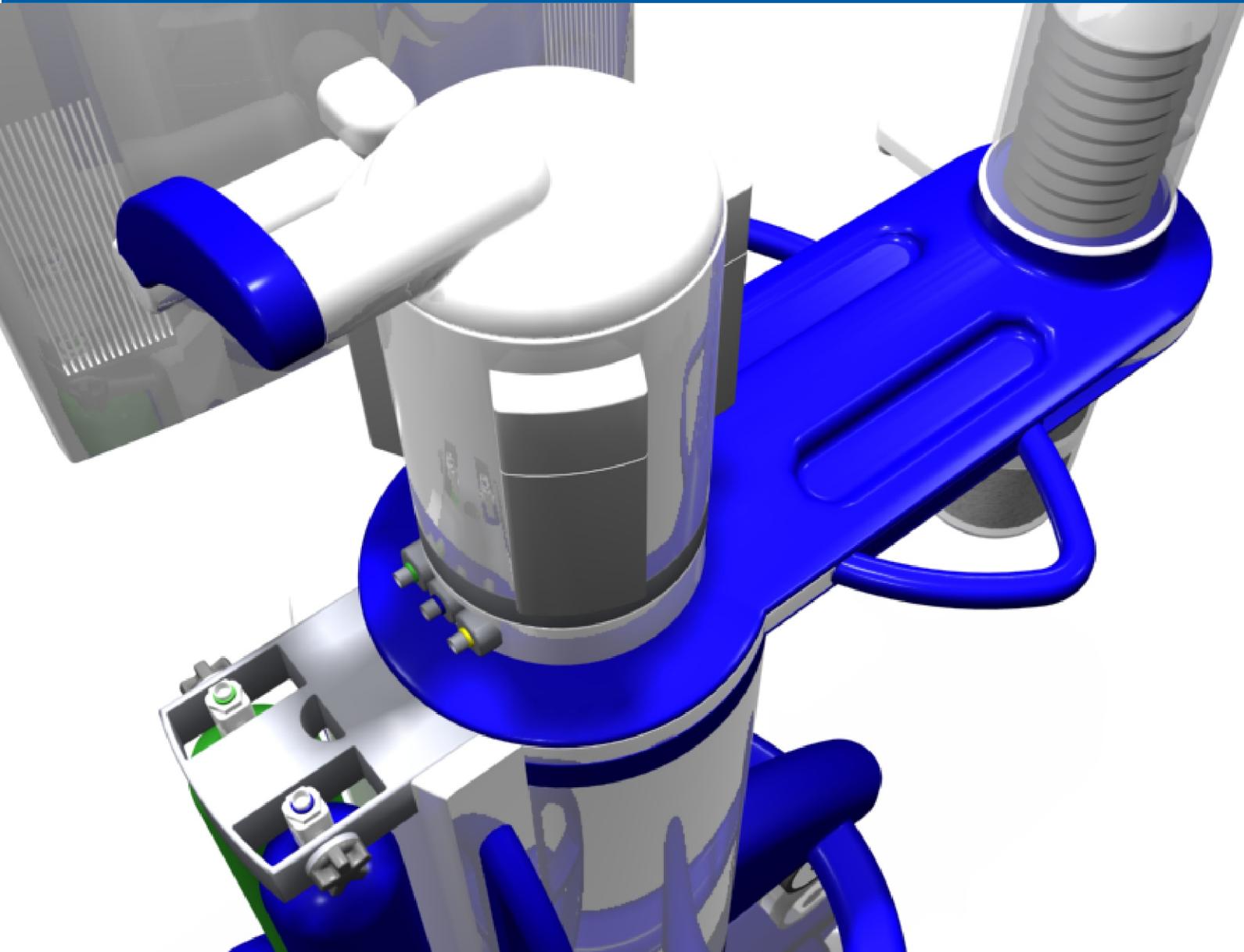




INNOVAMÉDICA



icelus
"ikelos"

UNIDAD DE ANESTESIA

ARTURO ALBARRÁN GODÍNEZ 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ICELUS: UNIDAD DE ANESTESIA INNOVAMÉDICA

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

Arturo Albarrán Godínez



Con la Dirección de:
D.I Héctor López Aguado

Y la Asesoría de:
D.I. Luis Equihua Zamora
D.I. Ariel Méndez Brindis
D.I. Fernando Rubio Garcidueñas
D.I. Sergio Torres Muñoz

“Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa.” Y autorizo a la UNAM para que publique esta tesis por los medios que juzgue pertinentes

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

Facultad de Arquitectura • Universidad Nacional Autónoma de México



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL ID

Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México

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

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

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

NOMBRE ALBARRAN GODINEZ ARTURO

No. DE CUENTA 40009203-4

NOMBRE DE LA TESIS Icelus:Unidad de anestesia Innovamedica .

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 _____ a las _____ hrs.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Ciudad Universitaria, D.F. a 29 septiembre 2004

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
VOCAL D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
SECRETARIO D.I. FERNANDO RUBIO GARCIDUEÑAS	
PRIMER SUPLENTE D.I. ARIEL MENDEZ BRINDIS	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. SERGIO TORRES MUÑOZ	

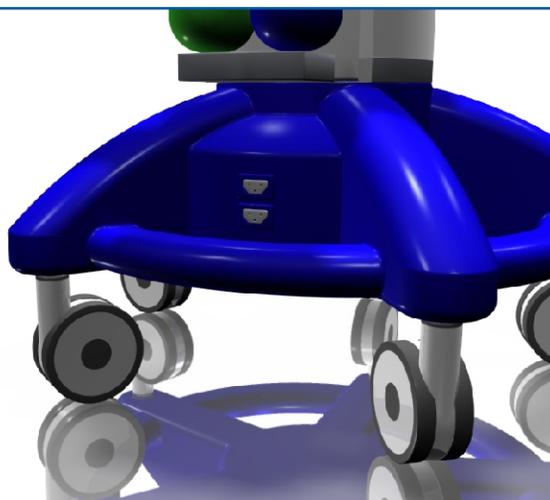
ARQ. FELIPE LEAL FERNANDEZ
Vo. Bo. del Director de la Facultad

Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, D.F. Tel. 5622 08 35 y 36 Fax 5616 03 03

http://ce-atl.posgrado.unam.mx • Correo electrónico: cidi@servidor.unam.mx

Gracias a Dios: por todo.
A Rosaura por ponerle pecas a mi vida y su hermosa compañía.
A mis Padres por su incondicional apoyo y confianza.
A mis Hermanos por enseñarme tantas cosas.

GRACIAS



Icelus

"ikelos"

INDICE

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

REQUERIMIENTOS

INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS

PERFIL DE PRODUCTO

CONCEPTO DE DISEÑO

BOCETOS E IDEAS

PROPUESTA DE DISEÑO

SIMULACIÓN Y COMPROBACIÓN DEL DISEÑO

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO

CONCLUSIONES

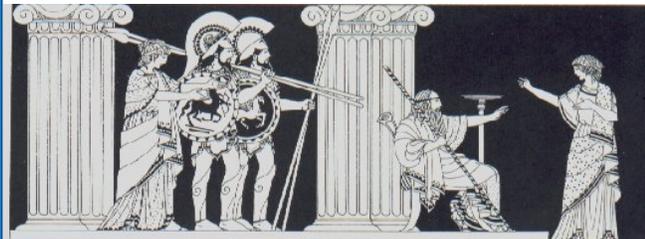
PLANOS Y VISTAS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BIBLIOGRAFÍA

:: Icelus "Ikelos":

Uno de los Oneiros e hijo de Hipnos y Pasitea o de Erebos y de Nyx (Noche). Hermano de Fantaso (Phantaso), Morfeo y Febeto (Phobetor). Iquelo (Icelus/Ikelos=Sueño) era el responsable de producir las imágenes de figuras humanas en los sueños.



:: Unidad de Anestesia

Icelus es un sistema de administración de anestesia completamente automatizado e integral.

El concepto de Unidad de Anestesia se debe a que, todos los instrumentos y sistemas de la misma, se han integrado en un solo objeto, sin necesidad de accesorios, con "cada cosa en su lugar" y dando prioridad ergonómica y estética a los componentes.

El concepto de diseño esta basado en un aspecto más humano de uso y funcionamiento de la máquina, pero considerando en todos los aspectos de diseño la complejidad tecnológica y técnica del proyecto. Hasta ahora, el diseño de máquinas de anestesia había sido dictado principalmente por los aspectos técnicos. Algunas innovaciones tecnológicas y formales de los últimos años han permitido replantear la base de diseño de dichos aparatos. Sin embargo esto ha sido siguiendo los cánones que rigen a la anestesiología y su instrumental, sin considerar aún el aspecto humano ni el ergonómico. Ahora se busca integrar todos los sistemas que componen a la máquina de anestesia en un solo objeto, con formas que brinden una vista mas amable, mayores superficies de color, quitando la monotonía a un aparato frente al cual se van a estar varias horas si la intervención así lo exige. En la Unidad de Anestesia se pueden visualizar los componentes con mayor facilidad. El monitor permite varios movimientos y acomodados para el usuario, según sea su preferencia. Otro aspecto innovador es la consideración de un uso diestro o zurdo de la máquina, lo que le permite colocarla en casi cualquier posición en el quirófano, brindando mejor adaptabilidad e interrelación usuario-máquina. Otra consideración de diseño es que el proyecto esta desarrollado con base en tecnologías nuevas y sistemas automáticos electrónicos.

:: Desarrollo del Proyecto

Esta tesis se desarrollo bajo la dirección y asesoría del **D.I. Héctor López Aguado**, quien dirigió y encaminó el proyecto con su conocimiento del diseño medico, ayudando a dar estructura al proyecto. Recomendó y ayudo a la selección de los procesos y configuración del diseño y aspecto final del diseño de la Unidad de Anestesia. **D.I. Luis Equihua Zamora**, quien puso especial atención interés en los aspecto de semiótica y lenguaje del producto, asi como el desarrollo y evolución del diseño final. También apporto el cuadro de análisis de diseño industrial para identificar los puntos de innovación. **D.I. Fernando Rubio Garcidueñas**, quien asesoró los aspectos de mercado y plaza del proyecto, planteando escenarios de producción y apporto el indice de desarrollo de esta tesis. **D.I. Ariel Méndez Brindis**, quién asesoró la conclusión del proyecto y la fase de requerimientos, aportó ideas sobre la viabilidad del proyecto y su argumentación. **D.I. Sergio Torres Muñoz**, quien asesoro la viabilidad de los procesos propuestos tomo parte importante en el detallado de los modelos de presentación. **Dr. Emilio Sacristán Rock** (Innovamédica) quien asesoró sobre el funcionamiento de las máquinas de anestesia y apporto material intelectual sobre mejoras tecnológicas. **D.I. María Bibiana Suárez Medina** (Innovamédica) quien asesoró el desarrollo del diseño industrial y el avance del documento y dirigió este por parte de Innovamédica **M.C. Carlos Escobedo** (Innovamédica) quién asesoro en los cálculos de esfuerzo y resistencia del diseño, asi como asesoría de materiales y métodos de producción. **Innovamédica S.A de C.V.** que financió el proyecto de tesis y proveyó el proyecto y la idea original para su desarrollo. **D.I. Ricardo Trejo Becerril**, quien asesoró sobre materiales y procesos posibles.

:: Cliente

Innovamédica S.A de C.V.

:: Materiales y Producción

Monitor y Superficies Plásticas/ Termoformados en PP y piezas de fibra de vidrio; Cubiertas del cuerpo principal/ Aluminio rolado y laqueado; Base/ Rotomoleado en HIPS con insertos en aluminio; Soporte y estructura Internos/ ZINALCO Fundido en Fundición en Arena a la Cera Perdida.

:: Características

Máquina RMN Avanzada para niveles I y II de atención con sistemas avanzados de control y monitoreo de gases y de procedimiento anestésico, con opciones de manejo diestro o zurdo.

Ventilación Manual y Automática cartucho para tres gases anestésicos. Entrada de pared para tres gases y dos para tanques auxiliares, superficie para instrumental y panel para anotaciones y controles. Absorbedores Intercambiables

:: Mercado

Mercado Nacional, sectores de salud Público y Privado. Competencia y sustitución de maquinas de anestesia de importación.

Exportación y comercialización a Latinoamérica en un mediano plazo.



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

UNIDAD DE ANESTESIA

Icelus
"ikelos"

INTRODUCCIÓN
ANTECEDENTES
REQUERIMIENTOS

UNIDAD
DE
ANESTESIA

:: Definición

La *American Society of Anesthesiologists* define Anestesiología como: "La práctica de la Medicina dedicada al alivio del dolor y al cuidado completo e integral del paciente quirúrgico, antes, durante y después de la cirugía".

Dioscórides (50 d.C.), médico griego. El origen primario de la palabra anestesia en su significado moderno corresponde a él. Al describir los efectos de la mandrágora empleó la palabra exactamente como se usa en la actualidad.

La palabra "anesthesia" aparece en el diccionario inglés de Bailey (1721). Oliver Wendell Holmes sugirió a Thomas G. Morton el término. M. J. Seifert (1902) idea la palabra "anestesiología", como la ciencia que incluye los métodos y recursos para producir insensibilidad al dolor, con hipnosis o sin ella. "El anestesista es un técnico; el anestesiólogo es un médico, es una autoridad científica en anestesia y anestesiología".

Antes, durante y después del acto quirúrgico el paciente está en contacto con un médico especialista muy importante -el anestesiólogo-. *Como un componente vital dentro del equipo operatorio, el anestesiólogo tiene la responsabilidad del bienestar del paciente que se halla bajo bisturí y anestesia, él es quien aboga por el paciente en la sala de operaciones.*



William Morton aplicando éter a un paciente 1846



Como en muchas áreas de la medicina, la anestesiología encuentra cada vez mas necesario valerse de equipo cada día mas avanzado. Al tiempo que este se vuelve mas confiable y permite al operador mayor soltura técnica y mejor desempeño, también requiere de una mayor comprensión del equipo. Ha de ser consideración fundamental en función de sus pacientes, que el operador sea en extremo responsable de la operación eficiente y segura del equipo.

La mayoría de los equipos de anestesia no vienen con un manual de uso, y si lo llegan a tener, pronto este se perderá en un archivero. La mayoría de los textos sobre equipos de anestesia solo abarcan algunas partes del equipo, usualmente sin mucha profundidad al respecto. Aunque si, los componentes son tratados individualmente sin la intención de lograr un esquema general para entender el equipo por completo en un solo objeto comprensible. Desafortunadamente, esta manera es usualmente incompleta y no permite una comprensión clara y precisa. Algo que cabe mencionar -y es de gran importancia- es que el uso apropiado de una máquina de anestesia tiene que ver con una cosa en específico: la administración segura de anestesia. Siempre esta presente el peligro de que la atención al equipo pueda sustraer atención del paciente o reemplazarla por completo en algún momento. Incluso con el equipo mas sofisticado la vigilancia y la atención son eminentemente necesarios para evitar la morbilidad del paciente. "La importancia de un ambiente adecuado no es el que la vigilancia sea innecesaria, sino efectiva"

De: "Understanding Anesthesia Equipment. Construction, Care and Complications" de Jerry A. Dorsch y Susan E. Dorsch. 1975.



