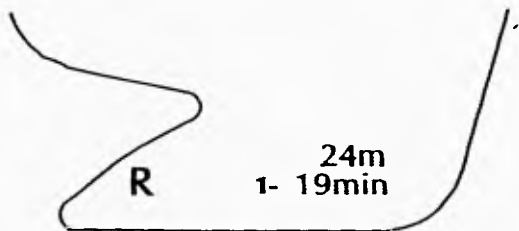
Despliegue del número de inmersión, una R en caso de ser buceo de repetición tiempo y profundidad máxima.
Se despliegan cada grupo uno por uno, alternándose en cada pantalla. La 1 en la izq. La 2 en la der. La 3 en la izq, etc.
Dejando la información por 10 seg. y alternandolas cada 5 seg. De tal forma que la 1 aparece en el seg. 1 y cambia a la 3 en el seg 10, y la 2 empieza en el seg 5 y cambia a la 4 en el seg 15.

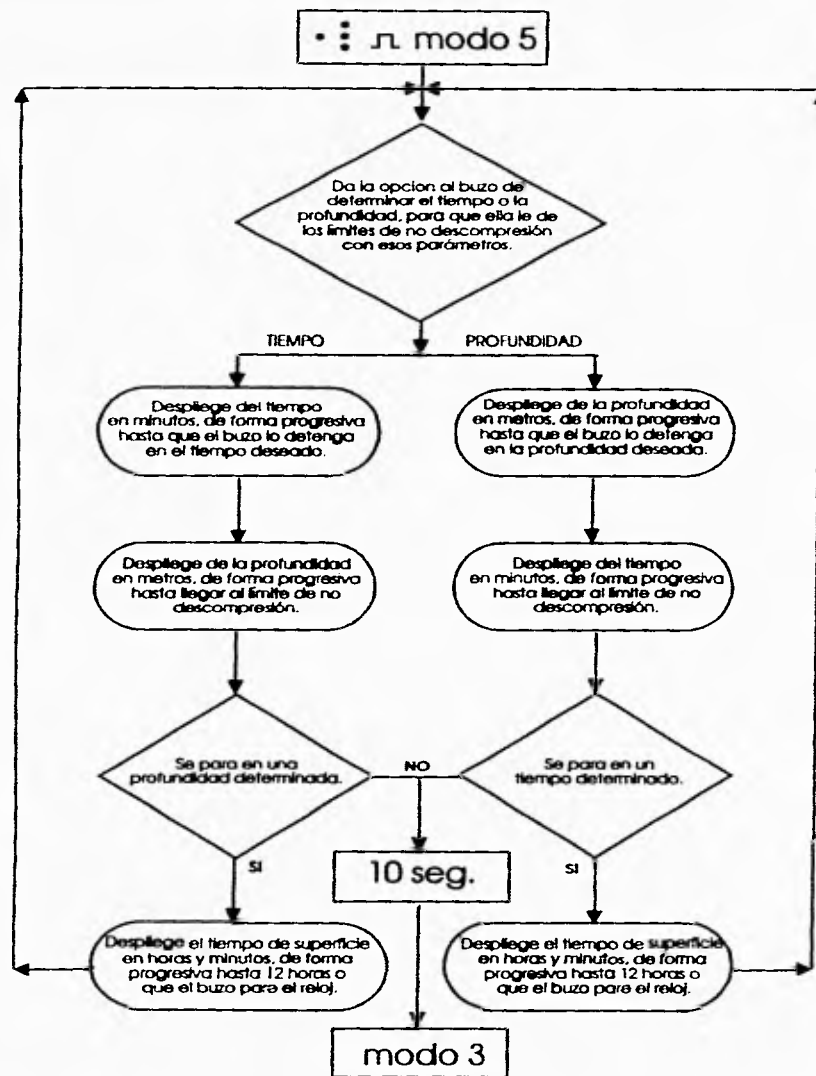
modo 3

modo 4

4. Bitácora

- Tendrá registrados en la memoria las últimas 10 inmersiones hechas por el buzo. Indicará la profundidad máxima y el tiempo total de esa inmersión. Se desplegarán de forma regresiva, es decir que, la última inmersión será la número 1.





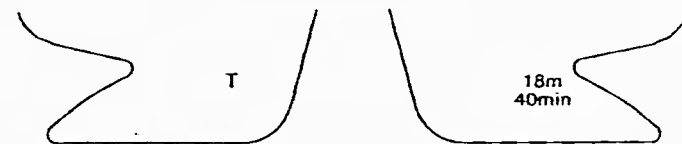
modo 5

5.Planeación de inmersiones.

- El buzo seleccionará el tiempo o la profundidad para la inmersión teórica y desplegará las profundidades o tiempos correspondientes a la elección, para evitar la descompresión, con opción a planear buceos de repetición.



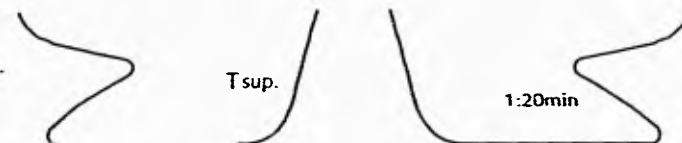
El "Tiempo" y la "Profundidad" son intermitentes, de forma alternada. Primero el tiempo por 3 seg. despues la profundidad por 3 seg., y así sucesivamente hasta que el buzo lo para en alguno de los dos. • • Supongamos que se escoje la profundidad:



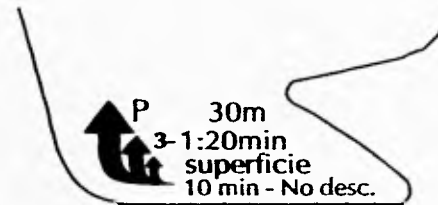
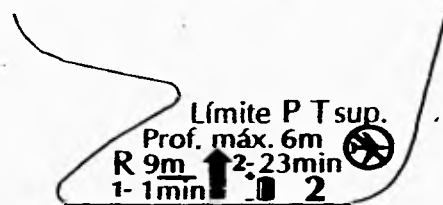
El "Tiempo" se despliega progresivamente, hasta que el buzo lo detiene en el deseado • • ó hasta el límite de no descompresión.



La "Profundidad" se despliega progresivamente, hasta que el buzo la detiene en la deseada. • •



El "Tiempo de superficie" se despliega progresivamente, hasta que el buzo lo detiene en el deseado • • para calcular un buceo de repetición, ó hasta la desaturación de los tejidos (12hr).



Pantalla desplegando todas las funciones, para indicar los lugares de cada una de las funciones y la organización de la información.

Otros aspectos ergonómicos

Forma - la forma del visor la determina su óptica interna, el display, así como el tener la nariz dentro de la máscara de silicón y poder sujetarla con los dedos, lo que es de suma importancia para poder compensar presiones internas.

Textura - la textura de Nemo debe permitir que su mantenimiento sea fácil y muy esporádico, mientras mas textura tenga en su superficie mayor será la acumulación de hongos, sales, etc.. Por esta razón se empleara una superficie totalmente lisa.

Materiales - Nemo, por ser un producto que esta en contacto directo con la piel, requiere de un material suave y atóxico, es decir que el silicón utilizado no irrite o dañe la piel. También debe ser flexible para poder sujetar la nariz con los dedos. La pieza de silicón, que esta en contacto con la cara lleva un doble bisel que permite un mejor ajuste al contorno facial y evita que penetre el agua a la máscara.

Encendido - El encendido de la computadora es automático, en el momento de entrar al agua, con lo que se evita tener que encenderlo manualmente. El encendido en superficie se lleva a cabo haciendo puente con los dedos índice y medio sobre los nodos.

Equipo - Con el uso de Nemo se reduce notablemente la cantidad de equipo que debe manejar el buzo, así como la cantidad de movimientos que debe realizar.

La computadora

La computadora esta programada para calcular teóricamente la absorción y liberación del nitrógeno por el cuerpo humano durante y entre inmersiones. Estos datos se basan en algoritmos matemáticos que calculan como se comportan los diferentes tipos de tejidos del cuerpo con el nitrógeno. Una vez encendida, un indicador electrónico (transductor) de presión y un reloj, le indican al microprocesador los datos de tiempo y profundidad que necesita y despliega los resultados por medio de una pantalla de cristal líquido.

El diseño de la computadora consta de varias partes: los componentes, la electrónica y el display. El diseñador Industrial tiene la capacidad de diseñar con los componentes, la forma de la computadora, para así adecuarlos a los requerimientos de su diseño, en este caso la parte superior del visor.

La electrónica, que se refiere a la programación y la conexión de los componentes, se debe llevar a cabo por un ingeniero en electrónica trabajando con el diseñador industrial.

El diseño del display se refiere al tipo de información que se desplegará, ya sea visual o auditiva, la distribución dentro de las dos pantallas, la secuencia y la forma de despliegue de la misma.

Los componentes

Para el diseño de la computadora de éste visor, se utiliza SMT (Surface mounted technology) o tecnología de montaje superficial. Ésta permite un mejor desempeño de los dispositivos en un espacio más reducido, es decir que además de **ocupar un menor volumen** las interferencias se reducen por la proximidad de los elementos, al igual que se reducen las conexiones internas.

Las características de los elementos SMT permiten que se coloquen más cerca unos de otros, ocupando menor volumen total que si se utilizaran elementos tradicionales (tecnología de inserción).

Los componentes SMT, dentro de la línea de producción, no requieren de un proceso de colocación especializado, lo que facilita su fabricación.

La computadora se compone del circuito impreso, los circuitos integrados (el microcontrolador y los componentes complementarios al microprocesador), la pila y la pantalla de cristal líquido.

La computadora de buceo que se utiliza en Nemo requiere de:

- Circuito impreso - es la tarjeta donde se colocan todos los componentes electrónicos, es de fibra de vidrio recubierto con lámina de cobre. Se utilizará un circuito impreso a doble cara, es decir que tenga pistas de conexión por ambos lados para reducir el volumen del circuito.

- Memoria - La computadora requiere de memoria Ram (memoria volátil, se utiliza sólo para funciones inmediatas) y memoria Rom (memoria residente , se utiliza siempre que se prende la computadora).

- Microprocesador - Es el más importante de los circuitos. Es el cerebro de la computadora, controla e interpreta a todos los elementos electrónicos. Esta directamente conectada con la pantalla. La función de cronómetro esta incluida en este componente.

- Cableado - se empleará cableado de tipo - Plano.

- Oscilador - Es el componente que envía la señal con la que se hacen los procesos.

Los circuitos integrados complementarios al microcontrolador son:

- El transductor de presión - debe tener una parte en contacto con el agua.
 - El emisor de sonido - se compone de una bocina y un tweeter.
 - Decodificador para display.
-
- Un display de cristal líquido - este tipo de display funciona haciendo pasar corriente eléctrica a través de él, con el paso de corriente se opaca el cristal en ciertas zonas. El área de estas zonas pueden ser controlada, y así se definen el tipo de letra, numerales e iconos que se utilizarán, así como la distribución de todos los elementos que conforman el display. Al adquirir el display se especifican las características del nuevo diseño. **Se utiliza en Nemo una pantalla de cristal líquido con luz de color, para que la información que se proyecte al display se pueda ver independientemente de la luminosidad del medio acuático. La información aparecerá entonces, frente a los ojos del buzo formados con luz de color. Toda la información está escrita al revés, para que en el momento de rebotar en el espejo se pueda leer claramente. La pantalla de los displays son de matriz, sin embargo la mayoría de la información (íconos y letreros) son recortados, lo que reduce la memoria requerida.**

El rango de temperatura al que trabaja la pantalla debe estar entre 0 y 50 grados centígrados aunque dentro del agua solo llegará a tener entre 4 y 25 grados centígrados aproximadamente. La tolerancia previene una baja o una elevación de temperatura en superficie, como sería dejar el visor en el sol.