Cirugía fines del siglo XIX

:: Historia de la Anestesia

Hasta hace unos 150 años la cirugía se practicaba sin anestesia. Varios hombres sujetaban al paciente cuando intentaba escapar del bisturí médico. Los cirujanos incluso recorrían al alcohol para adormecer al paciente, lo golpeaban para que perdiera el conocimiento o aplicaban bolsas de hielo en la parte que iban a operar.

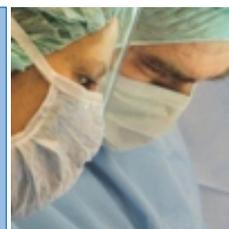
La primera vez que se usó gas anestésico fue el 30 de marzo de 1842 en Jefferson, Estados Unidos, cuando el doctor Crawford Long extirpó un tumor del cuello de James Venable, primer paciente que inhaló éter. Pero no fue sino hasta 1846, después de que William Morton extrajo una muela en público a un paciente que había inhalado éter, cuando se generalizó el uso de esta sustancia como anestésico. En ese mismo tiempo, también en Estados Unidos, empezó a utilizarse en la cirugía dental, el óxido nítrico inhalado, conocido como gas hilarante y empleado por los payasos en los circos. En Gran Bretaña se estaban investigando las propiedades anestésicas del cloroformo, en particular para aliviar los dolores de parto.

Sin esos anestésicos pioneros, no serían posibles muchos de los procedimientos quirúrgicos actuales. Hoy día se pueden efectuar muchas operaciones delicadas sin provocar ningún dolor, como trasplantes de órganos, cirugía plástica y extirpación de tumores. La palabra anestesia procede del griego y significa "sin sensación". Todos los anestésicos inducen a dicho estado -en forma

general o local- bloqueando el paso de señales de dolor hacia el cerebro, si bien aun no se conoce con exactitud como funciona este bloqueo. La pérdida de sensibilidad al dolor, o analgesia se puede conseguir con el óxido nítrico, pero no duerme al paciente, más bien, le provoca una excitación física o mental. El sueño suele inducirse por medio de un barbitúrico inyectado, y los músculos luego se relajan con un neurobloqueador o relajante muscular. Durante la operación se vigila el funcionamiento renal, la circulación sanguínea y la respiración del paciente para regular cualquier cambio causado por la anestesia. Hay tres tipos de aplicaciones principales de los anestésicos locales.

Una de ellas es para suprimir la sensibilidad de las terminaciones nerviosas de las membranas mucosas, como las de los ojos, la nariz y la boca; se usan por ejemplo, para extraer un cuerpo extraño de un ojo. Otros anestésicos se inyectan en un nervio para insensibilizar una zona pequeña y permitir, por ejemplo, que se extraiga una muela. Y hay otros que se inyectan en un haz de nervios para anestesiarse una parte grande del cuerpo, por ejemplo un brazo. Hay otro tipo que son los gases anestésicos: Isoflurano, Sevoflurano, Enflurano, Desflurano, Halotano. Estos se administran en una Unidad compuesta por un circuito ventilador cerrado que se introduce al paciente y del cual este respira los gases mezclados.

Antes de la era de la pulsoximetría y la capnografía se aceptaba una mortalidad de 1:10,000 en ASA I; ahora es de 1:200,000, es decir 20 veces menor. La mortalidad quirúrgica: Esta ha aumentado enormemente. A manera de ejemplo, la mortalidad por liposucción es de 5 por 1000 y la mortalidad por procedimientos laparoscópicos es de 0.5%, la mortalidad por cirugía de columna con instrumentación es de casi 1%. Esto, en países que cuentan con alta tecnología y estadísticas confiables.

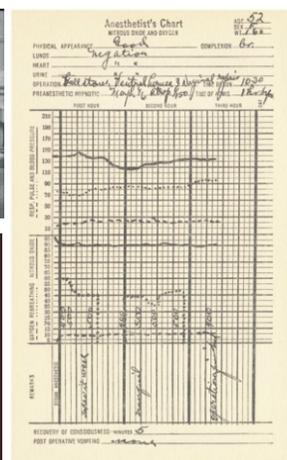
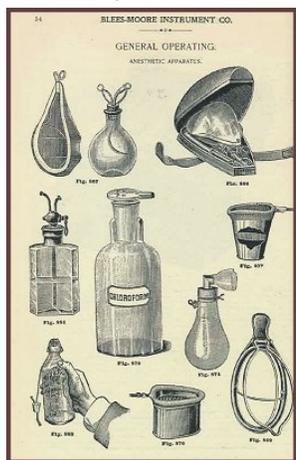


:: Evolución de la Máquina de Anestesia

En el cuadro inferior de imágenes, cabe observar la evolución que ha tenido la máquina de anestesia a lo largo del su historia. Pero es notable, que por su misma especialización y complejidad, el icono de la misma no ha variado mucho, puesto que es un diseño regido por la función y secuencia de uso de sus componentes.

Antiguos instrumentos para administración de Anestesia. (www.anestesia-nursing.com)

Cirugía principios del siglo XX
Der: Registro Anestésico del paciente



Máquinas de Anestesia años 60 a 90



Unidades de Anestesia actualmente

:: Átomos que transmiten el Dolor

Una explicación de como actúa la anestesia proviene de las investigaciones efectuadas con los anestésicos locales, de los cuales se sabe que interfieren la transmisión de los impulsos nerviosos a través del cuerpo. Los átomos de sodio y potasio desempeñan un papel fundamental en la transmisión de dichos impulso al cerebro. Su alguien se golpea un dedo del pie, por ejemplo, los átomos de esos elementos atraviesan la membrana de la célula nerviosa en direcciones opuestas, provocando que ocurra lo mismo en la célula contigua y así sucesivamente, hasta que así la señal llega al cerebro; entonces se percibe el dolor. Pues bien, el anestésico impide que los átomos atraviesen las neuronas y por lo tanto, ninguna señal de dolor llega a la medula espinal. Se considera que la anestesia produce su efecto al suprimir la actividad de ciertas enzimas de las células nerviosas, o al modificar las propiedades de las membranas celulares, o incluso interactuando con las moléculas de agua presentes en el cerebro para formar cristales que afectan el paso de una señal por las neuronas.



:: Antecedentes del Caso



INNOVAMÉDICA S.A. DE C.V.

Innovamédica fue creada en el año 2000 como una subdivisión de Grupo Vitalmex, para servir de enlace entre las instituciones de investigación y las empresas fabricantes y distribuidoras en el desarrollo de equipo médico. Específicamente, el objetivo de Innovamédica es convertir diseños y conceptos de productos en prototipos estudiados, comprobados, y completamente funcionales. Para lograr esto Innovamédica integra un equipo de diseñadores, ingenieros e investigadores y tiene convenios de colaboración con otras instituciones de investigación tales como el Área de Ingeniería Biomédica de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa), el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INC-ICH), el Instituto Mexicano de la Asistencia Circulatoria y Órganos Artificiales (IMACOAR), la Escuela de Medicina de la Universidad de Yale, los colegios militares de Ingeniería y Ciencias Médicas y el *Texas Heart Institute*. Cada proyecto se desarrolla en colaboración cercana a los socios comerciales y/o clientes de la empresa, tales son Vitalmex International, *Medicus* y *Tyco Healthcare*. El financiamiento de proyectos viene de capital de inversión, becas de investigación del gobierno, y/o directamente por el socio comercial.

Innovamédica es una empresa subsidiaria de Grupo Vitalmex, dedicada a la investigación, diseño y desarrollo de instrumental y equipo médico. Compuesta por un altamente calificado grupo interdisciplinario de ingenieros, diseñadores, investigadores y médicos, genera prototipos en periodos cortos, desarrollo de programas y sistemas, planeación y coordinación de pruebas clínicas y protección de patentes para medianas y grandes empresas.



Las utilidades de Innovamédica se obtienen por medio de licitar las propiedad intelectual de sus proyectos, o por contratos de consultoría técnica o de servicio.

Entre sus ventajas comerciales se encuentra su especialidad en desarrollo de programas, diseño de equipo analógico o digital, diseño industrial y mecánico, desarrollo de prototipos en plazos cortos, información técnica y científica, investigación de patentes, protección de propiedad intelectual, y documentación de productos. Enfatizando un estricto control de calidad en tiempo y presupuesto de proyecto.

Máquinas de Anestesia

Innovamédica busca aprovechar el espacio que hay en el mercado de maquinas de anestesia y que no ha sido satisfecho. Aun cuando hay una gran cantidad de máquinas de anestesia, quedan muchas posibilidades de mejora no resueltas.

Esta posibilidad de mejora se debe a muchos aspectos, entre ellos: los complejos mecanismos y sistemas que las componen, la precisión con que deben ser manejadas, ya que como se mencionaba al principio del capítulo cualquier error de cálculo o distracción puede terminar en un daño irreversible, o con la muerte del paciente incluso.

La serie de mejoras que se propone hacer; son en el campo de programación y sistemas, ingeniería electrónica, de materiales y bio médica. Por esto se necesitan hacer adecuaciones ergonómicas y estéticas a la máquina. Acorde con el replanteamiento de dicho aparato, diseñando desde cero, con una imagen radicalmente diferente, aprovechando así las mejoras tecnológicas que la empresa plantea invertir en este proyecto. De tal forma, que el funcionamiento y la forma sean de una máquina de anestesia nueva.

Esta lista de mejoras comprendía tres vertientes:

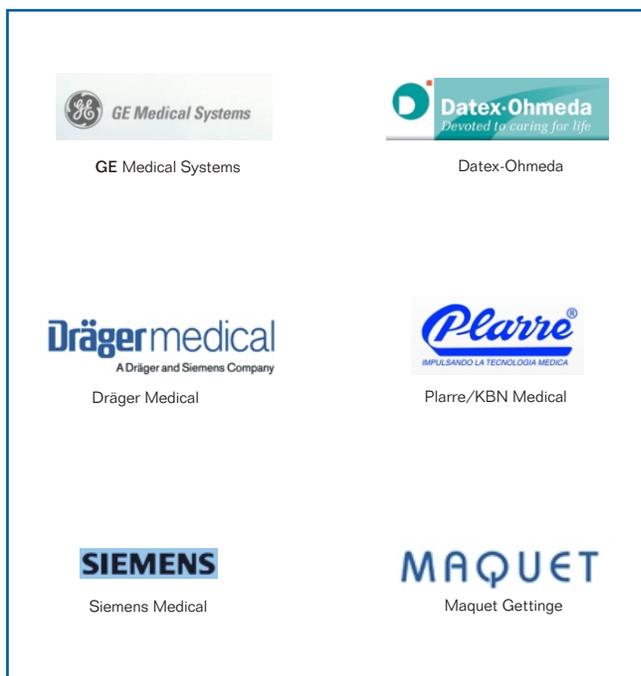
1. *Sobre las actuales máquinas de fabricación nacional, hacer una actualización estética.*
2. *Sobre las mismas máquinas e integrando sistemas de control automático y electrónico, hacer mejoras estéticas y funcionales.*
3. *Desarrollar una máquina completamente nueva, enfocada en resolver las deficiencias del actual diseño que las máquinas tienen, e integrar por completo un sistema de control por automatizado.*

Finalmente se optó encaminar el proyecto por la tercera vía, con la finalidad de lograr al final del mismo, un concepto que se pueda presentar a inversionistas o empresas interesadas en adquirirlo para su introducción al mercado y posterior producción.

:: Máquinas de Anestesia en México

En México la mayoría de aparatos médicos que se usan actualmente en los quirófanos son de importación y en algunos casos de empresas nacionales. Una de estas es *Plarre*. Estas máquinas a pesar de su probada calidad han quedado atrás en varios aspectos de competitividad: no han evolucionado su funcionamiento en los últimos treinta años, siguen siendo maquinas muy complejas y de diseño conservador. Ya que su aspecto, de los materiales y sistema de producción han variado muy poco. Funcionan con mecanismos de válvulas, rotámetros y vaporizadores manuales. Medidores analógicos que son susceptibles a la presión atmosférica y sus variaciones así como a la altura, muestran variaciones de presión que no dependen de la máquina, además de dar lecturas no precisas que generan riesgo en la administración de anestésicos. Por estas razones, los médicos y hospitales han optado por adquirir aparatos importados, mas precisos y de mejor calidad en general. Además ya incorporan elementos electrónicos y materiales de aspecto mas agradable y mejor calidad, con acabados en plástico. Son máquinas diseñadas para ser escalables o de *arquitectura abierta*: es decir, pueden añadirseles implementos y mejoras con el avance de la tecnología y el tiempo. Por lo que son más duraderas desde el aspecto económico y de vida útil.

Por esto, se presenta necesario un rediseño y replanteamiento de la máquina de anestesia que pueda competir bajo las actuales y futuras condiciones del mercado de dichos equipos.



Marcas de empresas fabricantes de máquinas de anestesia mas conocidas



Máquina de Anestesia de manufactura Nacional.

Consta de gabinete, servoventilador, tres vaporizadores para gases, medidores y dos absorbedores de cal sodada.

:: Requerimientos del Proyecto



La siguiente es la lista de requerimientos de diseño y técnicos de la **Unidad de Anestesia** generada a partir de las propuestas hechas por *Innovamédica*, así como las integradas con base en las nuevas tecnologías y estándares que rigen el diseño médico y de máquinas de anestesia.

Desde aquí se abordará el concepto de *Unidad* haciendo clara diferencia con las máquinas actuales. Con base en los sistemas que las componen, se genera un aparato que no tiene integrados dichos sistemas ni mecanismos y que sólo responden a un acomodo meramente técnico, sin profundizar más allá de la distribución lógica pero no integrada del equipo e instrumentos.

Tanto en el aspecto de función estética como en función ergonómica, se van a desarrollar conceptos de *lenguaje integrado* en la propuesta, con el fin de obtener un *único* objeto que mantenga y satisfaga el carácter y complejidad de la especialidad, pero que al mismo tiempo sea un diseño humano, asimilable. Que siga remitiendo al uso y funcionamiento de las actuales máquinas de anestesia, evitando generar una propuesta que provoque el rechazo del consumidor por ser demasiado innovador, de tal forma que pueda reconocerlo de primera instancia.

La lista que a continuación se presenta se generó a partir de un estudio minucioso de lo que el cliente solicita y lo que las otras máquinas en el mercado han integrado en avances y mejoras en los últimos años.

Unidad de Anestesia

- Romper el esquema usual de configuración, forma y uso de la máquina de anestesia: hace un planteamiento diferente al icono que es un cubo con cajones y los componentes desintegrados.
- Deberá contar con superficie para poder hacer anotaciones con área de guardado y pinza para sostener papeles y notas de la cirugía.
- Espacio para apósitos, jeringas e instrumentos.
- Operada por sistemas electrónicos o por computadora.
- Un solo monitor que integre toda la información, de un tamaño que permita su fácil lectura y sensible al tacto.
- Monitor de O₂. Monitoreo de la presión: graficación en tiempo real.
- Monitoreo de flujo: graficación en tiempo real.
- Valores numéricos de: Volumen tidal, Frecuencia respiratoria y Volumen x minuto.
- Deberá automatizar y simplificar procedimiento anestésico.
- Deberá mejorar el control de la mezcla de gases anestésicos y calidad de la misma por medios electrónicos.
- Deberá proponer un mejor manejo de la máquina en el quirófano.
- Deberá ser una aplicación para ambientes de trabajo en espacio limitado.
- Deberá adaptarse a los avances tecnológicos continuos (sistemas electrónicos y programas).
- Deberá ser una estación de trabajo de uso flexible y económico.
- Permitir la actualización de programas y funciones opcionales. Apta para ingresar nueva información continuamente.
- Uso de técnicas de bajo flujo para minimizar el uso de gases anestésicos; asegurando una operación económica en el uso.
- Monitoreo de los gases de inhalación en un sistema semi-cerrado, cerrado y semi-abierto.
- Sistema de circulación/absorción de paciente, debe estar ubicado en un mismo contenedor, en un módulo de aluminio sólido, con el correspondiente ahorro de espacio. El módulo deberá humedecer el gas del paciente y eliminar la condensación dentro del sistema.
- Deberá incorporar una válvula de entrada de aire, que permita la introducción de aire del quirófano en caso que el suministro de gas fresco falle.
- El ventilador deberá de calibrar todos los sensores incorporados de manera automática.
- Deberá contar con un motor alterno, que impulse al módulo paciente.
- Deberá contar con una fuente de poder independiente de la corriente eléctrica del hospital.

Ventilador

Controlado por microprocesadores. Con mandos independientes. Programación variable del ventilador, que habilite al usuario a ventilar a pacientes con las condiciones de pulmón más complicadas. Sistema de prueba comprensivo (al inicio) así como el manejo de alarmas. Reforzar seguridad del paciente y evitar el uso no controlado de la máquina. Diseño ergonómico que permita al usuario la vigilancia de controles y monitores; además de permitir que los parámetros del ventilador puedan ser fijados en una manera rápida y simple. Ventilación Controlada, Manual, y Espontánea; modos CMV Sincronizado y PCV.

Monitoreo

Monitor de O₂: mediante Fuel Cell, con medición de FiO₂ (0-100%)
 Monitoreo de la presión: graficación en tiempo real
 Valores numéricos de: PEEP, Pmean, Ppeak y Plateau
 Monitoreo de flujo: graficación en tiempo real
 Valores numéricos de: Volumen tidal, Frecuencia y Volumen Minuto
 Gases anestésicos: halotano, enflurano, isoflurano, desflurano y sevoflurano, O₂, N₂O y CO₂
 O₂: 0- 100 Vol %
 CO₂: 0 - 10%; 0- 76 mmHg o 0 - 10kPa
 N₂O: 0 - 100%

Modulo / Sistema de Absorción

Sistema de absorción: Semi-cerrado, semiabierto y cerrado
 Temperatura de calefacción: 36 ± 2°C
 Máxima temperatura de esterilización: 134°C
 Complacencia del sistema: Compensación
 Esterilización: Automática
 Derivador de gas fresco: Inspiratorio

Componentes del Modulo Paciente

Sistema capaz de circulación/absorción a bajo flujo. Absorbentes de CO₂, filtros de cal sodada (2) intercambiables durante la cirugía o desechables. Derivador de gas fresco inspiratorio. Medición de O₂ inspirado. Medición de volumen espirado. Módulo de paciente calefaccionado, que humedece el gas del paciente y elimina condensación dentro del sistema.

Vaporizadores

Termo, baro y flujo compensados.
 Cartuchos para tres gases:
 • Enflurano
 • Isoflurano
 • Desflurano

Suministro de Gas

- O₂
- Aire
- N₂O

Rotámetros

Flujo de gas fresco: módulo de flujímetros de 5 posiciones

Cilindros de Reserva

Tipo de cilindro: 2L o 10L
 Número de Conexiones de Cilindros
 O₂: 1
 Aire: 1

Esterilización y Limpieza

Todos los componentes que entran en contacto con el gas del paciente sean esterilizables por autoclave. Superficies lisas que aseguren la desinfección completa del área de trabajo durante la limpieza.

:: Diagrama de Requerimientos



*Anestesiólogos Hospitalares

INVESTIGACIÓN

UNIDAD
DE
ANESTESIA

:: Investigación de la Máquina de Anestesia

La máquina de anestesia es un aparato de profunda complejidad en cuanto a composición y manejo. Esta está integrada por varios instrumentos y mecanismos que cumplen las funciones de mezclar, mover y reciclar los gases anestésicos al paciente durante la cirugía. Es también su fuente de respiración o sus "pulmones" durante la misma. Todo esto está operado por el anestesiólogo quién es el usuario principal. Esto nos lleva a apreciar la máquina de anestesia desde otro aspecto: como estación de trabajo, ya que también cumple las

funciones de apoyo y superficie para anotaciones, poner instrumentos y apósitos durante la intervención y área de guardado, con lo que se convierte en el instrumento de trabajo principal para el especialista.

También puede abordarse desde el aspecto de equipo quirúrgico con base en su interrelación con los demás elementos del quirófano; como son la cama de operaciones, carro rojo, carro de inyecciones. Esto cabe mencionarse porque la máquina no está aislada en el quirófano y es parte de un equipo quirúrgico obligado.

:: Componentes de la Máquina de Anestesia



Servoventilador y Monitor de Signos Vitales:

Con estos se apoya el sistema de respiración cerrado automático y muestra las constantes de pulso, oximetría y ECG.



Monitor de Gases y Ventilación

se miden las mezclas de gases así como la FiO_2 del paciente.



Vaporizadores:

Estos contenedores almacenan el gas anestésico y lo mezclan con el gas a presión (Aire, O_2 , N_2O).



Absorbedor de CO_2 :

Filtros de Cal Sodada para la absorción de CO_2 espirado del paciente.



La Cal Sodada con la cual está compuesto el absorbedor de CO_2 se torna púrpura a medida que esta se satura de dicho compuesto, teniendo que renovarlo cuando este se satura.



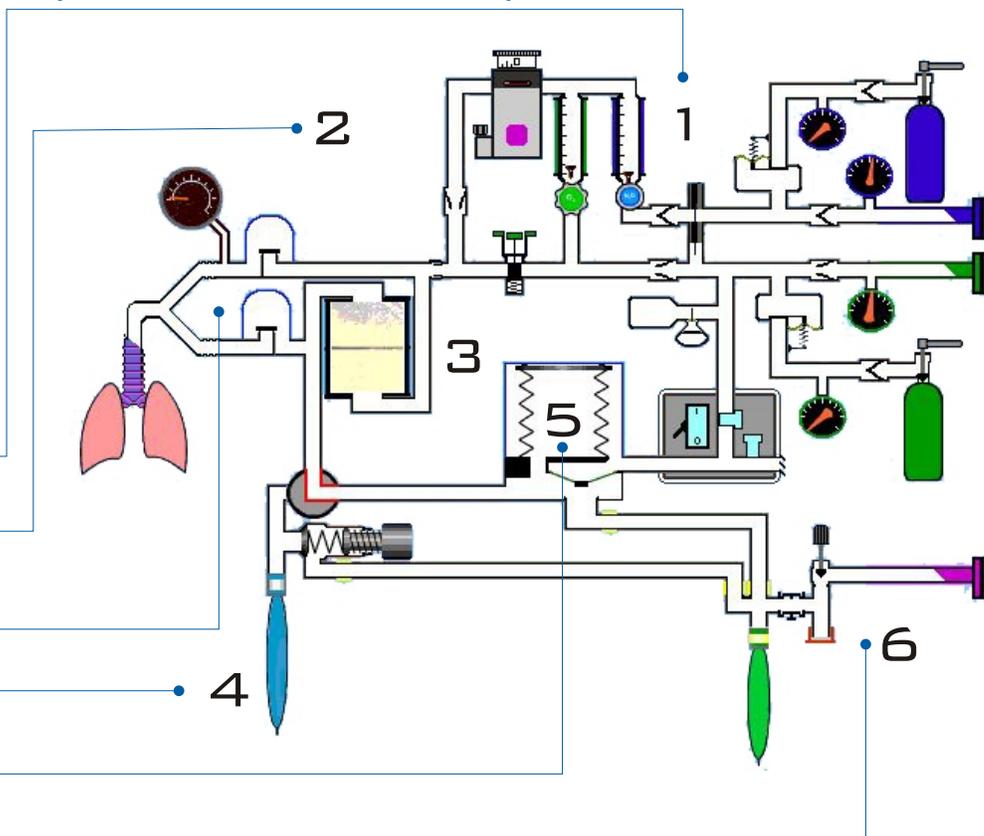
Modelo: Dräger Fabius GS

Cajones de Accesorios:

Estos se ocupan para guardar algunos apósitos e instrumental de la intervención



:: Esquema de Funcionamiento de la Maquina de Anestesia



- 1. Sistema de Alta Presión
- 2. Sistema de Baja Presión
- 3. Sistema Circular Cerrado de Respiración
- 4. Sistema Manual de Ventilación
- 5. Sistema Automático de Ventilación
- 6. Sistema de Eliminación

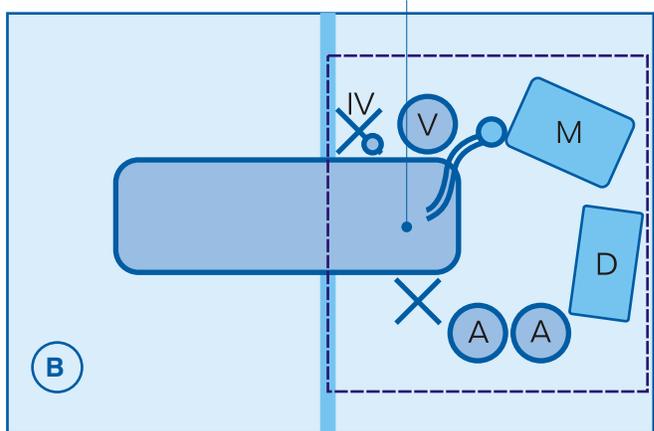
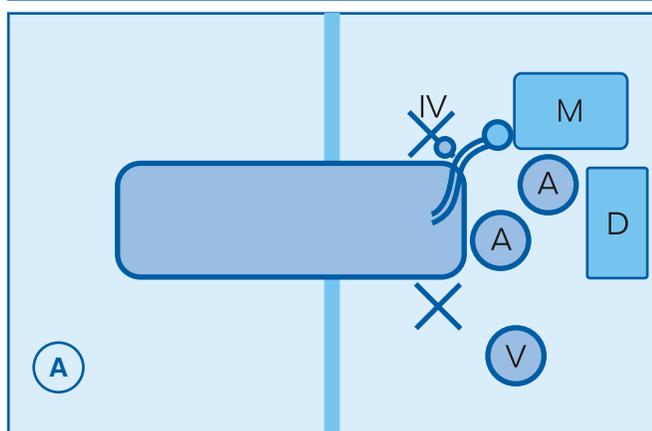
VAM The VirtualAnesthesia Machine© www.vam.anest.ufl.edu

Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004



Los recuadros inferiores muestran propuestas para mejorar la distribución del área del anestesiólogo, con base en los actuales estándares de operación, con la primera vista como la distribución usual y la segunda como una mejora de la misma para hacer el espacio habido más operativo y confortable.

Este cuadro muestra la distribución propuesta para mejorar el espacio del anestesiólogo: y su asistente(A) Maquina(M) carrito de inyecciones(D). La infusión (I) es plenamente visible y el visitante(V) tiene un buen lugar, mientras todo se mantiene libre en el área controlada (recuadro azul).



Quirófano y Área de Anestesia actualmente.

Propuesta de Administración de espacio de Anestesia.

:: Directorio Nacional de Unidades Médicas

El Directorio de Unidades Médicas se conformó con la información reportada por las instituciones públicas que conforman el **Sistema Nacional de Salud**, la información corresponde a 2002. Existen diferencias con el total de unidades reportadas por institución con respecto al Boletín de Información Estadística No. 21, por las razones que se exponen a continuación:

Secretaría de Salud:

Comprende el total de unidades, las cuales se clasifican en: Hospital General, de Especialidades, Psiquiátricos, Urbanos de Núcleo Básico, Rural de Núcleo Básico, Unidad Móvil, Centro de Salud con Hospital (unidades híbridas).

IMSS:

Contempla las unidades médicas de primero, segundo y tercer nivel de atención, excluyéndose a las unidades auxiliares (puestos de fábrica, consultorio médico y consultorio de enfermería) por ser servicios médicos que se otorgan en espacios físicos de diferentes tipos de empresas públicas o privadas y éstas unidades auxiliares dependen administrativamente de una unidad médica.

IMSS Oportunidades:

Incluye todas las unidades clasificadas en: Unidad Médica Auxiliar, Unidad Médica Rural y Hospital Rural. El número de médicos y enfermeras son los que la institución estima para cada una de las unidades.

ISSSTE:

Incluye sólo las unidades de la institución y no las subrogadas.

PEMEX:

Incluye sólo sus unidades de hospitalización.

SEDENA:

Incluye sólo unidades de hospitalización.

SEMAR:

Se refiere a unidades de hospitalización, más dos sanatorios. El número de camas corresponde a camas censables y no censables.