También debe de soportar una presión de trabajo de 11 atmósferas, debido a que se tomará como profundidad máxima los 100m. Un visor normal se puede utilizar a cualquier profundidad, sin embargo Un buzo que utiliza equipo SCUBA rara vez llegará tan profundo. Una computadora de buceo debe tener un límite de profundidad para su programación. Esta dependerá del la mezcla de gases que se este respirando, pues según los porcentajes que contenga de cada gas, será la descompresión que tenga que hacer. Con equipo SCUBA generalmente se usa aire comprimido o NITROX (Oxígeno y Nitrógeno que se pueden combinar en diferentes porcentajes).

Una vez armado el sistema electrónico se cubrirá completamente con silicón para protegerlo y sellarlo totalmente del agua. El silicón utilizado debe ser resistente a la intemperie, al agua salada y a los cambios de temperatura sin que se degrade.

No todos éstos elementos electrónicos son de fácil acceso en el mercado nacional, sin embargo la tecnología para desarrollarlos si existe en el país. Si se compran en el extranjero, el sistema utilizará una fuente de 3-volts, pero si se desarrolla y fabrica en México se necesitaría de una fuente de 5-volts que son los que consumen menor voltaje dentro del mercado nacional.

- El switch - El switch de encendido será automático en el momento de entrar al agua. El sistema es un circuito abierto que en el momento de la inmersión, se cierra haciendo un puente por el agua, permitiendo el paso de la corriente y cerrando el circuito. Sin embargo los circuitos no dependen directamente de la corriente que pasa por el agua porque sería muy vulnerable a cambios de intensidad. Este sistema (optotriaco) solo es un receptor de mensajes que le indica a la computadora que se prenda en el momento de entrar al agua. Esto evita que el buzo tenga que prender su computadora manualmente al entrar al agua, o que se apague accidentalmente durante la inmersión. Por la parte externa del visor solo se alcanzan a ver dos nodos, por donde se cierra el circuito.
- Pila - es de nickel - cadmio, de 5V, que tiene una vida útil de 2 años de uso continuo. Considerando que la computadora solo esta prendida cuando el buzo esta bajo el agua y pocos minutos cuando este la quiere utilizar en superficie para la revisión o cálculo de datos, la batería tendrá una vida de 3 a 5 años dependiendo de la frecuencia de uso, evitando que el buzo tenga que cambiar la fuente de poder con regularidad, que además de ser incomodo evita que el sistema tenga filtraciones por mal sellado, en el momento de cambiar la batería o que se tenga que mandar con gente especializada para hacer el cambio de batería.

El equipo

El visor

Un visor de buceo requiere de un diseño especial con el fin de que cumpla con una serie de características que permitan un adecuado funcionamiento en un medio subacuático, por esto no se debe utilizar cualquier visor o goggles, y el buzo debe adquirir uno adecuado para el deporte.

La función primordial de los visores es permitir al usuario ver bajo el agua. Por lo tanto es importante mantener un campo de visión amplio y ser cómodo para el buzo ya que no es un aparato usado con frecuencia por el ser humano.

Los visores de buceo deben tener vidrio templado, para asegurar que si accidentalmente se rompiera el vidrio no se astille en la cara del buzo.

Existen visores de bajo y alto volumen, que se refiere a la capacidad volumétrica dentro del visor. Esto repercute cuando se llena de agua el visor y es necesario sacarla. Si el visor es de bajo volumen, se requerirá de una exhalación prolongada para purgarlo. Si es de alto volumen se requerirán de un par de exhalaciones para su purga. Cualquiera de los dos son eficaces, aunque es considerado más cómodo usar un visor de bajo volumen puesto que psicológicamente las personas se sienten más seguras si tienen la cara en contacto con el agua, por el menor tiempo posible.

El campo de visión se determina por la altura de las paredes laterales, esto implica que los visores de bajo volumen tienen mayor campo visual que los de alto volumen, puesto que ambos tienen el vidrio plano. Aun así existen visores de alto volumen que tienen en las paredes laterales otros cristales (visores panorámicos) los cuales permiten un campo de visión un poco más amplio, sin embargo hay personas que los consideran incómodos debido a su tamaño.

Es importante que contenga la nariz dentro del visor, debido que los cambios de presión al descender y ascender, se compensan variando el volumen de aire dentro del visor. También es necesario poder agarrar la nariz con los dedos para compensar presiones en las cavidades internas de la cara.

El sello del visor, alrededor de la cara debe ser eficiente y cómodo. Hay dos tipos: de hule, que son más rígidos además de lastimar la cara, se pudren rápidamente y de silicón, estos tienen una doble ceja para mayor comodidad y para prevenir con mayor eficacia la entrada de agua. **Nemo tiene un sello de silicón.**

Algunos visores tienen una válvula de check negativa integrada, para ayudar a purgario. No es muy recomendable el uso de estos visores debido a que al poco tiempo se empieza a filtrar agua por la válvula check, y es necesario estarla remplazando constantemente.

La banda que sujeta el visor a la cabeza puede ser de hule, silicón, tela elástica o un espumado. Es recomendable que la parte que está en contacto con la nuca sea doble o más ancha para dar mejor agarre. **La banda de Nemo es de silicón, doble por la parte trasera.**

En los visores de hule, los broches que sujetan a la banda con el cuerpo del visor son de acero cromado, o de un plástico rígido, en visores de silicón. Los de metal son difíciles de usar, mientras que los de plástico son más accesibles, estos generalmente trabajan con un resorte para facilitar el recorrido de la banda. Los **broches de Nemo son de ABS.**



Visor con purga.
De alto volumen.



Visor de bajo volumen.



Visor panorámico.
De alto volumen.

Medidores de profundidad.

Existen seis tipos:

- Profundímetro capilar: Se basa en un sistema de compresión de aire dentro de un tubo.
- Profundímetro de Burdón abierto: Se basa en un sistema de compresión de los mecanismos por el agua.
- Profundímetro de Burdón cerrado: Funciona de igual manera pero en vez de entrar agua, tiene agua encerrada, la presión se transmite a través de una membrana.
- Profundímetro de Burdón de aceite: Tiene el mismo funcionamiento pero sustituye el agua por aceite. Es más preciso.
- Profundímetro de diafragma: La presión se transmite por un diafragma por el sistema para dar la medición.
- Profundímetro digital: tiene un cilindro electrónico para medir la presión. Este es el único que tiene un display digital. Los demás tienen un display análogo.

Medidores de tiempo

Hay tres tipos:

- Bottom timer: Es un cronómetro progresivo para contar el tiempo de inmersión.
- Reloj de muñeca:
 - reloj con carátula móvil - funciona con un disco móvil exterior a la carátula para la medición del tiempo.
 - reloj digital - Con cronómetro progresivo o regresivo. Algunos tienen profundímetro integrado.
- Bottom timer con intervalos en superficie: Es un doble cronómetro, uno para la inmersión y el otro para el intervalo en superficie.

Computadoras de buceo

Las computadoras de buceo reúnen las funciones del reloj y del profundímetro. Presentan la información y calculan constantemente el plan de buceo, según la profundidad y el tiempo transcurrido, realizando todas las operaciones necesarias sin que el buzo se preocupe por hacerlas. Sólo tiene que observarla y seguir los pasos que le indica.

Calcula electrónicamente la absorción del nitrógeno por los diferentes tejidos corporales, durante la inmersión. Son más eficientes que el cálculo por tablas, puesto que son dinámicas.

Tiene los siguientes componentes:

- Medidor de presión.
- Medidor de tiempo.
- Circuitos integrados.
- Memoria para bitácora.
- Simulador de inmersiones.
- Switch de encendido y apagado:
 - Manual.
 - Óptico (se enciende al entrar al agua).
 - Con la presión del tanque.
- Fuente de poder.
- Manómetro - algunas cuentan con esta función, aun que tienen la inconveniencia de tener que estar conectadas al tanque por medio de una manguera.

Estudio de mercado

El mercado al que está dirigido es el buceo deportivo e industrial tanto nacional como internacional. En México el buceo se ha desarrollado en gran forma, pero aun no representa un mercado tan fuerte como el extranjero, donde, principalmente los países de primer mundo, sí son un gran mercado. Solamente en Estados Unidos habían 2.7 millones de buzos deportivos certificados en 1990, los negocios de buceo con SCUBA tuvieron un crecimiento de 20% del '85 al '90, abarcando ganancias de \$250 millones de dólares únicamente en 1990.¹

En México, según los datos de la federación Mexicana de Actividades Subacuáticas, existen actualmente alrededor de 2 millones de buzos certificados. De éstos el 75% son buzos activos.

Actualmente se certifican a 3600 buzos mensualmente, en la República mexicana, lo que representa el mercado potencial de éste producto, de éstos solo el 50% utilizan computadoras.

Como negocios de buceo se entienden las instituciones de enseñanza y las tiendas de buceo. Estas tiendas generalmente están afiliadas a alguna institución de enseñanza y actúan como escuelas, tienda y agencias de viajes de buceo. Se encuentran no sólo en los lugares donde se puede practicar la actividad, sino en toda localización donde existe gente que desea practicar el deporte. En estas tiendas se comercializa todo el equipo. **Las tiendas funcionan como distribuidores de las diversas marcas. Se pretende que Nemo se comercialice de la misma forma, y así abarque el 60% del mercado. Esto provocará una demanda de 1080 visores - Nemo mensuales.**

Los consumidores de Nemo son buzos industriales y deportivos, que utilizan equipo SCUBA. Son buzos que buscan tener una mayor seguridad y comodidad en la realización de sus actividades.

Podemos clasificar a las principales instituciones de enseñanza dentro de nuestro país como representantes de las siguientes instituciones:

- FMAS - Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas.

¹ A fashion Renaissance for scuba. AdWeek's Marketing week, v 32, pg 18

- CMAS - Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas.
- NAUI - National Association of Underwater Instructors.
- PADI - Professional Association of Diving Instructors.

La FMAS es Mexicana, CMAS es francesa y NAUI y PADI son Estadounidenses.

México, por su localización geográfica, es muy afortunado, puesto que casi la totalidad de su territorio está bordeado por mar y su clima representa un atractivo enorme. Si tomamos en cuenta además que nuestro país es muy económico a nivel internacional, se convierte en un lugar muy cotizado por los buzos extranjeros.

La república mexicana dispone de un litoral de 8,559Km de longitud en la parte continental y 1,344Km en las islas. De éstos 7,147Km corresponden al océano Pacífico y 2,756Km al Atlántico.² Si a esto le agregamos la cantidad de ríos, lagos, presas, lagunas y cenotes dentro del continente, constituyen una variedad subacuática inmensa que atrae a turistas nacionales e internacionales. Simplemente la pequeña isla de Cozumel, en el caribe Mexicano está catalogada dentro de los tres mejores lugares de buceo a nivel mundial, junto con la gran barrera de coral en Australia y los litorales de Indonesia, así también el Mar de Cortés se encuentra dentro de los 10 primeros.³ México por todas estas características atrae a gran cantidad de extranjeros.

² Geografía Moderna de México. Jorge L. Tamayo. pg 60

³ Scuba Diving Magazine, Abril 1993.

La competencia

Sistemas que podrían competir con Nemo.

No existe en el mercado un visor que tenga las mismas características que Nemo, este sustituye a varios instrumentos, que aunque no tienen las mismas ventajas que Nemo, cumplen las mismas funciones:

- Sistema 1
 1. Visor
 2. Reloj
 3. Profundímetro
 4. Tablas de descompresión
-
- Sistema 2
 1. Visor
 2. Computadora
-
- Sistema 3
 1. Nemo

Análisis comparativo.

SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1	Es el más barato.	Requiere el uso de las manos.
		Se revisan varios instrumentos para hacer los cálculos.
		Se olvida fácilmente.
		Es más incómodo.
		Es el que tarda más tiempo.
2	Todos los cálculos los hace la computadora.	Requiere el uso de las manos.
	Solo requiere de ver un instrumento.	Se olvida verificar.
3	No se olvida leer la información puesto que esta en el campo visual.	Es un instrumento de uso totalmente distinto a lo existente.
	No requiere del uso de las manos.	
	Todos los cálculos los hace la computadora.	
	Solo requiere de un instrumento.	
	Es el más fácil de manejar.	

Fabricantes y precios⁴.

Existen varios fabricantes de visores, todos extranjeros, entre ellos los más importantes son:

- US Divers visores de \$45 a \$55
- TUSA visores de \$45 a \$75
- Sherwood visores de \$45 a \$52
- Scuba Pro visores de \$50 a \$85
- Dacor visores de \$50 a \$70
- Oceanic visores de \$50 a \$70
- Mares visores de \$35 a \$90

Promedio \$62.5 dólares.

Entre los fabricantes de relojes para buceo:

- Citizen de \$213 a \$465
- Tag Heuer de \$140 a \$525
- Seiko de \$200 a \$250
- Casio de \$39 a \$200

Promedio \$ 282

⁴ Todos los precios están en dólares.

Fabricantes de profundímetros:

▪ Dacor	\$200
▪ Beuchat	\$114
▪ Ocean Edge	\$ 60
▪ US Divers	\$ 74
▪ Oceanic	\$ 24
▪ TUSA	\$ 150
▪ Sherwood	\$ 70

Promedio **\$ 112**

Computadoras de buceo:

▪ Aladin Pro	\$600
▪ Aladin Sport	\$400
▪ Omni	\$590
▪ Computek II	\$730
▪ Datamáx Pro	\$719
▪ Datamax Sport	\$369
▪ Marathon	\$300
▪ Phoenix	\$700
▪ Legend	\$596
▪ DC-11	\$460
▪ Solution	\$625
▪ Source	\$374
▪ Monitor 1	\$470
▪ Monitor 2	\$670
▪ Scan - 4	\$720

Promedio **\$515**

Con los promedios de precios se comparan los sistemas:

Sistema 1	
▪ visor	\$62.5
▪ Reloj	\$282
▪ Profundímetro	\$112
▪ Tablas	\$2
Precio total	\$458.5

Sistema 2	
▪ visor	\$62.5
▪ computadora	\$515
Precio total	\$577.5

Procesos de producción

Los procesos de producción empleados para la fabricación de Nemo son; inyección, para las piezas de silicón y ABS, y curvado y templado para la pieza de vidrio.

Silicón¹

Las piezas de Silicón estarán fabricadas con: Silastic Q4770 de Dow Corning, con dureza de shore A-50, que tiene las siguientes características:

- Es atóxico.
- Resistente a los rayos ultravioleta.
- Resistente al agua salada.
- Antiestático.
- Permeable al agua y gases.
- Es cristal (transparente) y puede ser pigmentado .
- Se inyecta a 170 grados centígrados con una presión de 3 toneladas.

Este tipo de silicón, de dos componentes, requiere de un precalentado del molde a 70 grados antes de la inyección. Se inyecta en una máquina de dos tolvas para el mezclado de los componentes durante la inyección o en una inyectora de pistón, habiendo mezclado previamente los componentes. La pieza se desmolda totalmente terminada.

¹ Catalogo técnico de material, Dow Corning.

ABS²

Las piezas de ABS estarán fabricadas con: TERLURAN - 955F de BASF, que tiene las siguientes características:

- Buena resistencia mecánica.
- Buena resistencia al impacto.
- Especial para paredes delgadas.
- Resistente a los rayos ultravioleta.
- Resistente al agua salada.
- Antiestático.
- Permeable al agua y gases.
- Puede ser pigmentado.
- Alto brillo.
- Resistencia a las rayaduras.
- Se inyecta entre 210 y 270 grados centígrados

Se requiere de un precalentado del molde entre 50 y 80 grados centígrados. La materia prima tiene una presentación en forma de gránulos (pellets). Se inyecta en una máquina de tornillo sinfín. La pieza se desmolda totalmente acabada.

²

Catálogo técnico TERLURAN, BASF

Vidrio³

La pieza de vidrio tiene las siguientes características, que le da el material:

- vidrio templado.
- No se astilla.
- Gran resistencia a las rayaduras.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.
- Excelente transparencia y visibilidad.

La materia prima, laminada a 4mm de espesor, se cubre con una capa de cromo en la zona del vidrio que servirá de espejo. Se corta con la forma indicada y posteriormente se calienta a 800 grados centígrados y se moldea sobre una matriz de acero, después de moldeado deberá enfriarse rápidamente para lograr el templado. Esta pieza al igual que las anteriores no requiere de un proceso posterior.

O-Ring

Fabricado comercialmente de hule, marca Apple Hi- Tech rubber, se emplea para sellar la tapa del deposito de la fuente de poder.

Pila

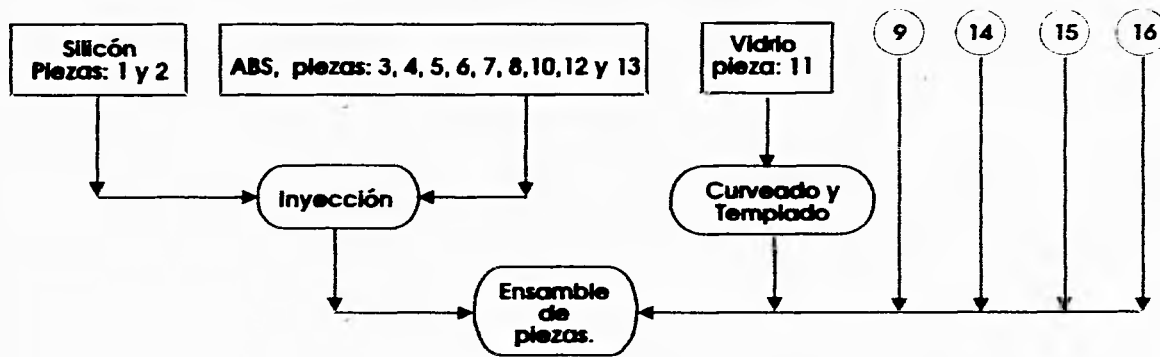
Es una pila plana de 5V, de níquel - cadmio.

³ The principles of optics. A. C. Hardy y F.H. Perrin, pg.320

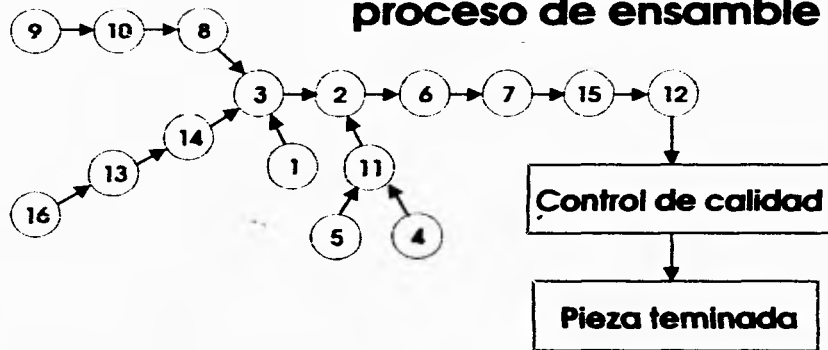
Computadora

Todos los elementos electrónicos están soldados sobre la tableta, por ambas caras, cubiertos con silicón Dow Corning 3140-RTV, que es un material especialmente diseñado para cubrir componentes electrónicos.