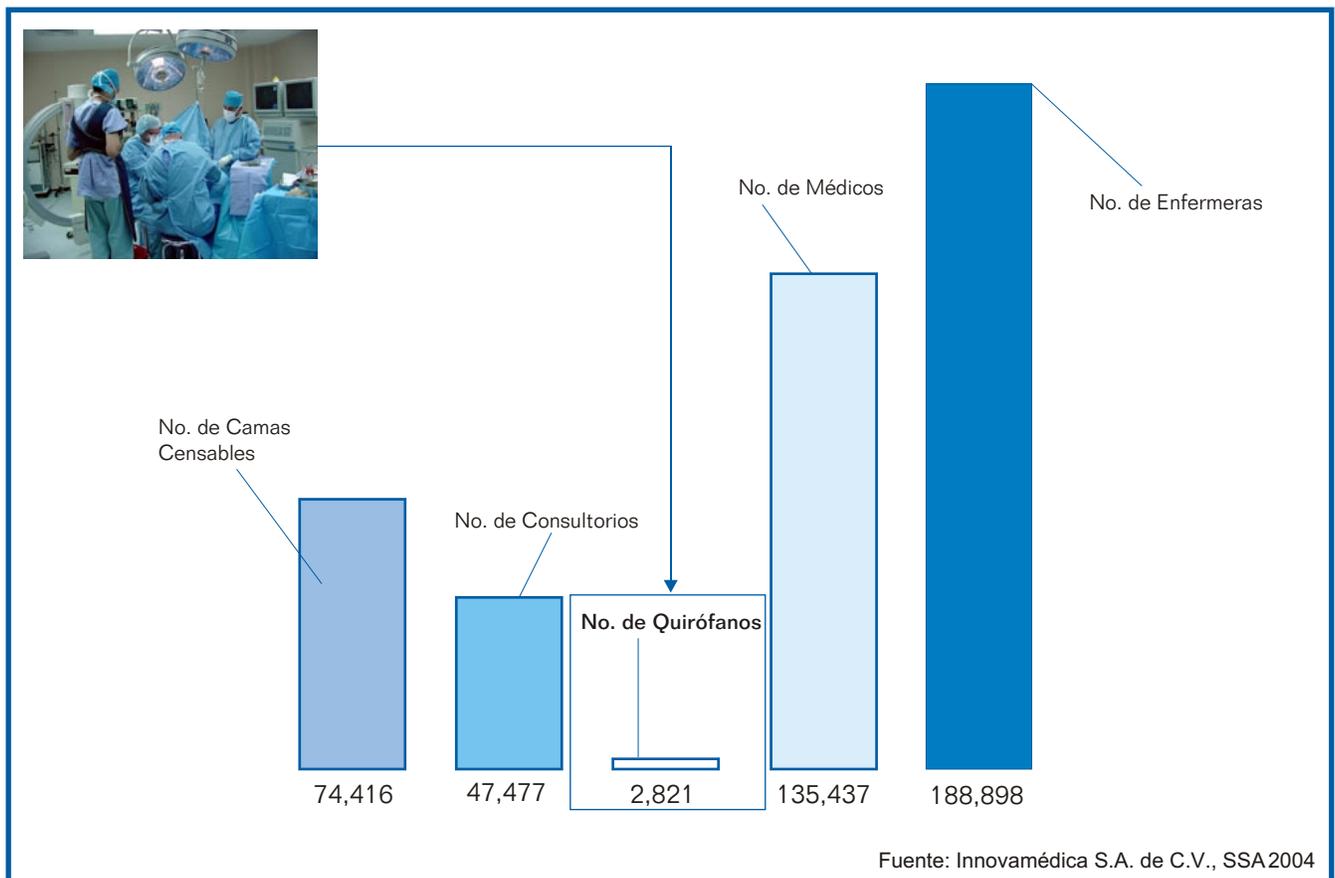
**:: Sistema Nacional de Salud, Unidades de Atención por Institución**

Sistema Nacional de Salud						
Unidades de atención por institución, 2001						
Institución	Total de Unidades	Consulta Externa	Hospitalización			
			Total	General	Especialidad	
Nacional	19,359	18,354	1,005	825	180	
Población no derechohabiente	15,453	14,942	511	403	108	
SSA	11,835	11,402	433	332	101	
IMSS-Sol.	3,609	3,540	69	69	0	
Otros 1/	9	0	9	2	7	
Población derechohabiente	3,906	3,412	494	422	72	
IMSS	1,769	1,510	259	219	40	
ISSSTE	1,247	1,145	102	91	11	
PEMEX	215	192	23	15	8	
SDN	341	299	42	39	3	
SM	137	105	32	31	1	
Estatad 2/	197	161	36	27	9	

1/ Incluye información de hospitales universitarios y hospital del Niño Poblano.
2/ Incluye información del Sistema de Transporte Colectivo (Metro).
Fuente: SSA.DGIED. Boletín de Información Estadística núm. 21, 2001. México, 2002.

:: Número de Quirófanos en Hospitales Públicos del País

2,821 Quirófanos en Hospitales Públicos



4,199 Quirófanos en Hospitales Privados*



*Fuente Innovamédica S.A. de C.V. 2004

:: Número de Intervenciones Quirúrgicas Diarias por Quirófano por Sector



7,020 Quirófanos a Nivel Nacional

Sector	Año	Intervenciones Quirúrgicas Diarias por Quirófano
Público	1990	ND
	1993	ND
	1996	0.4
	1999	0.5
	2000	0.5
	2001	0.4



321,930 Intervenciones Quirúrgicas en Quirófanos Públicos en 2001

Sector	Año	Intervenciones Quirúrgicas Diarias por Quirófano
Privado	2001	2.8
	2000	2.8
	1999	2.8
	1996	2.7
	1993	2.5
	1990	4.4

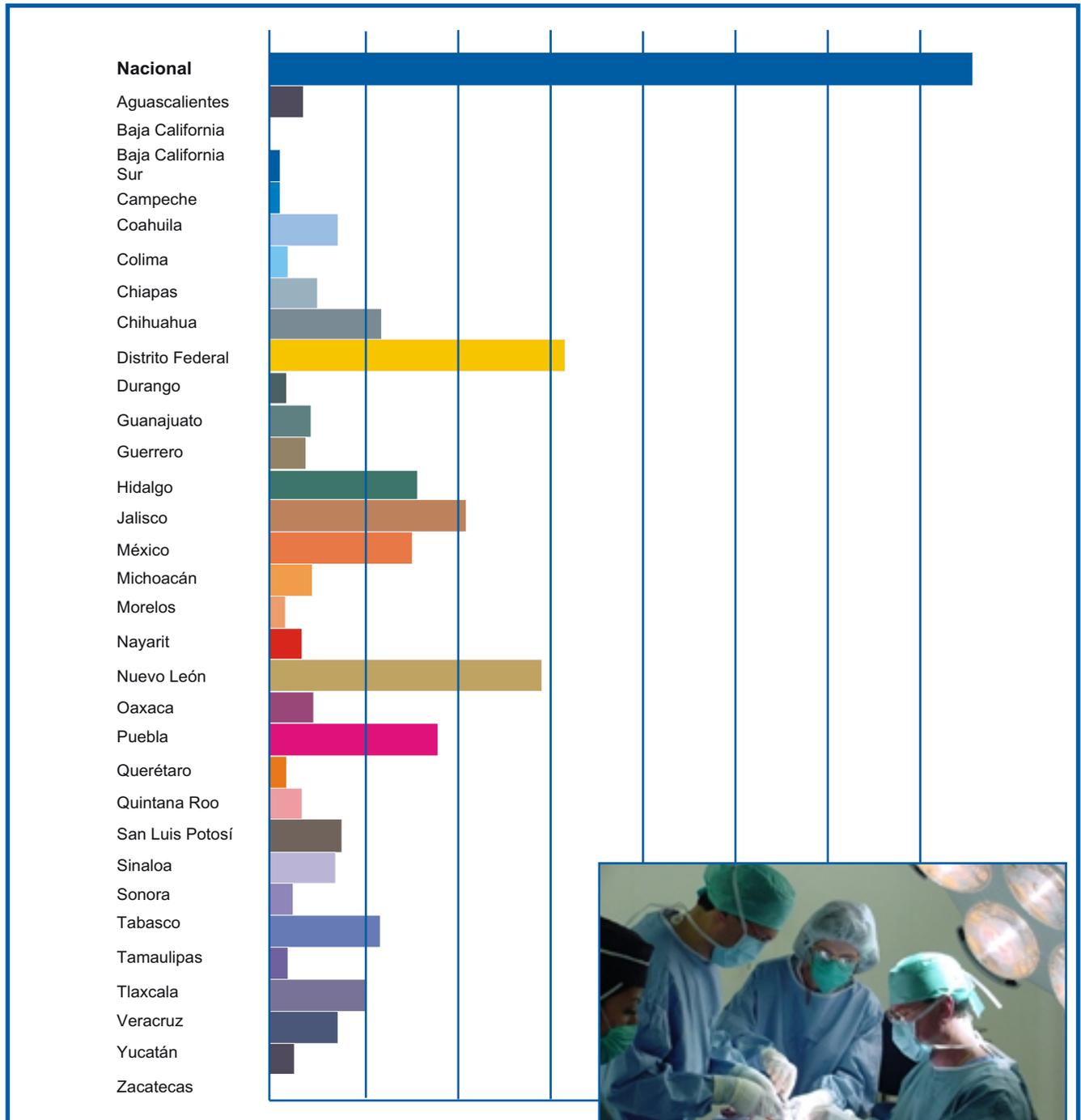
511,000 Intervenciones Quirúrgicas en Quirófanos Privados en 2001



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

:: Número de Intervenciones Quirúrgicas a Nivel Nacional y por Estado

620,840 Intervenciones Quirúrgicas
a Nivel Nacional por Año



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004



:: Uso y Manejo de la Máquina de Anestesia

Hecho el procedimiento del manejo inicial de la máquina (ver Anexos), entramos en el análisis de uso y funcionamiento de la máquina durante la intervención quirúrgica, el cual sigue así: El paciente al entrar al quirófano, el primer y único aparato que verá funcionando (en la mayoría de los casos) será la máquina de anestesia. Esto se debe a que con anterioridad a la cirugía, el anestesiólogo ha estado preparando los datos de peso y edad del paciente, ya ha escogido el anestésico más adecuado para la intervención, por lo que la máquina ya está preparada y lista para usarse en la inducción del paciente a la anestesia. Inicialmente, a este se le acomoda en la cama de operaciones, y el anestesiólogo se encargará de prepararlo. Con una mascarilla accesoria se comienza a inducir al paciente, al mismo tiempo que anestésicos inyectados lo adormecen. Hecho esto y con el paciente dormido se procede a anestesiarlo. Traquealmente se le introduce un tubo de respiración que evita la entrada de cualquier agente extraño a los pulmones, pues durante la anestesia, los mecanismos del organismo que evitan que esto suceda dejarán de funcionar. Ya intubado el paciente; el anestesiólogo lo inducirá de manera manual (por medio de la bolsa de inhalación) mientras el monitor va mostrando los datos de respiración, ventilación y signos vitales del paciente. Cuando temperatura, pulso y respiración lo permiten, se cambia a modo automático y el ventilador mecánico comienza a ventilar al paciente. A partir de este punto y en las máquinas más recientes, el anestesiólogo se encarga de aplicar toda la **IV** al paciente y la máquina se encarga del control y monitoreo del sistema cerrado de ventilación y de la mezcla de gases anestésicos, mientras el anestesista o asistente se encarga de tomar las notas e ir chequeando cualquier anomalía que pudiera suceder. El sonido del fuelle del ventilador es bastante notorio y en caso de que hubiera alguna problema lanza una alarma inmediatamente, por lo que la máquina es relativamente fácil de vigilar. Si todo avanza con normalidad en la cirugía, el anestesiólogo solamente habrá volteado a ver los monitores de signos vitales de cuando en cuando para ver el progreso del paciente.

Finalmente al terminar la cirugía, el especialista vuelve a tomar el control de la ventilación cambiando a modo manual para sustraer al paciente de la anestesia y obligarlo a respirar por sus propios medios nuevamente. Cuando este se ha estabilizado de nuevo, es desintubado y llevado a postoperatorio o a Cuidados Intensivos. Por lo que observamos, el enfoque de las máquinas es dar mayor y mejor información, dando control al usuario. De manera que éste pueda dedicarse con mayor atención al paciente, reduciéndole esfuerzo de operar la máquina y además practicar la anestesia haciendo así menos cansado y tedioso su trabajo durante la cirugía.



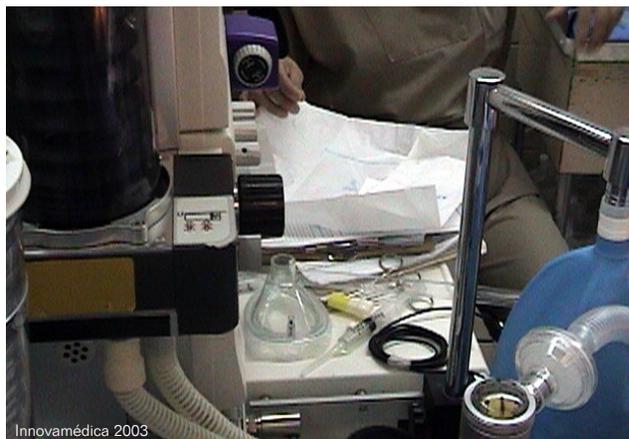
Monitor de Signos Vitales de la Dräger Julian durante el procedimiento Transanestésico.

Recuadro: se observa el momento de inducción con la mascarilla de respiración antes intubar al paciente para la cirugía.



Unidad de Anestesia con muestras del paciente y mostrando el monitor de Gasometría. A un lado carrito de inyecciones que se va a ocupar durante la cirugía para inducir al paciente al procedimiento Anestésico.

Abajo: Se muestra la toma de datos y aplicación de fármacos del procedimiento anestésico.



:: Investigación de Máquinas de Anestesia:

La máquina de anestesia, vista desde el ángulo de diseño industrial podría describirse como una estación de trabajo en la cual varios mecanismos y monitores se integran en un sólo objeto, cuya finalidad es brindar un control de los gases anestésicos, su administración y mezcla. A este se le anexan otros instrumentos que hacen mas precisa, segura y controlada la primer tarea. Esta máquina generalmente se coloca en la cabecera de la cama de operaciones y ocupa este espacio en el quirófano que en promedio es de 1.5m entre la pared del quirófano y la cama y 2.5m de ancho para maniobras y otras operaciones. Aunque en otro tipo de intervenciones puede ser movida hacia otro lugar dado que puede

estorbar. Tal es el caso en las intervenciones oftalmológicas y neurológicas. Pues en estas, la máquina se coloca en algún sitio alrededor de la cama de operaciones, haciendo difícil la tarea del anestesiólogo al no poder vigilar la zona da la cabeza de cerca. La variedad de modelos de máquinas y número de estas que hay en el mercado es amplio. Sin embargo, la mayoría funcionan bajo la misma configuración, funcionamiento y principios. Algunas integran controles computarizados pero mucho de su uso y funcionamiento, sigue siendo el mismo y la mayoría presentan los mismos problemas de uso o son patentes sus carencias al observar como trabajan estas en el quirófano y su desempeño.



Datex-Ohmeda
Divided together for life

Modelo: Datex Ohmeda Care Station

La *Care Station 5* de Datex Ohmeda es el modelo más avanzado de la marca. Consta de control computarizado, monitores integrados y otra serie de funciones que eliminan los sistemas a base de válvulas controladas mecánicamente. Este modelo se puede considerar *compacto* dadas sus dimensiones con respecto al usuario y al quirófano. Mide 900mm x 700mm x 1300mm, esto hace que se considere funcional el espacio que ocupa.

Por otro lado, esta máquina integra casi todas las funciones de ventilación, administración de gases y monitoreo en un sólo sistema, sin embargo su interrelación ergonómica con el usuario no es muy confortable, ya que es cansado su uso cuando se esta de pie en la operación y su verticalidad cansa en uso.



Draegermedical
 A Draeger and Siemens Company

Modelo: Draeger Medical Primus

Este modelo de Draeger Medical es el mas usado y vendido de la marca. Esbelto y compacto (800 x 800 x 1370) este también integra todos los mecanismos en un solo sistema ampliable y escalable. A diferencia de las máquinas de Datex Ohmeda esta no es de arquitectura abierta; esto quiere decir que sus mecanismos y funciones internas no pueden ser modificados físicamente, lo que la hace una máquina costosa a largo plazo, sin embargo incluye todo lo necesario en cuanto a programas y sistemas para funcionar de manera correcta durante su periodo de uso y vida en el quirófano. Por la calidad de acabados y aspecto formal, está mucho mejor lograda que la *Care Station* con mejores materiales que le dan presencia de un objeto mejor logrado e integrado en el conjunto final.