proceso de producción

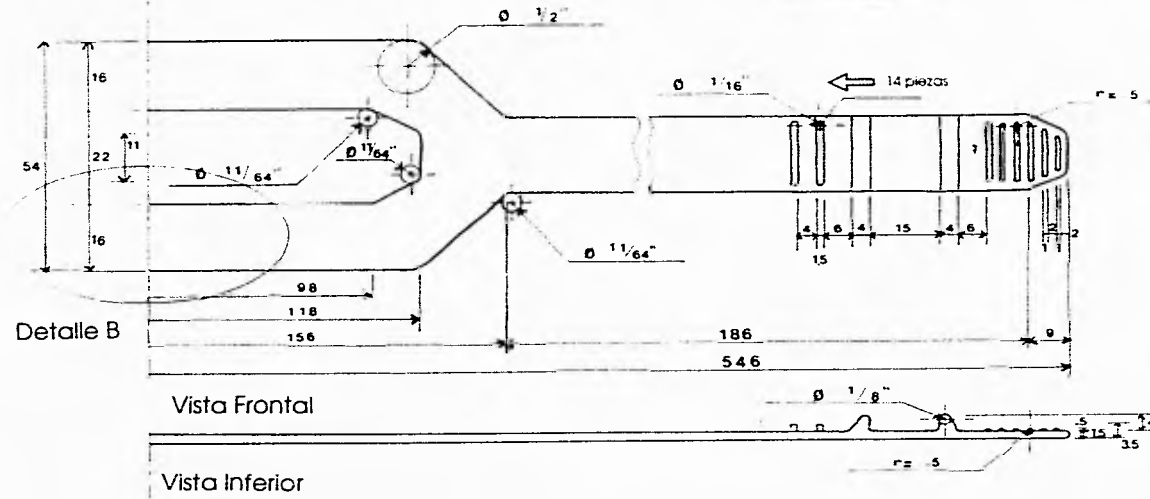


proceso de ensamble



NEMO

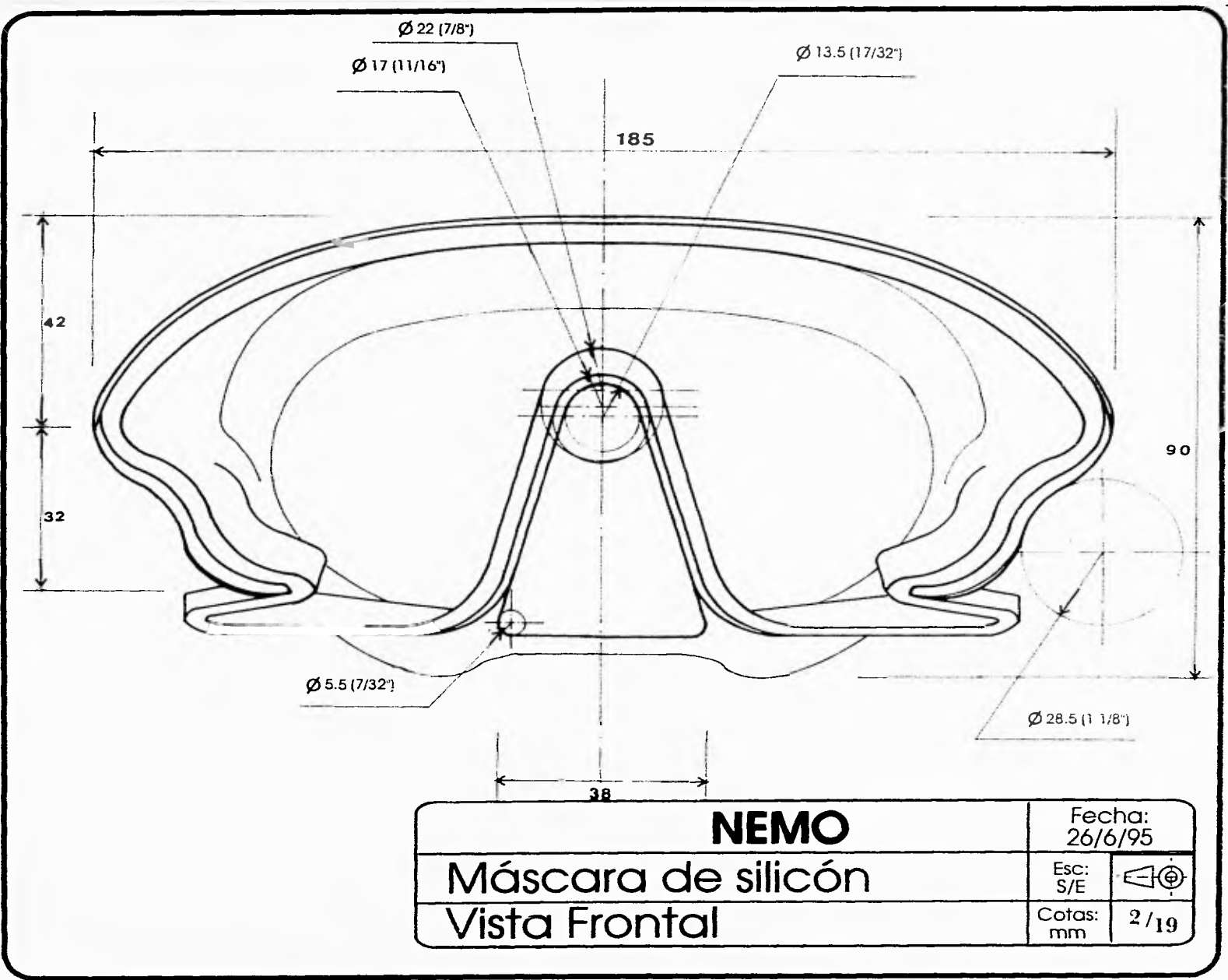
Detalle B

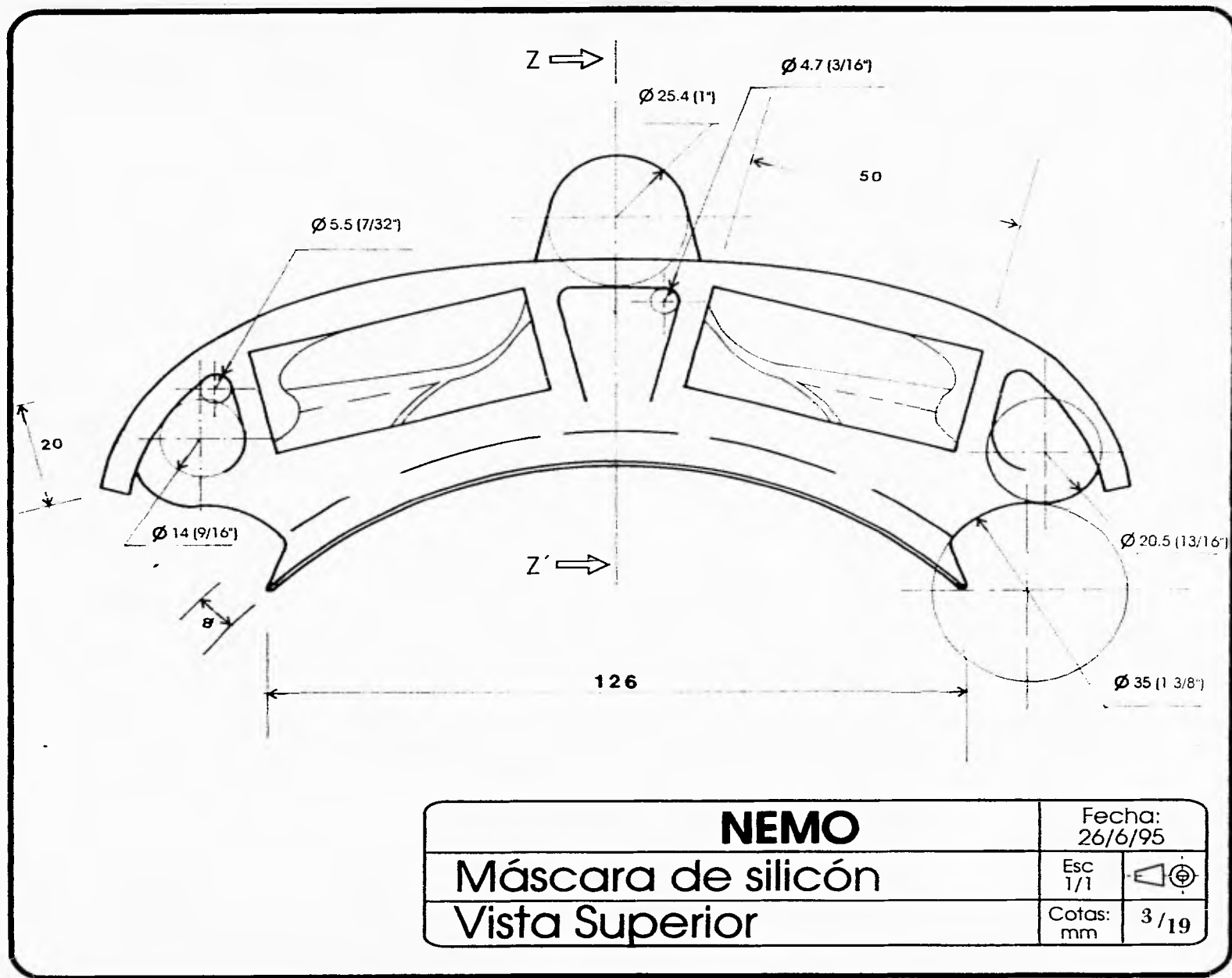


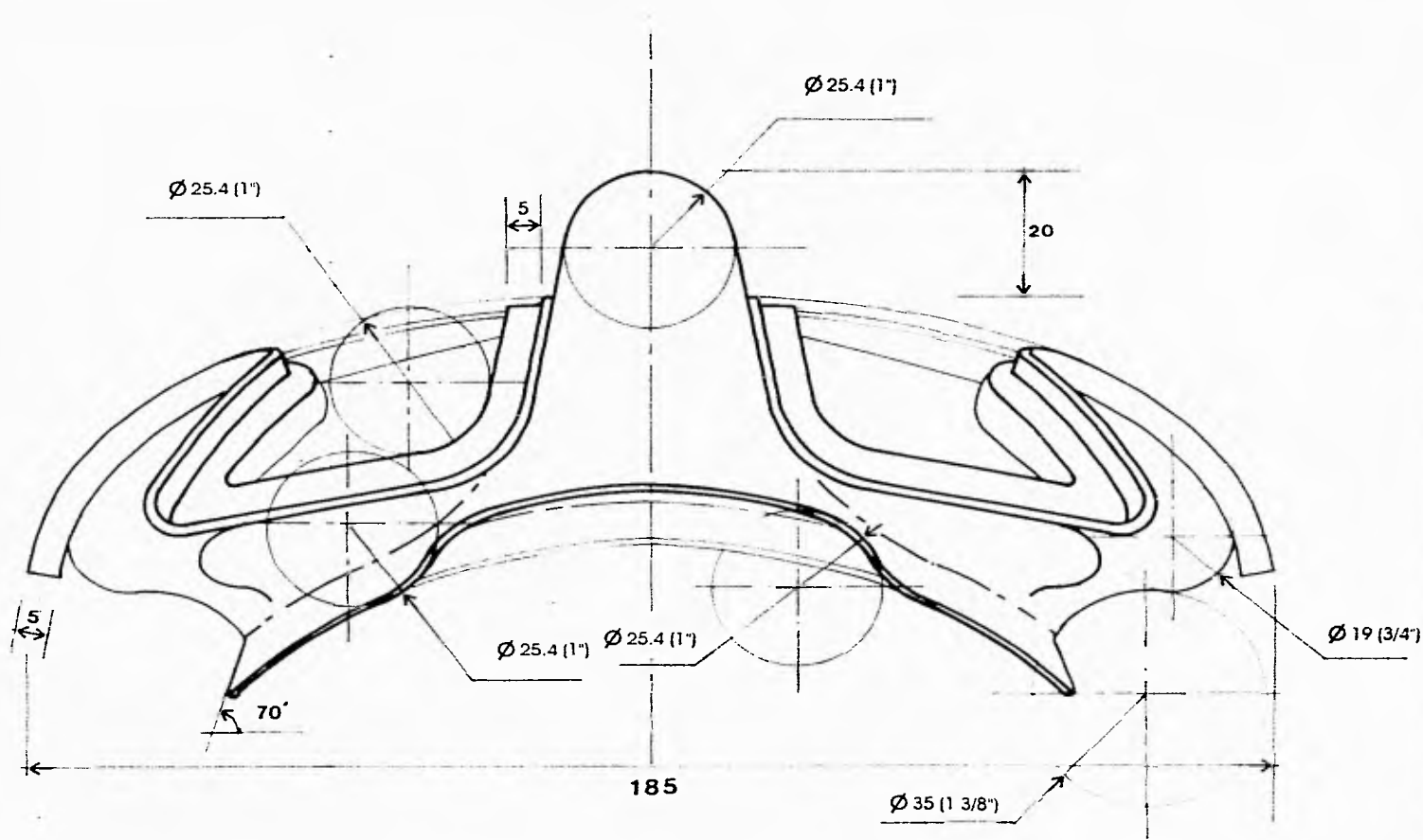
Vista Frontal

Vista Inferior

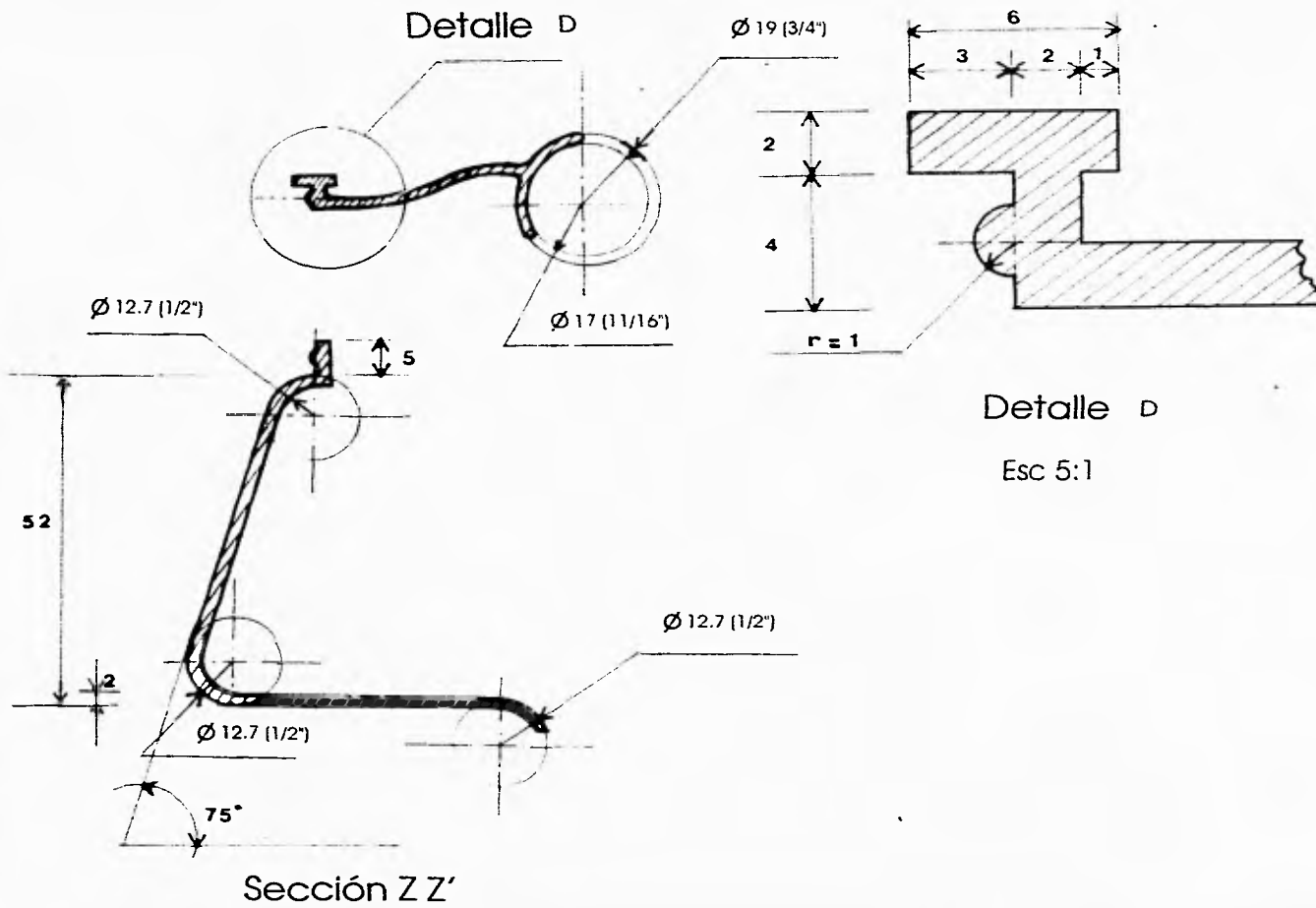
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Correa		Esc: S/E	
Vistas generales		Cotas: mm	1/19



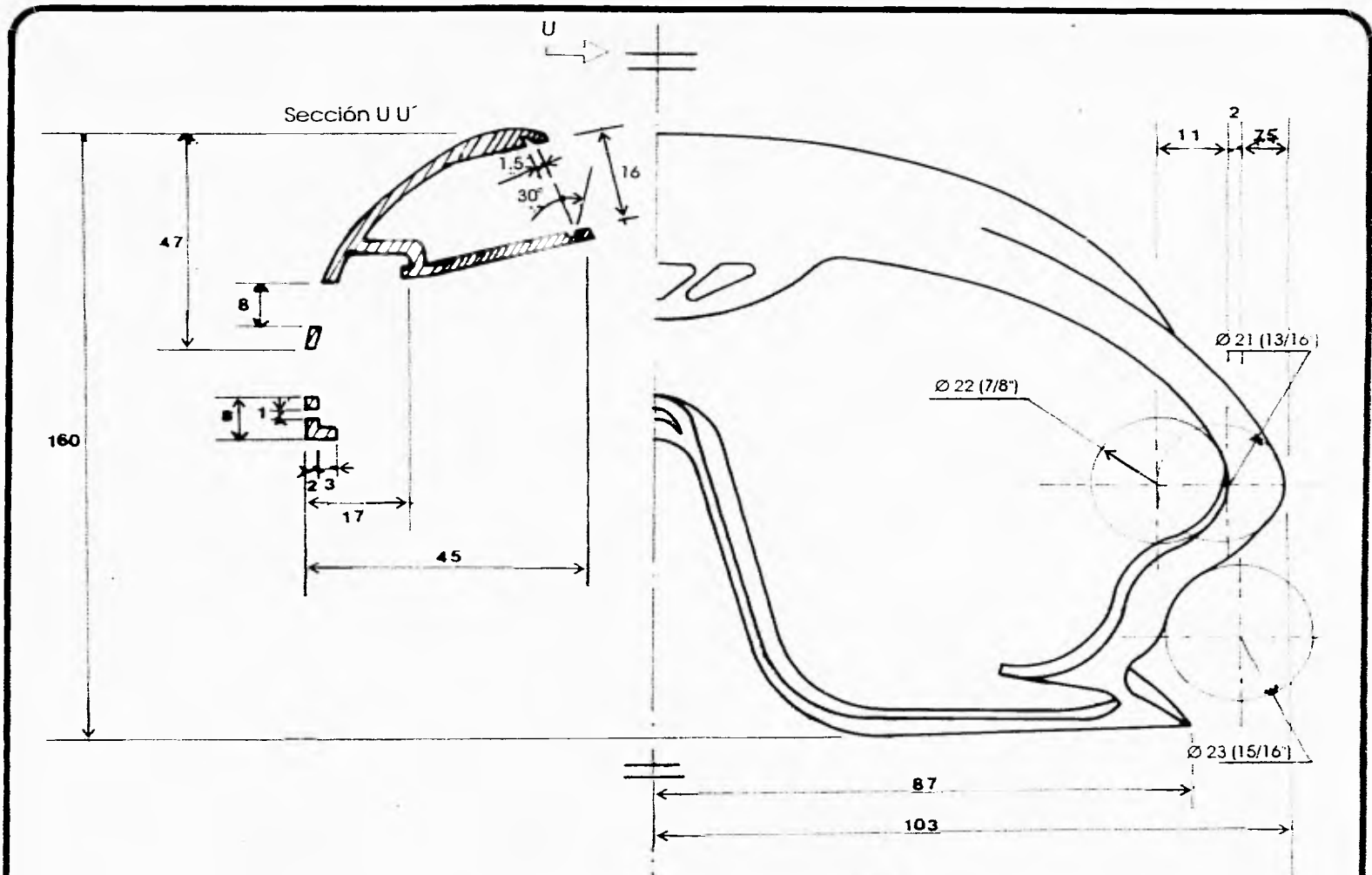




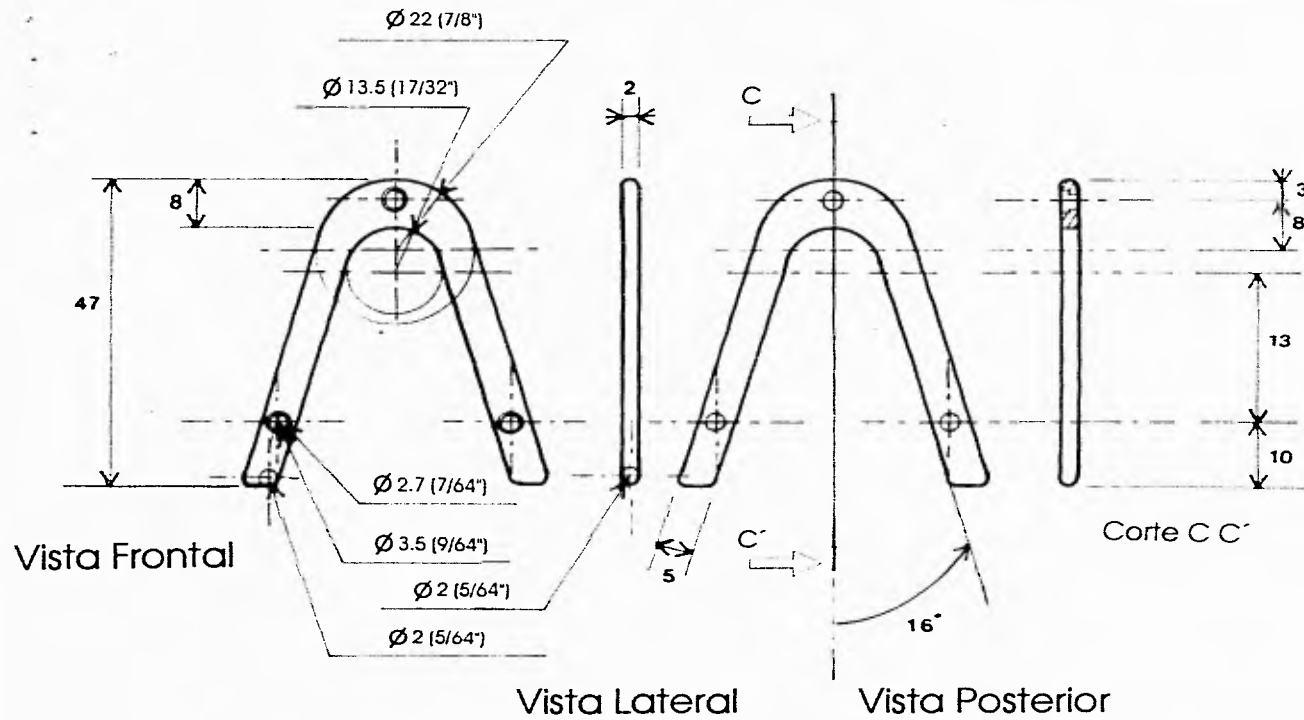
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Máscara de silicón		Esc 1/1	
Vista Inferior		Cotas: mm	4 / 19



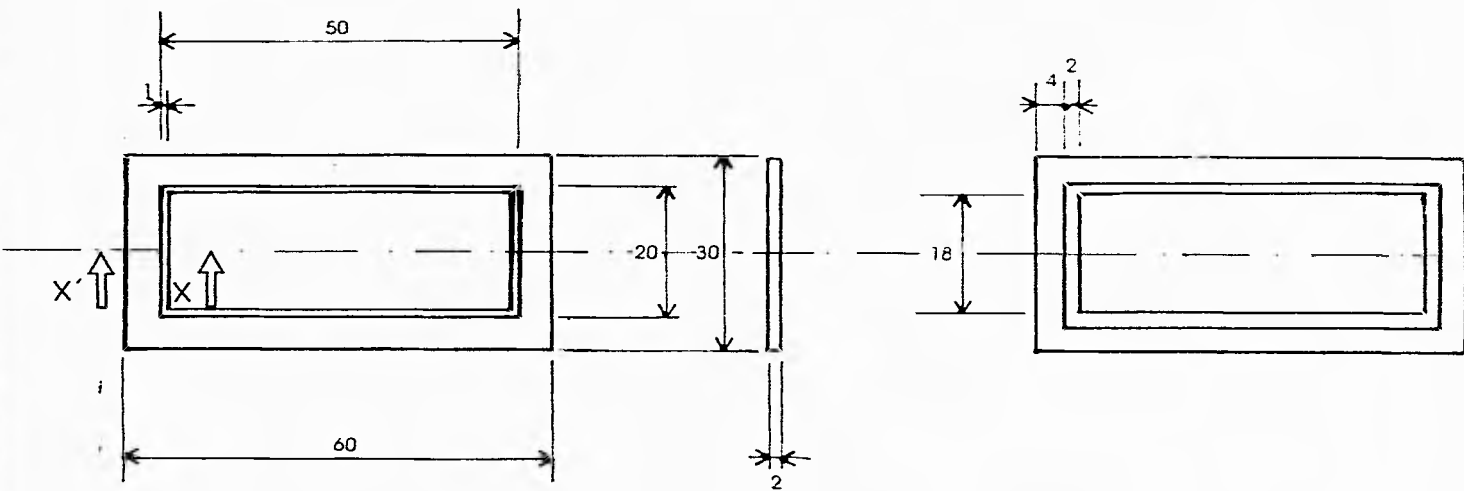
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Máscara de silicón		Esc: 1/1	
Sección Z Z'		Cotas: mm	5 / 19



NEMO		Fecha: 26/6/95	
Cuerpo Vista Frontal		Esc: 1:1	
		Cotas: mm	6 / 19



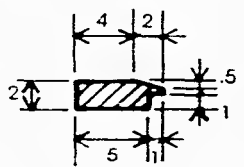
NEMO		Fecha: 26/6/95
Bisel interior		Esc 1/1
Vistas generales		Cotas: mm
		7/19



Vista Frontal

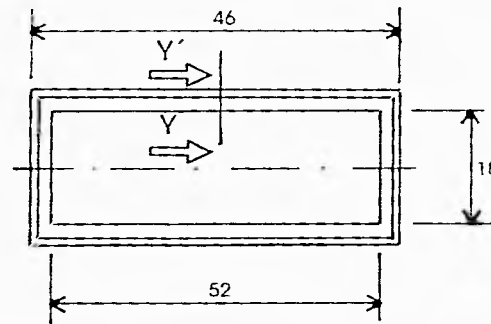
Vista Lateral

Vista Posterior

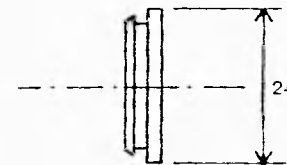


Sección X X'
Esc 2:1

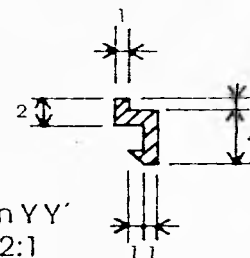
NEMO		Fecha: 26/6/95
Bisel de pantalla		Esc: 1/1
Vistas generales		Cotas: mm 8/19