:: Análisis de Máquinas de Anestesia:

Actualmente las dos máquinas de anestesia más avanzadas que hay pertenecen a marcas alemanas y ambas han hecho una evolución profunda en los aspectos de función práctica. Implementando tecnología que busca reducir las dimensiones de las máquinas, mejorar su rendimiento de operación e integrando más funciones a los sistemas electrónicos del aparato. Estas han logrado mostrar el camino hacia el que va la competencia y que también a notado las carencias y dificultades de uso y *praxis* que se viven con las máquinas actuales en los quirófanos.

La primera imagen es de la **SIEMENS KION** actualmente adquirida por la empresa Suiza **MAQUET**. Esta máquina basa su concepto en poner todos los elementos requeridos durante la cirugía y por el anestesiólogo en una sola columna en un vértice del cuerpo del aparato, de ahí su nombre, ya que *kion* significa columna en griego. Implementa un novedoso programa de intercomunicación con otros equipos de otras áreas del hospital, permitiendo tener un control y manejo de los datos del paciente desde su ingreso al hospital, hasta que es dado de alta. A su vez, maneja la posibilidad de desmontar el monitor principal, brindando información móvil del paciente desde Preoperatorio hasta Recuperación o Cuidados Intensivos. El concepto también busca disminuir el tamaño y espacio ocupado por las máquinas.

La máquina más nueva en el mercado actualmente es de la empresa alemana **Dräger Medical**. Conocido como Sistema **ZEUS**, esta máquina sustituye el conocido ventilador externo de fuelle e introduce un concepto conocido como **TURBOVENT**. Este es interno reduciendo por mucho las dimensiones de la máquina e implemente un monitor único que integra toda la información necesaria durante la operación. También maneja Anestesia **TIVA** (intravenosa o por infusión) que al parecer es hacia donde se encamina la práctica de la anestesiología, al ser más eficiente, menos riesgosa y más económica.

Este concepto de ventilación propone la mejora de una ventilación *intuitiva*, es decir, en anteriores modelos y sobre todo en la ventilación automática. En ocasiones el paciente respira contra la máquina, generando cambios en los flujos y riesgos graves para él. Por el contrario, este sistema al parecer permite que el paciente dicte el volumen y ritmo a la máquina haciendo el procedimiento de ventilación más armónico.

Sin embargo el diseño es demasiado reciente, pues apenas este año empezó a ser comercializado, por lo que aun faltan muchas pruebas para demostrar su funcionalidad. En un diseño mucho más compacto e integrado que sus antecesores y competencia, la máquina de Dräger muestra hacia donde avanzan las máquinas de anestesia en un futuro cercano.

MAQUET
SIEMENS



Modelo: Siemens KION System

Drägermedical
A Dräger and Siemens Company

Modelo: Dräger ZEUS



:: Cuadro Comparativo de Máquinas de Anestesia:

	Draeger Zeus	Siemens Kion	Draeger Primus	Datex-Ohmeda Care Station S/5 Avance	Datex-Ohmeda Care Station	Draeger Primus	Plarre
							
Uso Equitativo*	10	10	0	0	0	0	0
Flexibilidad en el Uso*	10	10	7	7	7	7	5
Uso Simple e Intuitivo*	8	5	8	8	6	6	5
Información Perceptible*	10	7	8	9	7	8	7
Tolerancia al Error*	ND	5	8	8	6	6	5
Esfuerzo Físico Bajo*	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Tamaño y Espacio para el Acceso y el Uso*	10	10	10	10	6	6	6
Diseño Integrado en una Unidad.	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Implementa mejor manejo de cables y mangueras.	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Implementa manejo y funcionamiento por sistemas electrónicos.	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Interfaces de información en una posición que permita fácil lectura de datos.	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Permite posiciones de descanso al usuario en sus diferentes configuraciones.	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Permite fácil acceso a sus componentes, partes y su mantenimiento.	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI
Se puede desmontar o desarmar revisiones o chequeos mas profundos.	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI
Tiene partes móviles o mecanismos que complican costos de producción, uso y mantenimiento.	ND	NO	NO	NO	SI	SI	SI
Diseño y manejo semiótico integra un lenguaje mas humano en su aspecto y uso (diseño amable a los usuarios)	10	10	7	5	5	5	0

Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

10.....Excelente
 9..... Muy Bueno
 8.....Bueno
 7.....Regular

6..... Suficiente
 5.....Insuficiente
 4.....Malo
 3..... Muy Malo

2..... Pésimo
 1..... No Califica
 0..... Nulo
 ND..... No Disponible

* Principios de Diseño Universal Versión 2.0
 4/1/97 © Copyright 1997 NC State University, The Center for Universal Design, an initiative of the College of Design

:: Cuadro de Máquinas de Anestesia (modelos disponibles en 2004):



- | | | | |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Chenweii Medical, China | 6. Dräger Medical, Alemania | 11. Datex Ohmeda, Alemania | 16. Heyer, Alemania |
| 2. Nippon Med, Japón | 7. Dräger Medical, Alemania | 12. Datex Ohmeda, Alemania | 17. Dameca, Dinamarca |
| 3. Nippon Med, Japón | 8. Siemens Medical, Alemania | 13. Dameca, Dinamarca | 18. Dameca, Dinamarca |
| 4. Nippon Med, Japón | 9. Datex Ohmeda, Alemania | 14. Dameca, Dinamarca | 19. Dameca, Dinamarca |
| 5. Datex Ohmeda, Alemania | 10. Datex Ohmeda, Alemania | 15. Heyer, Alemania | 20. North American Dräger, EU |

ANÁLISIS

UNIDAD
DE
ANESTESIA

:: Diagrama de Análisis de Mejoras:

Tomando la función ergonómica como punto de inicio para analizar las oportunidades de innovación y cambio de las máquinas, de ahí se seguirá al segundo punto fuerte de innovación de la máquina, que es en la función estética. La máquina de anestesia esta bien resuelta en lo que refiere a los aspectos de función práctica y antropometría. Al ser un aparato de uso especializado requiere tener dicho aspecto, correctamente estudiado y resuelto. Ya que de lo contrario resultaría en un diseño inútil o de uso riesgoso. Desde el punto de innovación del diseño se requiere: innovación, partir de cero. El enfoque conceptual tendrá su base en la función ergonómica, para así sustentar la solución de función estética y la propuesta final.

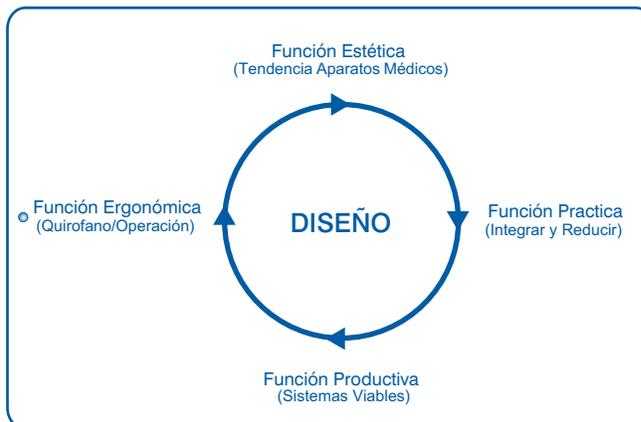
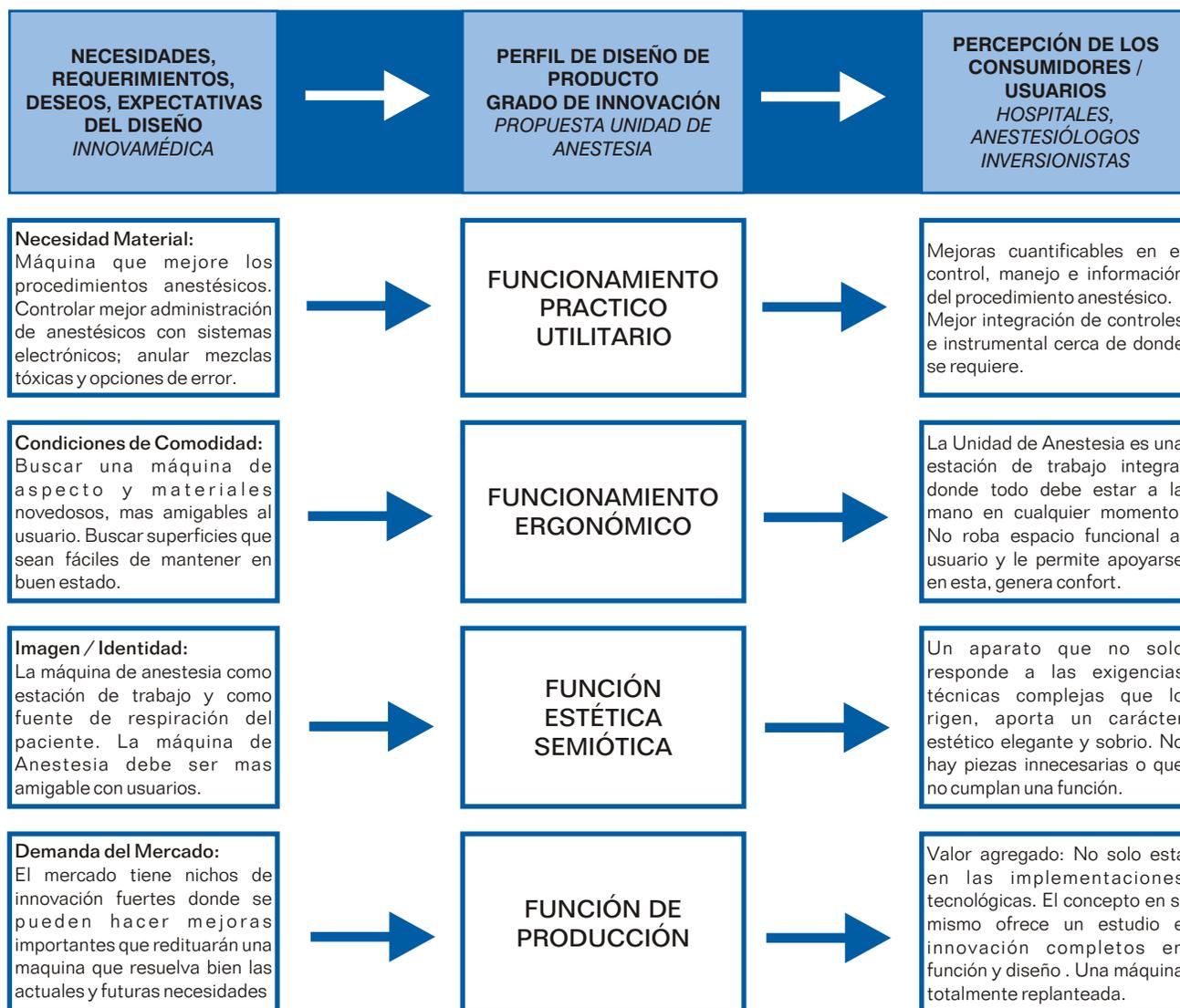


Diagrama de posible innovación



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

:: Factores de Mercado

El mercado de máquinas de anestesia se encuentra en una situación clave, pues en este momento están sucediendo avances fuertes y profundos. Tales como cambios en la administración de anestésicos y la forma en que estos son usados. Por otro lado: el de los Corporativos; empresas fuertes están vendiendo sus segmentos de Anestesia y Ventilación para poder aliarse o unirse con otras empresas de la competencia, reduciendo el número total de fabricantes en este rubro del equipo médico. Contrario a lo que se espera; el mercado al contraerse, en vez de simplificar la competencia, esta dejando a los más fuertes y sólo los que están presentando avances importantes en las máquinas van a ser los que queden. Más ahora que el equipo utilizado en el quirófano esta evolucionando hacia un equipo integral. Totalmente interconectado desde el ingreso del paciente al hospital hasta su salida en un monitoreo constante. Compartiendo información y datos segundo a segundo, y con esto, añadiendo a cada aparato, no solo su función especializada si no además una interconexión permanente .

Competencia Directa:

En México la competencia directa se da en dos rubros: los fabricantes y los distribuidores importadores. Entre los fabricantes están las empresas **Plarre** y **Siemens**, que tienen plantas en México. En el rubro de los importadores se encuentran **KBN Medical** (Plarre) que importa equipo **Dräger** a México. **Grupo IISA** que importa equipo **Datex Ohmeda** y **Siemens**. Estos distribuidores tienen licitaciones con los servicios públicos de salud (ISSSTE, IMSS y SSA).

Dado la naturaleza del proyecto todos son tanto: competencia, clientes y/o distribuidores.

Mercado Consumidor

Este se divide en sector público y privado. En México ambos sectores son de gran tamaño y según las estadísticas el sector privado ha sido mas activo en intervenciones quirúrgicas para el año de 2002.

El equipo médico debe de estar bajo constante renovación y cada año se abren o remodelan y mejoran hospitales de ambos sectores. Esto representa que hay un mercado de consumo nacional de aproximadamente 2500 quirófanos públicos y privados a nivel nacional. Cada uno de estos requiere de un equipo completo de anestesia para su operación, sin embargo este es el número de puntos de venta que se reparten todas las empresas fabricantes y distribuidoras de equipo médico y específicamente: equipo de anestesia. De todos estos, una máquina se cambia o remanufactura tras un plazo de uso de 5 años, aunque en algunos casos hay máquinas de quince años de antigüedad en algunos hospitales públicos aunque esto es en la menor de las medidas.

 GE Medical Systems	 Datex-Ohmeda
 Dräger Medical	 Plarre/KBN Medical
 Siemens Medical	 Maquet Gettinge



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

Sector Privado	Sector Público
 Grupo Angeles	 Sanatorio Español
 Hospital Medica Sur	 Clínica Londres
 Hospital Santa Fe	 American British Cowdray
 Secretaria de Salud	 Instituto Mexicano del Seguro Social
 ISSSTE	 ISSSTE

:: Función Ergonómica

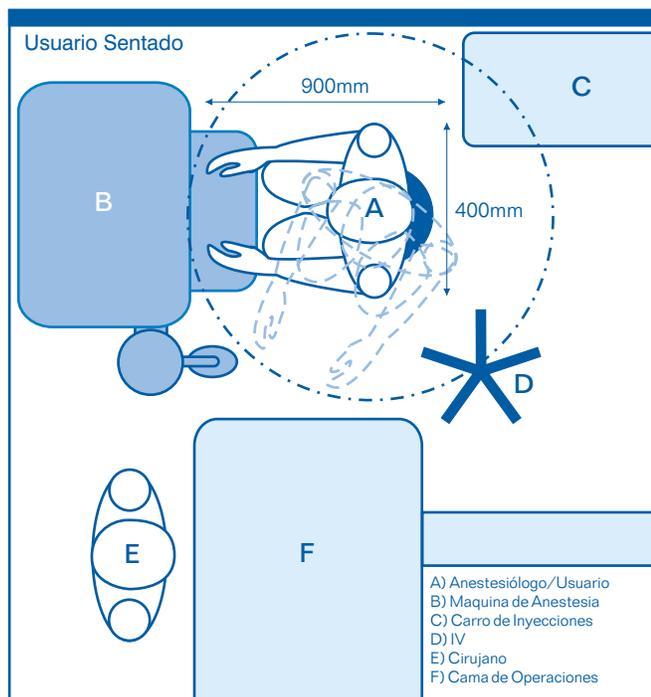
El objetivo de mejora ergonómica en los aparatos médicos, es reducir y simplificar significativamente los pasos y procedimientos.