Vista Frontal

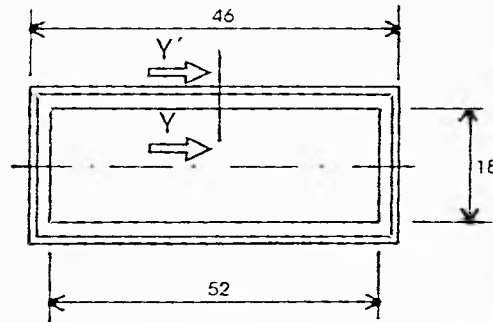


Vista Lateral

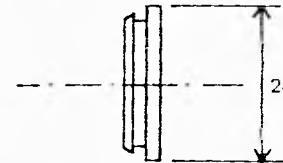


Sección YY'
Esc 2:1

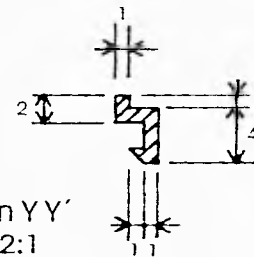
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Agarre de pantalla		Esc: 1/1	
Vistas generales		Cotas: mm	9 / 19



Vista Frontal

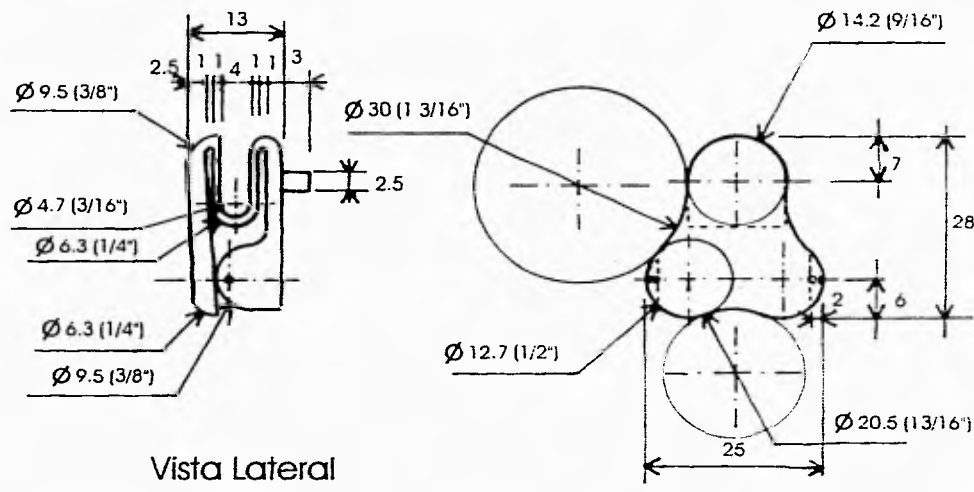


Vista Lateral



Sección YY'
Esc 2:1

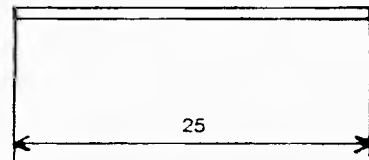
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Agarre de pantalla		Esc: 1/1	
Vistas generales		Cotas: mm	9 / 19



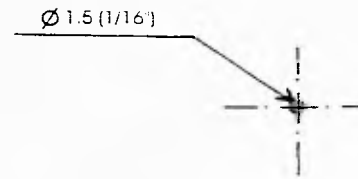
Vista Lateral

Vista Frontal

NEMO		Fecha: 26/6/95	
Broche		Esc: 1/1	
Vistas generales		Cotas: mm	10/19

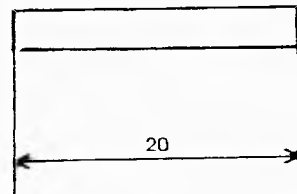


Vista Frontal

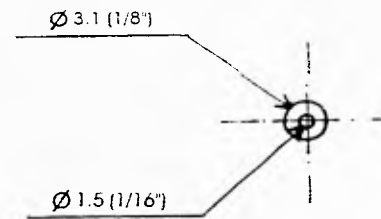


Vista Lateral

NEMO		Fecha: 26/6/95	
Eje		Esc: 2/1	
Vistas Generales		Cotas: mm	11/19

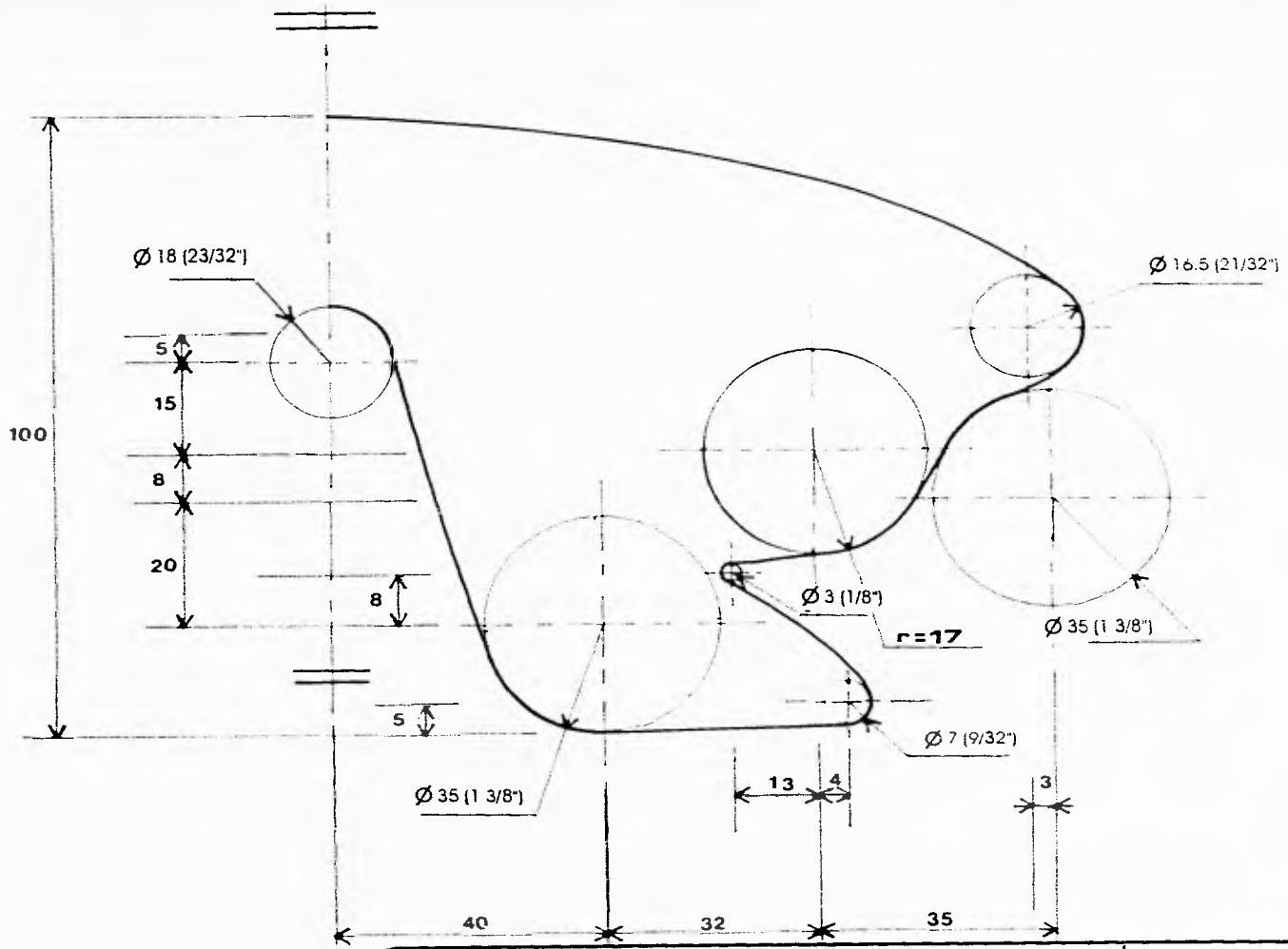


Vista Frontal

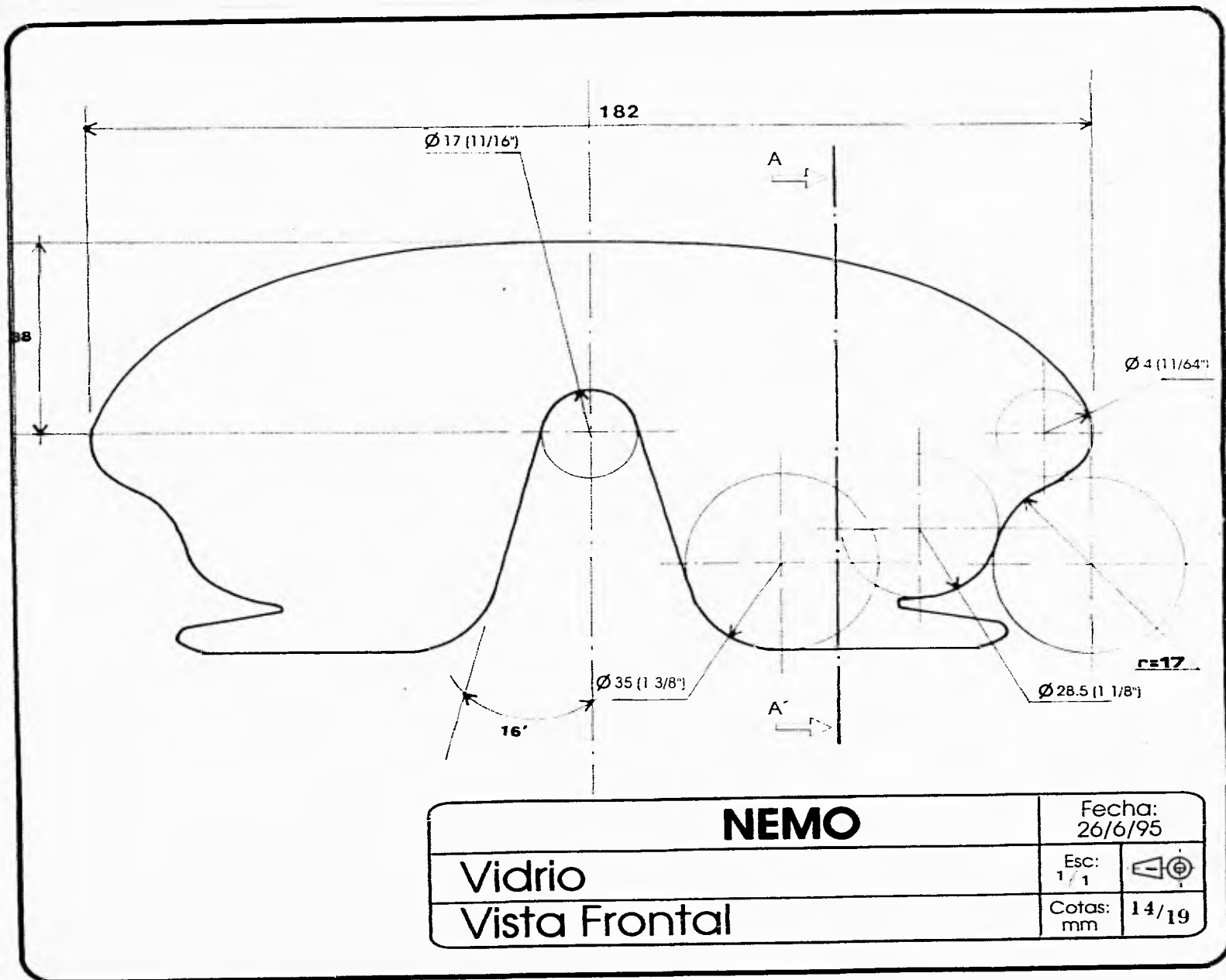


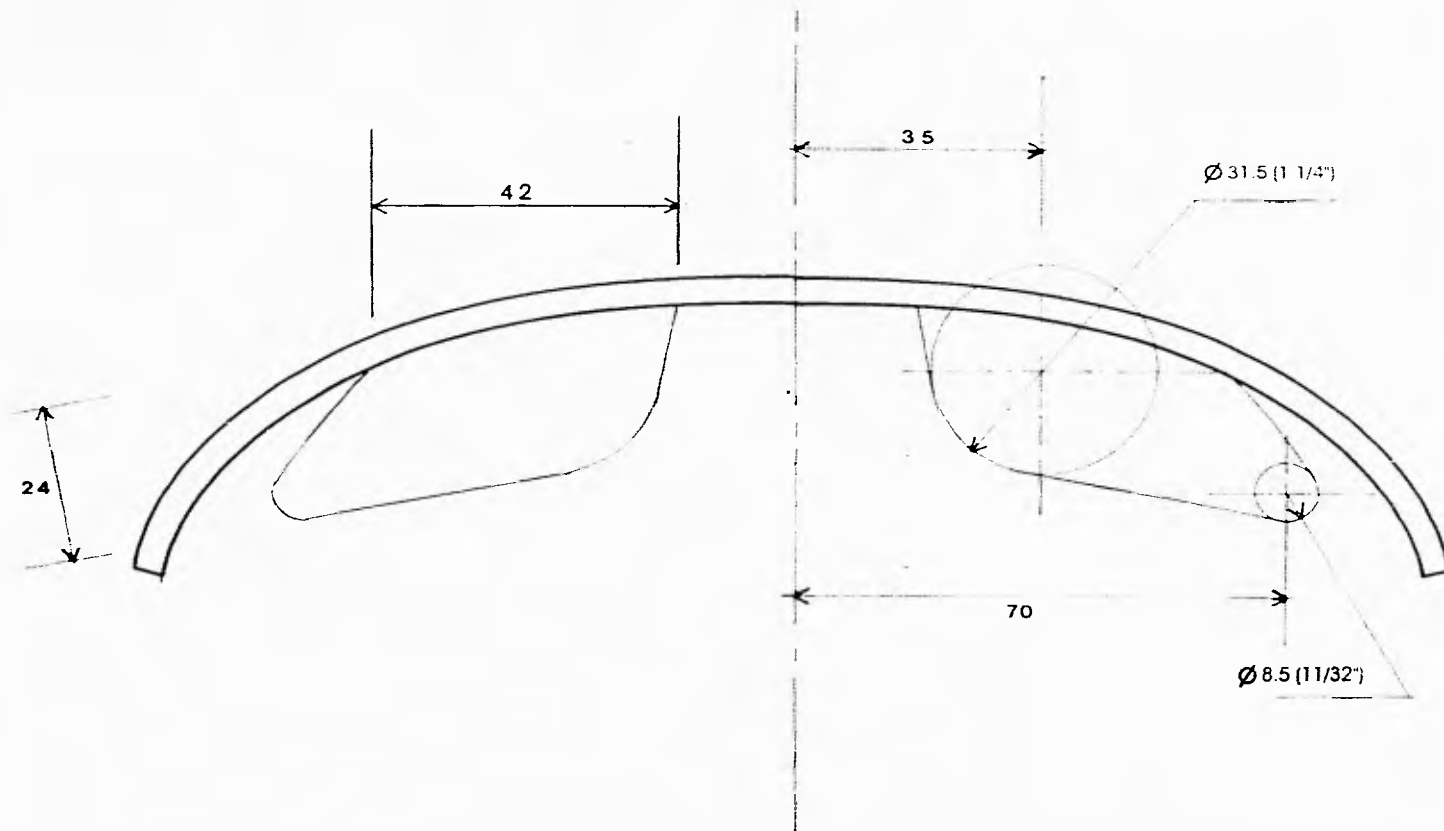
Vista Lateral

NEMO		Fecha: 26/6/95	
Cilindro		Esc: 2/1	
Vistas Generales		Cotas: mm	12/19

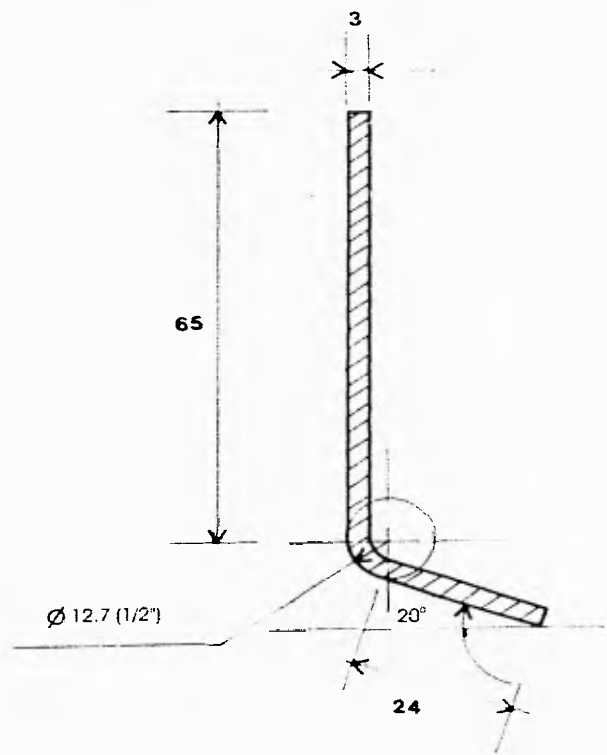



NEMO		Fecha: 26/6/95	
Vidrio		Esc: 1/1	
Desarrollo		Cotas: mm	13/19

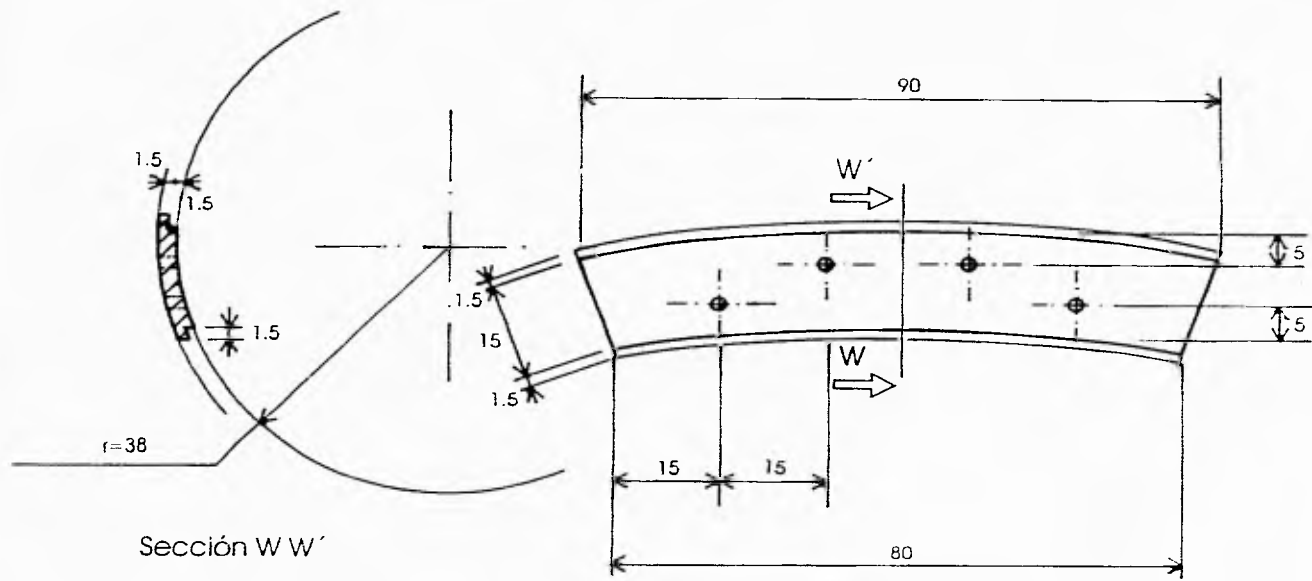




NEMO		Fecha: 26/6/95	
Vidrio		Esc: 1/1	
Vista Superior		Cotas: mm	15/19



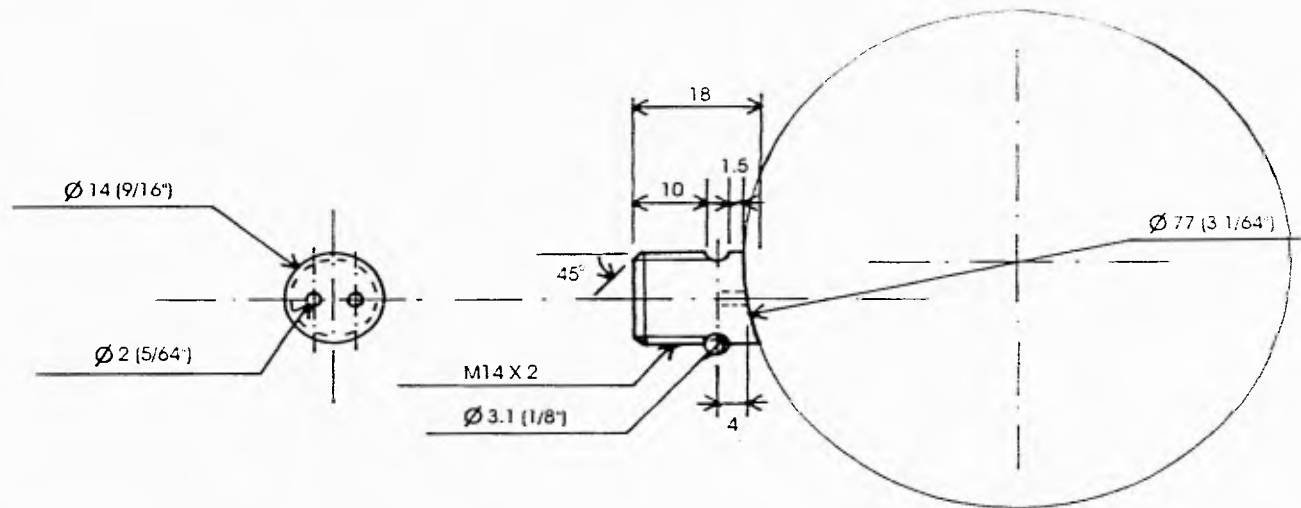
NEMO		Fecha: 26/6/95	
Vidrio	Esc: 1:1		
Corte A A'	Cotas: mm	16/19	



Sección W W'