Que el funcionamiento del aparato al ser diseñado no genere tal complejidad en su uso, que descuide aspectos tales como la comodidad o que provoque un aprendizaje tardado y no intuitivo al usuario.

Las máquinas de anestesia carecen todavía de muchos aspectos importantes de ergonomía. Casi la mayoría de estas no cumple la siguiente lista de puntos:

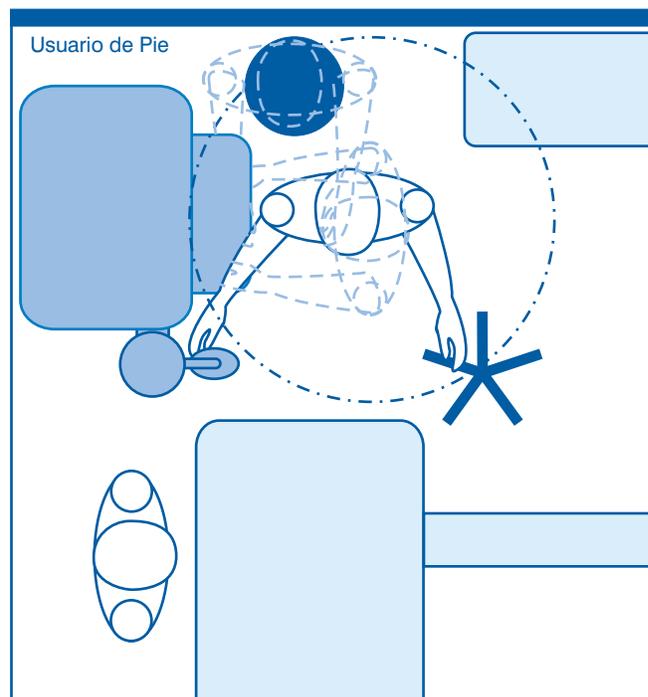
1. **Uso Equitativo***
2. **Flexibilidad en el Uso***
3. **Uso Simple e Intuitivo***
4. **Información Perceptible***
5. **Tolerancia al Error***
6. **Esfuerzo Físico Bajo***
7. **Tamaño y Espacio para el Acceso y el Uso***

* Ver Anexos: Principios de Diseño Universal, © Copyright 1997 NC State University



Se aprecia el espacio de trabajo del anestesiólogo y los problemas de ergonomía generados por la configuración de la máquina. Primero, la máquina discrimina usuarios al ser de uso diestro ya que la orientación de sus componentes, observamos los ventiladores y los filtros de gases. En esta configuración, que es la más usual en la que el cirujano opera a la altura del tórax y el paciente está en posición ventral, la administración de anestesia no es tan compleja. Sin embargo, el espacio confinado del usuario le genera fatiga, pues tampoco tiene posibilidad de variar de postura durante la cirugía, como vemos en el cuadro de la ilustración y el contiguo. En casos más complejos donde mayor número de gente se encuentra en la operación, o esta es a la altura de la cabeza o cuello, este espacio se reduce y el usuario menos puede cambiar de postura y debe mantener movimientos calculados y rígidos durante el tiempo que dure la intervención, provocando extenuamiento tras 2 horas.

Haciendo un análisis paramétrico de las máquinas de anestesia en el mercado, notaremos que antropométricamente están bien diseñadas, pues aun las máquinas que son de importación responden bien a personas de percentil 5 (1.50m). Sin embargo en el punto de ergonomía y comodidad el amplio rango de máquinas en el mercado deja mucho que desear (como en gran mayoría del equipo médico) pues son aparatos cuyo diseño viene aceptado y sin cambios por varios años. Sin mejoras recientes ni revisiones de la comodidad. Tampoco se contemplan materiales nuevos. El diseño de las máquinas de anestesia está más dictado por un acomodo que se hizo en los 50 y del cual no ha habido cambio alguno, ni se ha hecho una reflexión de si este es el acomodo correcto. Es un acomodo que obliga a tomar posiciones incómodas y que provocan fatiga que dispersan la información en varios puntos generando pérdida de concentración entre otros problemas.



Cuando el usuario está de pie hay otras circunstancias que afectan sus acciones. En vista superior notamos que el banco estorba, por lo que tiene que ser puesto en una esquina para que permita el libre movimiento en la saturada zona de trabajo. Por un lado tenemos el pedestal de la IV y los ventiladores en el otro. Este acomodo está obligado por la condicionante de uso diestro de las máquinas. También vemos como sería la evolución de movimientos del usuario mientras realiza las actividades de: supervisión del paciente mientras está intubado y anestesiado. Al momento de girar para chequear los monitores de la máquina y signos del paciente o al extender la mano hacia la IV. Seguimos notando que el espacio que la máquina ocupa -aunque necesario- es excesivo para el que hay disponible y podemos observar que la máquina entonces toma espacio e importancia por sobre el usuario, cuestión que es por absoluto errónea, ya que el aparato debe asistir al usuario.

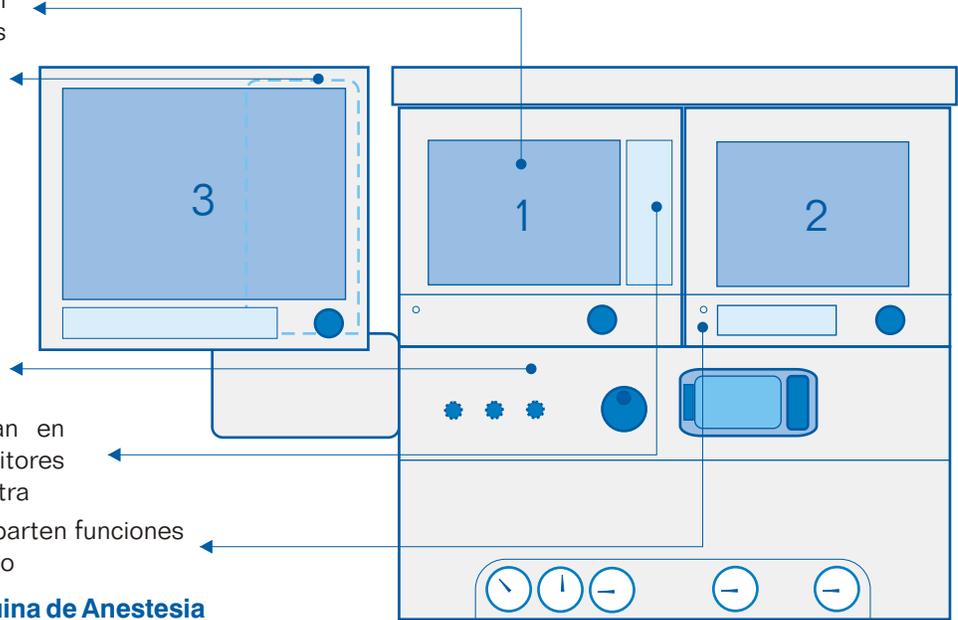
Información dispersa y en varios módulos y posiciones
Algunos componentes importantes quedan ocultos tras otras partes de la maquina durante su uso.

Controles que obedecen a manejo y lenguaje técnico pero no integran manejo semiótico o ergonómico.

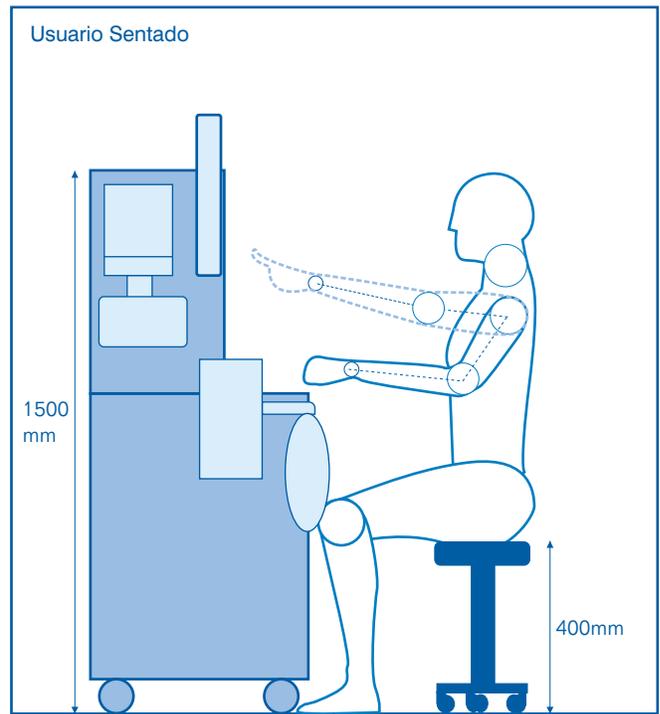
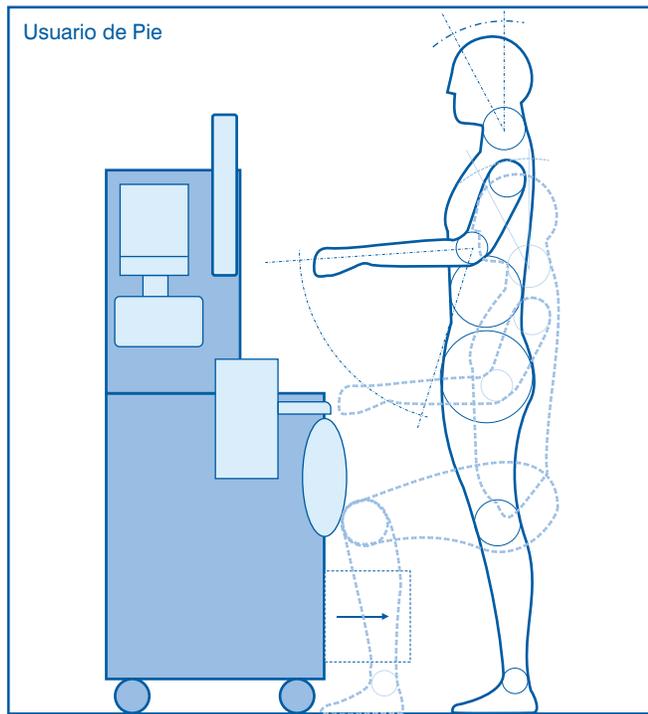
NOTA: Algunos controles si manejan colores.

Controles que se manejan en un panel inserto en los monitores pero genera información extra

LEDs indicadores que comparten funciones generan confusión al usuario



:: Ergonomía Interfaz Máquina de Anestesia



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

En esta postura, el usuario también tiene que pasar por situaciones incómodas. Aunque antropométricamente las máquinas están bien resueltas en su mayoría, ergonómicamente distan mucho de estar bien diseñadas. Entre los puntos débiles de esto, se encuentran situaciones como los cajones, cuyo uso práctico está plenamente justificado, pero en el funcionamiento ergonómico distan mucho de ser necesarios o importantes, ya que quitan espacio, robustecen la máquina y no pueden ser usados durante la cirugía como espacios de guardado ya que tendrían que abrirse y cerrarse cada vez que son usados, quitando tiempo y generando desconcentración al anestesiólogo. Los monitores y la información dispersa también son factores importantes de fatiga, sin embargo en lo que refiere al usuario, la posición de estos le provoca tener una posición no natural del cuello y la cabeza, teniendo que voltear la cabeza para poder ver la información monitor por monitor. En vez de con un vistazo poder ver todos los datos requeridos.

Visto de manera lateral, la máquina no permite un trabajo muy cómodo sobre ella. Escribir y tomar notas resulta difícil, debido a que no está diseñada para dicho uso (aunque medianamente lo cubre con unas repisas) si observamos las imágenes de las máquinas, están no tienen un hueco para las piernas, por lo que tomar notas significa estar: recargado hacia un costado apoyado en la máquina (escribir de lado) tener que abrir las piernas para poder acercarse a escribir, o tener que tomar un ángulo muy incómodo, arqueando la espalda para que las rodillas también choquen en algún punto con el aparato. Sin embargo en esta posición los controles y monitores están a una buena altura y bien localizados, ya que es el único momento en que el usuario no tiene que hacer movimientos extremos, rígidos o no naturales para poder hacer operaciones. Se observó que aun así hacen falta mejoras como puntos de descanso para las manos mientras se opera algún control, algunas agarraderas y apoyos para el usuario.

:: Función Semiótica y Estética

La identidad del proyecto: básicamente al carecer de una marca específica y siendo el desarrollo de una nueva configuración basada en integraciones electrónicas, mejor planteamiento ergonómico y otros aspectos de

orden de funcionamiento y de uso. Se hace este análisis de carácter de la máquina de anestesia. Sus componentes semióticos como objeto y como producto y los que cada marca tiene como carácter propio de identidad.



Drägermedical
A Dräger and Siemens Company

Características que componen la semiótica y lenguaje formal de Dräger Medical:

Cubiertas y superficies de uso en color azul con remates que presentan un espesor, sobre las entrecalles del producto.

Paneles y carcazas en color blanco. Algunas aplicaciones para pantallas y paneles de presión en color gris, sin relieves ni cambios de superficie. Estas están integradas al diseño por homologación y sin contraste, se manejan interfaces electrónicas en color blanco.

Geometrías y volúmenes basadas en cubos y sólidos de composición *confinada* hacia el interior (no se manejan arquitecturas abiertas o planos o intersecciones de estos).

Las máquinas de anestesia se caracterizan por ser prismas cúbicos que integran todos los componentes e instrumentos hacia el interior con monitores accesorios como único elemento que sobresale de dichos volúmenes.

Las asas son sobrias y sin complejidad en su composición, geometría o diseño. Compuestas principalmente por extrusiones cilíndricas sin variaciones en su superficie.

Los ensamblajes son parte importante del diseño, estos son visibles están tratados con cuidado en la integración final. Son metálicos y en acabado espejo. También coinciden con este acabado la mayoría de las llaves, válvulas y botones de giro y de presión. En el aspecto de detalles de manejo Dräger hace un claro manejo de entrecalles paralelas y perpendiculares entre los cambios de volúmenes (volvemos mencionar que esta marca no hace uso de planos en sus productos) como único detalle añadido a las superficies de plástico, con la intención funcional de indicar los diferentes segmentos de componentes e indicar una ubicación visual de estos.



SIEMENS MAQUET

El lenguaje de Siemens Medical es formalmente, menos conservadora que la de Dräger. Siemens apuesta por un estilo de diseño más suelto en formas, con mayor número de dobles curvas y planos intersectados. Los aparatos de Siemens son en su mayor composición monocromáticos; blancos y/o grises y los detalles de color se presentan solamente en los elementos de control: como son paneles y botones, donde también, los códigos son en su mayoría: amarillos, marrones, púrpuras claros y azules tenues.

Sin embargo, formalmente Siemens hace uso de formas más *dramáticas* y *orgánicas*. Piezas de plástico e inyección con dobles curvaturas, paneles que muestran un análisis ergonómico pensado en dar *confort* al usuario (formas redondeadas y superficies suaves con texturas mate). En los detalles como las rodajas, busca dar un detalle de alta tecnología en materiales y accesorios, cuidando de la misma manera los botones, controles y paneles de sus aparatos médicos.



Datex Ohmeda es una de las dos marcas (Dräger la otra) más importantes en el mercado y desarrollo de máquinas de anestesia.

El lenguaje estético y semiótica de esta empresa es el más apegado al icono de la *máquina de anestesia* de las tres marcas analizadas.

Este icono, planteado sobre la imagen del aparato compuesto por un gabinete cúbico, cajones, cuatro ruedas, una superficie para anotaciones y una repisa extra para otros usos, junto con otros controles y medidores analógicos, es la configuración más común que vamos a encontrar en los aparatos de dicha marca.

D-O hace una clara inserción de su marca en los colores de los controles y botones de giro. Estos se presentan como único detalle de color sobre las superficies blancas.

Si hacemos una observación detallada del diseño de la empresa, notaremos algunos aparatos con plásticos grises (cajones en su mayoría).

Otros detalles de color -notables- son los códigos para tanques de gases y vaporizadores, los cuales **D-O** integra en el diseño de sus sistemas, controles y medidores analógicos.

El diseño de las interfaces electrónicas y mediciones vitales tiene también un característico diseño de **D-O**. Si observamos detenidamente la imagen, notaremos que los monitores de gases y signos vitales están integrados con el diseño en distribución y colores. Dicho con mayor detalle, el formato de fuente para números, valores y texto es el mismo en todos los aparatos y monitores de Datex Ohmeda.

En cuanto a forma (dentro de lo descrito anteriormente) los diseños de esta empresa tienden a la austeridad formal dando prioridad a la función, no hay curvas ni detalles orgánicos en ninguno de los modelos fabricados. Cada agarradera, botón y accesorio, cumplen una función meramente técnica sin explorar demasiado en aspectos de ergonomía y semiótica.

Un aspecto en el que **D-O** ha puesto especial atención, es en el tamaño de sus máquinas. Comparativamente, estas son las de menores dimensiones del mercado, lo que hace que no intimiden al usuario por tamaño.

MAQUET

Esta empresa suiza muestra un concepto de diseño mejor integrado, en lo que a estética y semiótica refiere: con respecto de su mobiliario y equipo médico. Cabe señalar que el uso de materiales y configuraciones, sigue correspondiendo a requerimientos técnicos, pero se ha mejorado el aspecto de los productos, dándoles un mejor acabado y cuidado de detalles, como son manijas, agarraderas, uniones y ruedas.

Esta serie de imágenes sería el entorno óptimo en el cual la Unidad de Anestesia se encontraría.



BRAUN

ct-loop

Máquina de tomografía computarizada que considera un enfoque más humano y menos técnico en su diseño, reduciendo el choque psicológico al paciente, dándole una sensación de confort y control de la situación mientras es explorado. Todo esto a través de las formas y colores que componen el diseño.



www.braunprize.com

:: Función de Uso y Desempeño

Factores de Uso

La máquina de anestesia es un aparato de uso continuo y prolongado desde que se inician sus sistemas, hasta apagarlos de nuevo. Se usa a lo largo de varias cirugías, mas el tiempo que estas se puedan extender, por lo que la exigencia sobre este es un factor de importancia. Debe resistir dicho tiempo de uso, no puede fallar, pues esto podría implicar la muerte del paciente.

Debe hacer posible el trabajo del anesthesiólogo, y con esto se quiere hacer patente que no puede haber elementos de la máquina que estorben o puedan entorpecer el trabajo del especialista. Entre los factores antes mencionados y que puedan causar dichos problemas en el uso de la máquina son:

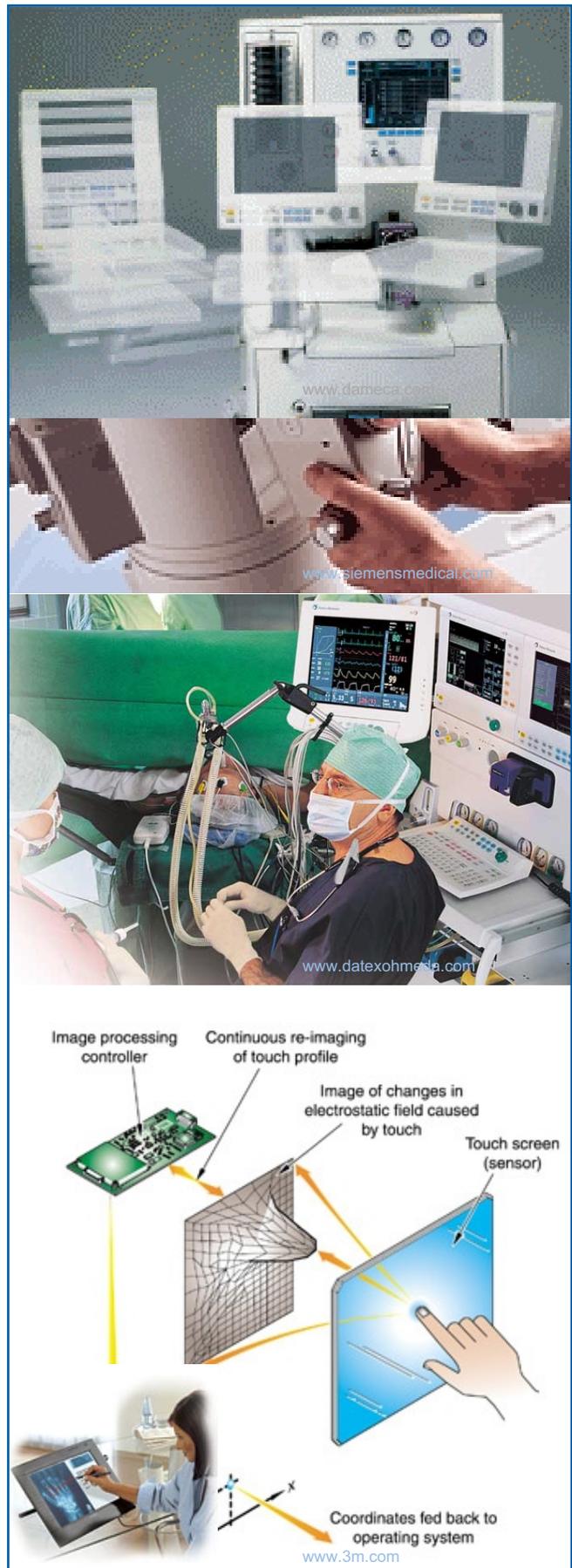
- Monitores accesorios mal ubicados o mal planteados en el conjunto del sistema.
- Uso diestro obligado, toda posibilidad de un usuario zurdo ha quedado descartada.
- Dimensiones actuales voluminosas, proporcionales a tener una fotocopiadora de tamaño completo en un espacio menor a un ½ baño.
- La configuración formal y acomodo actuales de los sistemas de la máquina de anestesia, hacen que no sea práctico cualquier acomodo de la misma fuera del área del cabeza del paciente (ej: neurocirugías).
- Botones de funcionamiento ilógico o con amplio grado de confusión y/o error.
- Bases, ruedas y cajones que impiden el libre movimiento o impiden tomar una postura de descanso.
- Cables y mangueras bajo peligro de ser aplastados o atrapados bajo las ruedas de la máquina.

Factores de Desempeño

Sistema avanzado de anestesia **RMN** para uso en salas de imagen por resonancia magnética (debe excluirse cualquier material o componente que pueda sufrir daño o afectación provocado ante la presencia de un campo magnético intenso).

Ahora los despliegues de información y monitores, se solicita que sean policromáticos y que muestren varios espectros de lectura. Qué tengan menús interactivos e intuitivos (es decir que el usuario pueda interpretar su uso sin tener que recurrir a un manual de referencia o una preparación específica) se busca también que las máquinas de anestesia integren un mayor número de componentes electrónicos de carácter digital.

Parte de las mediciones internas y de los sistemas pueden inducir al error por ser analógicas. Controles mas precisos y de tipo digital permiten tener lecturas mas exactas y controles más precisos con lo que los riesgos de morbilidad o intoxicación se reducen dejando al usuario un rango de acción mas relajado.



:: Función Productiva

Factores de Materiales

PP

Polipropileno



El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado Punto de Fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado.) Película/Film (para alimentos, botanas, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria). Bolsas tejidas (para papas, cereales).

Envases industriales (Big Bag). Hilos cabos, cordelería. Caños para agua caliente. Jeringas descartables. Tapas en general, envases. Bazar y menaje. Cajones para bebidas. Baldes para pintura, helados. Envases para margarina. Fibras para tapicería, cubrecamas, etc. Telas no tejidas (pañales descartables). Alfombras. Cajas de batería, paragolpes

Características Técnicas: Más rígido que el polietileno, resistente a la flexión (efecto bisagra), al rayado, a la abrasión y al calor. Tiene buena dureza superficial, no cuartea por tensión y posee excelentes cualidades electrostáticas. Aptos para soldaduras. Todas estas ventajas hacen que su crecimiento en el mercado resulte significativo y notorio.

Aplicaciones: Autopartes, impresión de publicidad, línea envases, vajilla descartable, recipientes para microondas, iluminación, decoración, librería, tapas encuadernación, etc.

HIPS

Poliestireno Alto Impacto

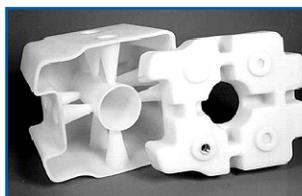


El poliestireno, como la gran mayoría de los polímeros termoplásticos, es un derivado de los hidrocarburos (petróleo crudo o gas natural). Primero se produce el monómero de estireno a partir del benceno y del etileno.

El monómero de estireno es posteriormente polimerizado para obtener el poliestireno.

Existen dos tipos principales de poliestireno:

- Poliestireno Cristal: Llamados poliestirenos de uso general o GPPS, que son transparentes y rígidos.
- Poliestireno de Alto Impacto: HIPS, que por tener partículas de butadieno ocluidas, son translúcidos y resistentes al impacto.



Tanque de refrigerante usado de reserva para maquinaria. Es una pieza compleja y que requiere de mucha fuerza estructural, ser hueca y una sola pieza. Solamente se pudo producir por rotomoldeo.

El poliestireno, en ambas clases, presenta una serie de características excepcionales:

- Es liviano y resistente al agua, y puede ser un excelente aislante térmico y eléctrico.
- Su óptima estabilidad dimensional, dureza y rigidez son algunas de las razones por las que este material es habitualmente elegido para envases de alimentos, ya que permite conservarlos frescos y con muy buen aspecto por más tiempo y disminuir el uso de conservantes.
- Posee alto grado de procesabilidad en transformación por moldeo, extrusión, termoformado y soplado.
- La gran variedad de grados que existen, lo hacen un material muy versátil, apto para una amplia gama de aplicaciones. Se fabrica en diferentes y atractivos colores, transparentes u opacos.

Uno de los mayores consumos de poliestireno se encuentra en todo lo relacionado con envases para alimentos; es muy común verlo en botes de productos lácteos, tanto como en bandejas, recipientes y estuches en locales de comida rápida. Pueden ser transparentes, de color, espumados o expandidos. El OPS (poliestireno biorientado) es también ampliamente usado en estas aplicaciones por su excelente cristalinidad y brillo, que realza la apariencia de los productos dentro del envase.

Dentro del rubro de electrodomésticos, es importante su utilización en refrigeración: para paneles interiores de congeladores y bandejas. También se usa en televisión y audio. A pesar de la presencia generalizada del plástico en todos los hogares modernos, sus residuos contribuyen únicamente con un 7% al peso total global de los residuos domésticos. El PS supone la 7ª parte de dichos residuos plásticos. Los residuos de poliestireno se pueden valorizar a través de distintos métodos de recuperación.

El alto contenido energético del poliestireno, comparable con los combustibles fósiles, permite que estos residuos sean utilizados en incinerados limpios para generar electricidad o como fuente de calor para calefacción, junto a otros plásticos o como ayuda para la combustión más eficaz de los residuos domésticos.

Las opciones de materiales presentadas en este análisis responde a varios factores de selección: principalmente buscar que sean materiales novedosos; coherentes con el concepto general de la Unidad de Anestesia. También están seleccionados con base en el rango de baja producción al cual esta máquina esta propuesto (500 unidades al año) por su relación valor/costo, propiedades, calidad y acabado final del material. Son materiales producidos y asequibles en el mercado nacional y responden a los procesos propuestos.

:: Materiales No Ferromagnéticos en Máquinas de Anestesia RMN

El uso de materiales no ferromagnéticos en las máquinas de anestesia se ha vuelto una característica importante y valiosa en cuanto a materiales. Debido a su creciente uso en estudios de Resonancia Magnética (RMN) y Tomografías computarizadas. Estas llegan a durar varias horas y exigen que el paciente no se mueva, para obtener los análisis. Por esto, algunos requieren de ser anestesiados para no interrumpir el proceso. Sin embargo el campo magnético generado es de tal potencia que está prohibido acercarse cualquier objeto metálico ferromagnético a ésta, pues la atracción del campo sobre el objeto por pequeño que sea puede generar un accidente de graves proporciones.

Zinalco

Aleación de zinc y aluminio que mejora las características de cada uno por separado. Posee la resistencia a la corrosión del zinc, es ligero como el aluminio, resistente como el acero estructural y con un precio muy accesible y mejores propiedades mecánicas. Se puede inyectar, permitiendo la fabricación de piezas elaboradas en otros materiales y se puede eliminar los pasos de transformación y ensamble. El zinalco tiene alta resistencia a la corrosión atmosférica, por lo que es útil también para cualquier configuración arquitectónica y estructural. La obtención del zinalco y su trabajo en el área de los metales le valió a Gabriel Torres reconocimientos como el premio Manuel Noriega Morales, otorgado por la OEA; el Premio Universidad Nacional, el Premio Condumex-UNAM al mejor curriculum y el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1992, Innovación tecnológica, entre otros. De acuerdo con el F. Torres Villaseñor (creador del material), este material puede sustituir a otros como el fierro gris, el aluminio, el bronce o el latón, con el que, por ejemplo se hacen llaves, e incluso otros materiales y aleaciones que se podrían utilizar para carrocerías de coches. Y aunque a partir del zinalco surgieron patentes y acuerdos de transferencia de tecnología, su implementación en el mercado no se extendió.

Aluminio

Un volumen dado de aluminio pesa menos que 1/3 del mismo volumen de acero. Los únicos metales más ligeros son el litio, el berilio y el magnesio.

Debido a su elevada proporción resistencia-peso es muy útil para construir aviones, vagones ferroviarios y automóviles, y para otras aplicaciones en las que es importante la movilidad y la conservación de energía. Por su elevada conductividad térmica, el aluminio se emplea en utensilios de cocina y en pistones de motores de combustión interna. El peso tiene mucha importancia en la transmisión de electricidad de alto voltaje a larga distancia, y actualmente se usan conductores de aluminio para transmitir electricidad a 700.000 voltios o más.