Vista Frontal

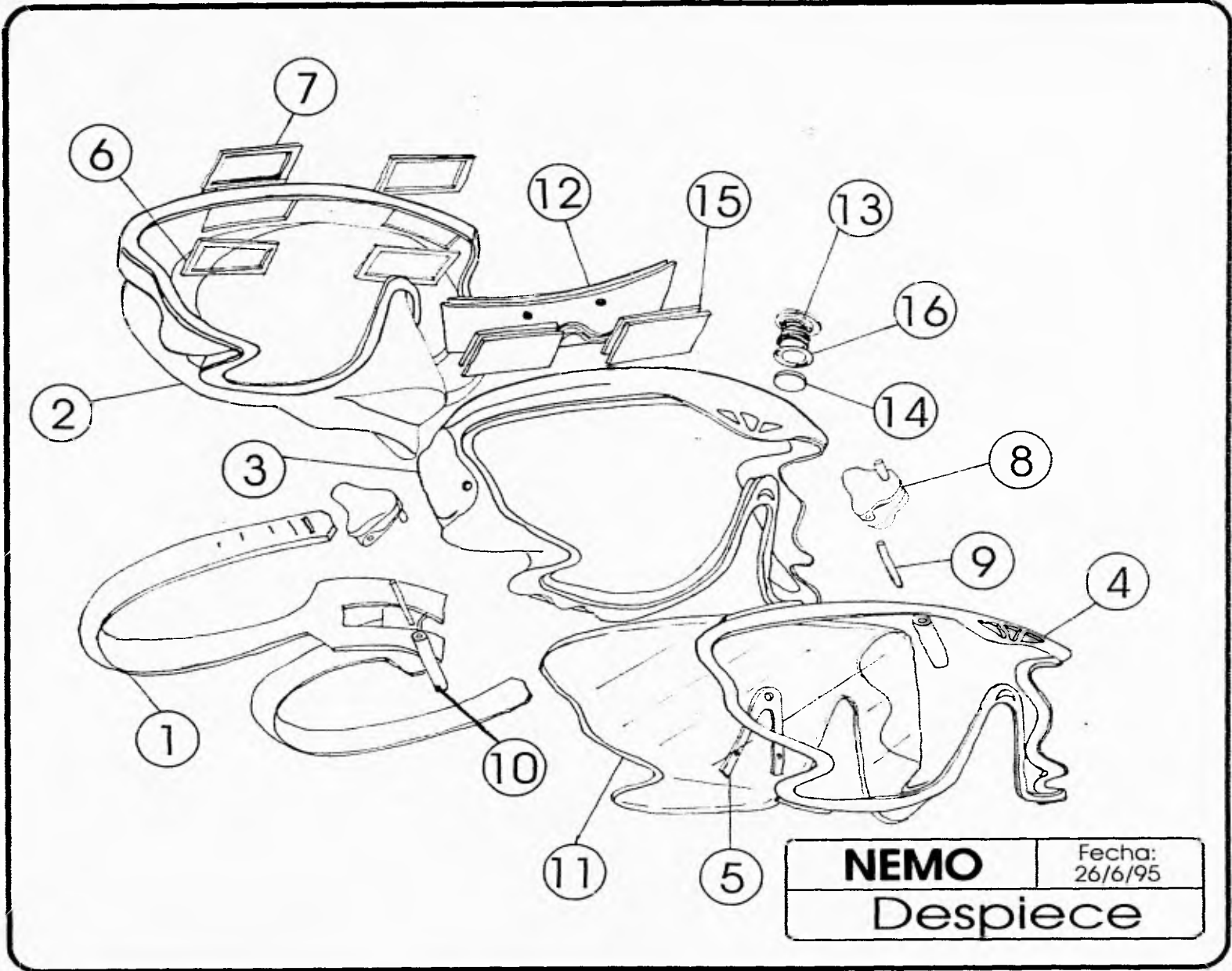
NEMO		Fecha: 26/6/95
Tapa de la computadora		Esc: 1/1
Vistas generales		Cotas: mm 17/19



Vista Lateral

Vista Frontal

NEMO		Fecha: 26/6/95	
Tapa de la fuente de poder		Esc: 1/1	
Vistas generales		Cotas: mm	18/19



NEMO	Fecha: 26/6/95
Despiece	

16	O - ring	1	Silicón. Ø int. 1/2" Ø secc. 1/8"	Comercial. Apple Rubber Products Inc
15	Computadora	1	Componentes Electrónicos.	Armado de elementos, recubrimiento de silicón Dow Corning 3140-RTV.
14	Fuente de poder	1	Batería plana. Niquel-cadmio de 5V.	Comercial.
13	Tapa del depósito de la fuente de poder	1	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
12	Tapa del depósito de la computadora.	1	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
11	Vidrio	1	Vidrio Templado.	Moldeo con calor.
10	Cilindro	2	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
9	Eje	2	Acero Inoxidable AISI 304.	Maquinado.
8	Broche	2	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección y remachado.
7	Agarre de pantalla	2	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
6	Bisel de pantalla	2	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
5	Bisel interior	1	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
4	Bisel	1	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
3	Cuerpo	1	ABS Terluran 955F - BASF.	Inyección.
2	Máscara de silicón	1	Silicón - Silastic Q4770. Dow Corning -Shore A- 50.	Inyección.
1	Correa	1	Silicón - Silastic Q4770. Dow Corning -Shore A- 50.	Inyección.
No.	Nombre	Cant.	Material	Proceso

NEMO

Fecha:
26/6/95

Despiece

Costos de producción

Para este estudio se considerarán los costos de: costo de diseño, materia prima, proceso, mano de obra, gastos indirectos.

Piezas de silicón

- Costo de los moldes N\$ 35 000.00¹

El costo de los moldes se amortizará en 10 000 piezas. Costo por pieza - N\$3.50

- El costo se calculó sobre 1000 piezas. Las piezas de silicón tienen un peso de 28gr.
- El costo de materia prima por visor es de: N\$ 3.33
- El costo de inyección es de: N\$ 1.10

costo total N\$ 7.93 c/u

Piezas de ABS

- Costo de los moldes N\$ 85 000.00

El costo de los moldes se amortizará en 10 000 piezas. Costo por pieza - N\$8.50

- El costo se calculó sobre 1000 piezas. Las piezas de silicón tienen un peso de 80gr.
- El costo de materia prima por visor es de: N\$ 5.60
- El costo de inyección es de: N\$ 0.90

▪ costo total N\$ 15.00 c/u

¹ Los costos de moldes incluyen material y mano de obra.

Vidrio

- Costo de los moldes N\$ 8 000.00

El costo de los moldes se amortizará en 10 000 piezas. Costo por pieza - N\$ 0.80

- El costo se calculó sobre 1000 piezas.
 - El costo de materia prima por visor es de: N\$ 7.00
 - El costo de moldeado es de: N\$ 10.00
- costo total N\$ 17.80 c/u

Piezas comerciales

Las piezas comerciales incluyen la fuente de poder y el O-ring.

- Costo de batería N\$20.00
- Costo de O-ring N\$ 0.05

Costo total N\$ 20.05

Computadora

- El costo de la computadora, incluyendo todas sus partes N\$1 500.00
- El costo del silicón que recubre los circuitos N\$4.00

Costo total N\$ 1 504.00

Empaque

▪ Costo de empaque	NS2.00
Costo total	NS 2.00

Costo por pieza

Se considera una producción de 12 960 piezas anuales², por lo tanto es una producción de 1080 piezas mensuales.

• Costo total de manufactura de 1 visor	NS 1 566.78
• Gastos indirectos (20% del costo de manufactura)	NS 313.36
• Mano de obra, incluyendo ensamble	NS 5.6

Los gastos indirectos incluyen:

- Gastos de transporte (compra - venta).
- Publicidad y comercialización.
- Luz, agua, teléfono, papelería.
- Desperdicios y defectivos.

Estos costos han sido calculados para ser amortizados en 10 000 piezas:

• Costo de Diseño Industrial	NS 150 000.00
▪ costo por visor	NS 15.00
• Costo de diseño Electrónico	NS 50 000.00
▪ costo por visor	NS 5.00

² ver estudio de mercado.

Costo por pieza

N\$ 1905.74

Para un producto innovador, del cual no existe nada parecido en el mercado, se podría considerar un precio de venta, con una ganancia de hasta un 40%.

Costo de venta

N\$ 2668.03

Comparación de los tres sistemas.

Los precios de los sistemas están considerados en dólares a un tipo de cambio de N\$6.00 por \$1.00 dólar.

Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Visor	Visor	Nemo
Reloj	computadora	
Profundímetro		
Tablas de descompresión		
N\$ 2751.00	N\$ 3465.00	N\$ 2668.03

Conclusión

La mayoría de los accidentes en el buceo se originan por descuido, una gran parte de estos son por descompresión a causa del olvido, la mala lectura de los instrumentos o el mal cálculo de una inmersión.

Después de realizar una investigación en el área de buceo se llegó a la conclusión de que es necesario un equipo que calcule la inmersión, despliegue la información permanentemente en el campo de visión del buzo, sin necesidad de utilizar las manos.

Con los objetivos anteriormente expuestos se diseñó un equipo que cumple con los requerimientos planteados, cuyo resultado es Nemo.

Nemo es un producto que puede ser fabricado fácilmente y su precio de venta no es elevado por lo que puede ser considerado para exportación. Este diseño ha sido pensado para que sea fabricado con tecnología que se encuentra en el país.

Glosario

- ♦ Barotrauma - Daño físico que sufre el cuerpo humano como resultado directo de la expansión y contracción del aire, debido a los cambios de presión.
- ♦ Cabezote - Casco de buzo que se emplea cuando se bombea aire desde la superficie.
- ♦ Cámara Hiperbárica - Cámara de metal usada para compresión, recompresión o descompresión.
- ♦ Enfermedad por descompresión - Formación de burbujas de nitrógeno dentro del organismo.
- ♦ Inmersión - Tiempo sumergido en el agua.
- ♦ Lebeta - Tubo para respirar aire desde la superficie. Documentado por Aristóteles.
- ♦ Manómetro - Medidor de presión de aire.
- ♦ Octopus - Regulador extra, para emergencias.
- ♦ Profundímetro - Medidor de profundidad.

- Regulador - Permite el paso del aire, y regula la presión desde el tanque hasta la boca del buzo.
- SCUBA - Self Contained Underwater Breathing Apparatus.
- Urinadores - Tropa romana de guerreros subacuáticos.

Bibliografía

- ♦ Baltazar Pazos.
Técnicas de buceo deportivo.
México D.F. , 1978.
Editorial Diana.
Pgs. 210
- ♦ Baltazar Pasos.
Técnicas avanzadas de buceo deportivo.
México D.F., 1985
Editorial Diana.
Pgs. 216
- ♦ National Association of Underwater Instructors.
Advanced Diving Technologie and Techniques.
California, USA., 1989
Publicado por: NAUI
Pgs. 298
- ♦ Paul Mc Callum.
The Scuba Diving Handbook.
Canada., 1991
Betterway Publications, Inc.
Pgs. 192
- ♦ Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas.
Manual buceador "Una Estrella."
México D.F.
Publicado por la FMAS.
Pgs. 38

- Sanders and Mc Cormick.
Human Factors in Engineering and Design.
Singapur, 1993
Mc Graw-Hill.
Pgs. 790
- Enciclopedia Británica.
Micropaedia: II, VIII y X
Macropaedia: 3,6,16,17,18 y 19
- James Fisher
El maravilloso mundo del mar
España, 1972.
Editorial Aguilar
Pgs.96
- Jorge L. Tamayo
Geografía moderna de México
México, D.F., 1985
Editorial Trillas
Pgs. 400
- Hecht Zajac
Óptica
México, D.F. , 1986
Editorial Fondo educativo interamericano
Pgs.586
- Hardi and Perrin
The principles of optics
E.U.A. 1932
Editorial Mc Graw-Hill
Pgs. 631

- Donald Pavey
El Gran Libro del Color
E.U.A. 1980
Knapp
Pgs. 256

Catalogos

- BASF Plastics
TERULAN Acrylonitrile- butadiene- styrene (ABS)
Alemania
BASF
- Dow Corning
Catalogo de silicones
E.U.A., 1994
- Edmun Scientific
Catalogo anual, 1994

Revistas

- AdWeek's Marketing Week
Julio, 1991
- Dive Training
Febrero, 1993
- SCUBA Diving
Febrero, 1993

- Skin Diver
Abril, 1994
- Discover Diving
Abril, 1994
- Skin Diver
Diciembre, 1994

Periódico

- Wall Street Journal
7 de mayo de 1993