Aleaciones del Grupo Cincomil

Alta resistencia a la corrosión, pueden soldarse fácilmente con equipo de arco en atmósfera de gas inerte, tienen mayor resistencia mecánica que las aleaciones de los grupos mil y tresmil.

Usos: En forma de placa o lámina se usan en la industria del transporte en carrocerías, tanques o escaleras; son ideales para cuerpos de embarcaciones marítimas (Aleación 5052) para la fabricación de carros de ferrocarril o de trenes urbanos; fabricación de envases.

MATERIAL PROPIEDAD	ZINALCO I				ZINALCO II		ALUMINIO	
	FUNDICION EN ARENA	FUNDICION A PRESION	EXTRUIDO	LAMINADO	FUNDICION EN ARENA	FUNDICION A PRESION	380	5083
DENSIDAD (gr/cm3) (lb/pulg3)	5.4				5.4		2.74	2.74
TEMPERATURA DE FUSIÓN C (F)	421 - 481				421 - 481		540-595	516-854
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA	26				26		21.8	21.8
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	126				126		96	96
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	38				38		27	55
RESISTENCIA A LA TENSIÓN	290-300	310-320	380-418	300-310	350-390	400-420	317	150
ESFUERZO DE CEDENCIA 0.2%	280-300	290-318	280-320	270-290	260-270	340-370	158	110
MODULO DE ELASTICIDAD	110-130				110-130		71	71
% DE DEFORMACIÓN EN TENSIÓN	3-5	8-10	30-35	80-100	5-8	8-10	3-5	3-5
DUREZA Rb	50-56	50-85	40-55	25-30	55-80	55-70	47-52	17
RESISTENCIA AL IMPACTO J	2-3	2-3	50-55	5-9	2-3	2-3	2-3	

Zinalco y Aluminio:
El planteamiento del Zinalco como material estructural del Sistema es con base a sus características. Es no Ferromagnético, es resistente a la corrosión, es un material ligero en comparación con el acero inoxidable, cumple con grado médico y presenta una mayor resistencia a los esfuerzos de cedencia en comparación con el Aluminio, el cual no es tan resistente como el Zinalco y finalmente el costo de ambos que es similar. Otra razón de importancia para proponer el Zinalco es por la innovación del material acorde con el concepto de diseño: innovar en todo aspecto posible.

Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

Dr. Gabriel Torres V. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Probeta de 10mm. Dureza Brinell con carga de 3000 kg.

Consideraciones de los Materiales

Es importante la consideración de materiales biocompatibles (para ciertas partes de la máquina) de grado médico y no ferromagnéticos. Que inhiban al cultivo de bacterias y que resistan su esterilización con ETO o con autoclave.



Factores de Manufactura

Proceso de Rotomoldeo:

Es un proceso simple de cuatro etapas que usa un molde de paredes delgadas y características de buena transmisión de calor. Este molde cerrado requiere una entrada para la inserción del plástico y la posibilidad de ser abierto para que se puedan retirar las partes curadas. En general se coloca plástico en polvo y seco que rota simultáneamente entre los dos ejes ubicados perpendicularmente. Con la rotación lenta de los ejes, el material cae en el fondo y crea un camino que cubre toda la superficie del molde por igual. Este proceso es capaz de moldear elementos huecos pequeños y grandes con un espesor de paredes relativamente uniforme. Los índices de producción son relativamente bajos pero el costo del equipamiento y el tiempo de producción para partes de tamaño promedio también son bajos.

Proceso de Termoformado

El proceso de Termoformado consiste en transformar una lámina de resina plástica en objetos o partes, utilizando un molde múltiple y una máquina termoformadora. Dicha máquina calienta la lámina de resina plástica forzándola a entrar en el molde provocando vacío en la parte superior y empujando con aire comprimido en la parte inferior. Cuando la pieza está formada es expulsada del molde.



Imagen Superior Recuadro (1): Proceso de Termoformado. Imágenes Inferiores (2,3): Piezas diseñadas para ser producidas por proceso de termoformado con espesor y para carcasas.

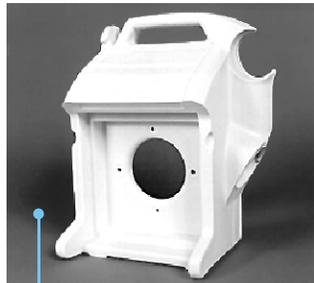
Fundición en Arena

Moldeo a la cera perdida o microfusión.

En este caso, el modelo se fabrica en cera o plástico. Una vez obtenido, se recubre de una serie de dos capas, la primera de un material que garantice un buen acabado superficial, y la segunda de un material refractario que proporcione rigidez al conjunto. Una vez que se ha completado el molde, se calienta para endurecer el recubrimiento y derretir la cera o el plástico para extraerla del molde en el que se verterá posteriormente el metal fundido. Este método tiene dos ventajas principales, la ausencia de machos y de superficies de junta, con lo que se logran fieles reproducciones del modelo original sin defectos superficiales (líneas de junta y rebabas) que luego haya que pulir.



Punto de Venta para café. Es un producto de una sola pieza con bandeja para aderezos incluida.



Carcasa de turbina con insertos y ensamblajes hecha con polietileno adicionado con retardante de flama.

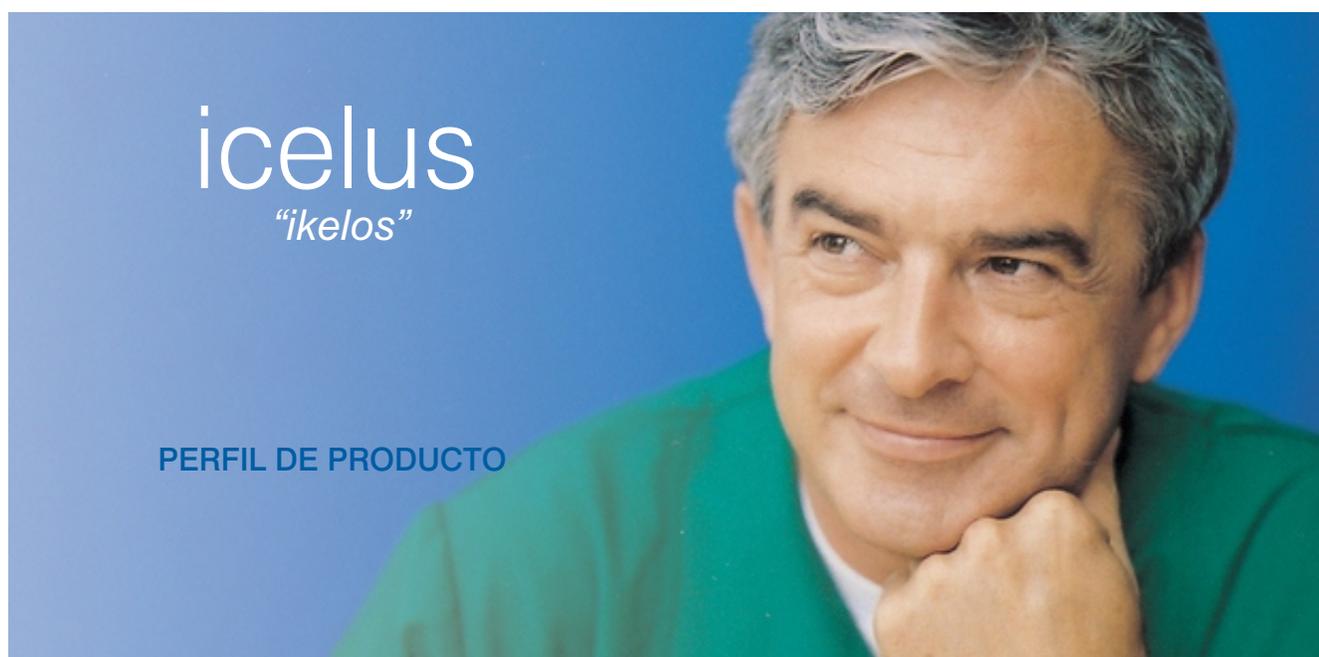


Las imágenes en este cuadro de productos tienen la finalidad de mostrar el rotomoldeo como un proceso viable en cuanto al aspecto de funcionalidad estética y funcionalidad práctica y de desempeño. Se considera que el rotomoldeo no brinda un buen acabado final, sin embargo en estas imágenes podemos constatar que su acabado cubre los aspectos antes mencionados.

Estuche porta muestras médicas. Estas están protegidas y totalmente aisladas en el interior.

PERFIL DE PRODUCTO

UNIDAD
DE
ANESTESIA



:: FUNCIÓN ESTÉTICA

Se buscará implementar una imagen *integral* del sistema. Qué sean identificables elementos de configuración, que remitan a un estándar homologado de características que hay en máquinas de la competencia (ej: monitores, botones, ventilador manual, entradas de cables y mangueras) sin que esto sea copia o similar de las mencionadas, solamente una interpretación de estos elementos que caracterizan lo que es una máquina de anestesia y lo que la compone.

Qué su semiótica se vea encaminada dentro del lenguaje formal del diseño de equipo médico: regido por los requerimientos y aspectos técnicos pero con un enfoque más humano. Poniendo atención en volúmenes y radios, brindando superficies más agradables a la vista y tacto. Integrando formas y características útiles de otros productos que aunque no tengan que ver con el uso médico específicamente, que sí remitan a un uso o función agradable (ejemplo: una moldura con acabado espejo, una textura suave en una cubierta de plástico que dé mejor vista y acabado, botones similares a los de un aparato de audio o entretenimiento).

En cuanto a funcionamiento y cambios internos, esto requerirá de una especial atención en la configuración formal externa y de uso. Por lo novedoso del funcionamiento interno, muchas de las operaciones de uso actuales se reducirán o desaparecerán por completo de manera mecánica, integrándose a sistemas digitales o al programa. La propuesta no puede ser exageradamente distinta de las actuales ya que se corre el riesgo de que el mercado no la acepte. El diseño debe proponerse de manera que los médicos puedan hallar elementos reconocibles y asociables, sin que esto represente hacer

que la máquina se parezca a los aparatos de anestesia actuales.

Gran parte de la configuración estética vendrá dada por los materiales y procesos aplicados en ellos.

Parte importante del concepto será hacerla visualmente más liviana, utilizando materiales que reflejen más luz (acabado espejo) que incluso permitan una mejor limpieza del aparato, también se hará uso de entrecalles y cortes para reducir visualmente el tamaño de los componentes. Superficies de plástico con radios cubrirán las partes donde haya contacto, apoyo y/o agarre. Para hacer dichas zonas más térmica y táctilmente agradables (a diferencia de los laminados por ejemplo) estas mismas tendrán un acabado mate, para evitar reflejos de luz excesivos, pero dando terminado completamente liso y sin ángulos cerrados (internos) que permitan tener dichas superficies limpias con facilidad.

Por analogía formal y de uso, se tomarán de referencia objetos cómo: equipos de sonido (minicomponentes) por los elementos de control y monitores que los componen así como sus envoltentes y la semiótica actualmente manejada en equipos de computo, que les plantea con una notable ligereza visual y con muchos brillos, eliminando toda la información innecesaria (botones, entrecalles, uniones, ensambles y displays electrónicos).

:: FUNCIÓN ERGONÓMICA

Lograr un mejor uso del sistema, pues los actuales obligan al cirujano y al anestesiólogo a tomar posiciones incómodas durante la operación, generando fatiga extrema en intervenciones prolongadas. Con esto se

buscará que tanto el uso de pie, como sentado, eviten al usuario tomar posturas que provoquen fatiga, e incluso que permita posiciones descansadas en algunos momentos de la cirugía. Se propondrá que los soportes de las ruedas ofrezcan también un uso de descansa pies. Que el funcionamiento y mismo uso de la unidad no provoque movimientos extremos que agreguen fatiga al usuario:

1. *Que el manejo de controles se pueda hacer con la mano en posición natural, que permitan al médico concentrarse en los movimientos de precisión con el pulgar e índice, al rotar un botón*
2. *Lograr que sea un aparato fácil de desplazar o mover, pero que en posición fija no varíe de lugar por ninguna razón, por lo que las ruedas deberán de tener algún sistema de traba o freno durante el uso.*
3. *El monitor de información, que pueda ser operable de tal manera que pueda girar sobre su eje vertical 360°, subir y bajarlo un rango de 15° para que tampoco genere una fatiga visual o rotaciones incómodas de la cabeza.*

:: FUNCIÓN PRÁCTICA (Uso y Desempeño)

Se buscará que los controles y monitoreo sean de funcionamiento simplificado, contemplado para una operación totalmente automatizada. Con esto quiere señalarse que el manejo del sistema, la información que brinde y su ubicación en la sala de operaciones permitan:

1. *Brindar todos los datos y mediciones de ventilación, anestesia, signos vitales y otros requeridos; de un sólo vistazo o por medio de una pantalla sensible al tacto, en un único monitor integral cuyo programa va a estar diseñado para esta específica función.*
2. *El mínimo de atención necesario a la unidad durante toda la operación (pre-programable a la intervención) lograr incluso que la operaciones manuales puedan automatizarse.*
3. *Las dimensiones de las salas de operaciones son muy reducidas y la cantidad de aparatos que hay en ellas reduce aún más el espacio habitable. Actualmente las máquinas de anestesia son de los equipos que más espacio ocupan y es esencial para la cirugía (tanto como el cirujano mismo) por lo que puede hacerse una significativa reducción de los elementos que la componen sin definir todavía una dimensión definitiva y así un gran aporte de espacio útil al quirófano.*

Con esto, se buscará poder tener un control preciso de todo el procedimiento de anestesia, ofreciendo una interfase de uso intuitivo (para el especialista) y que represente una síntesis de los elementos requeridos por el usuario. Se buscará que el tamaño del aparato sea

adecuado para su uso en quirófanos, logrando que ocupe el menor espacio posible y que presente un alto grado de acomodados, teniendo *cerca de la cama* de operaciones lo eminentemente necesario.

Se debe lograr que el aparato pueda ser operado por médicos zurdos y diestros, pues a los primeros se les obliga a aprender a operar la máquina como diestros. Con esto, lograr que la máquina pueda usarse en casi cualquier punto alrededor de la cama de cirugía, permitiendo que la unidad esté siempre cerca del paciente, brindándole al anestesiólogo un espacio de trabajo mas confortable y le permita tener toda su atención a la operación. También debe ser un aparato que permita un monitoreo cercano en intervenciones de la cabeza (neurocirugía, etc) donde el anestesiólogo no puede estar cerca del paciente.

:: FUNCIÓN PRODUCTIVA

Es indispensable el uso de materiales no ferromagnéticos (acero, hierro) puesto que se plantea su uso cerca de grandes unidades de emisiones electromagnéticas (Unidades de Resonancia Magnética).

Se prevé que sean procesos de termo-formado y roto-moldeo en el caso de partes plásticas, fundición en arena y laminados de aluminio en pailería. Esto en función de las unidades que van a producirse (aproximadamente 500 al año). Es importante recalcar que se buscará que los materiales aplicados sean acorde con el concepto de diseño, en cuanto a innovación, por resistencia, por versatilidad y por costo.

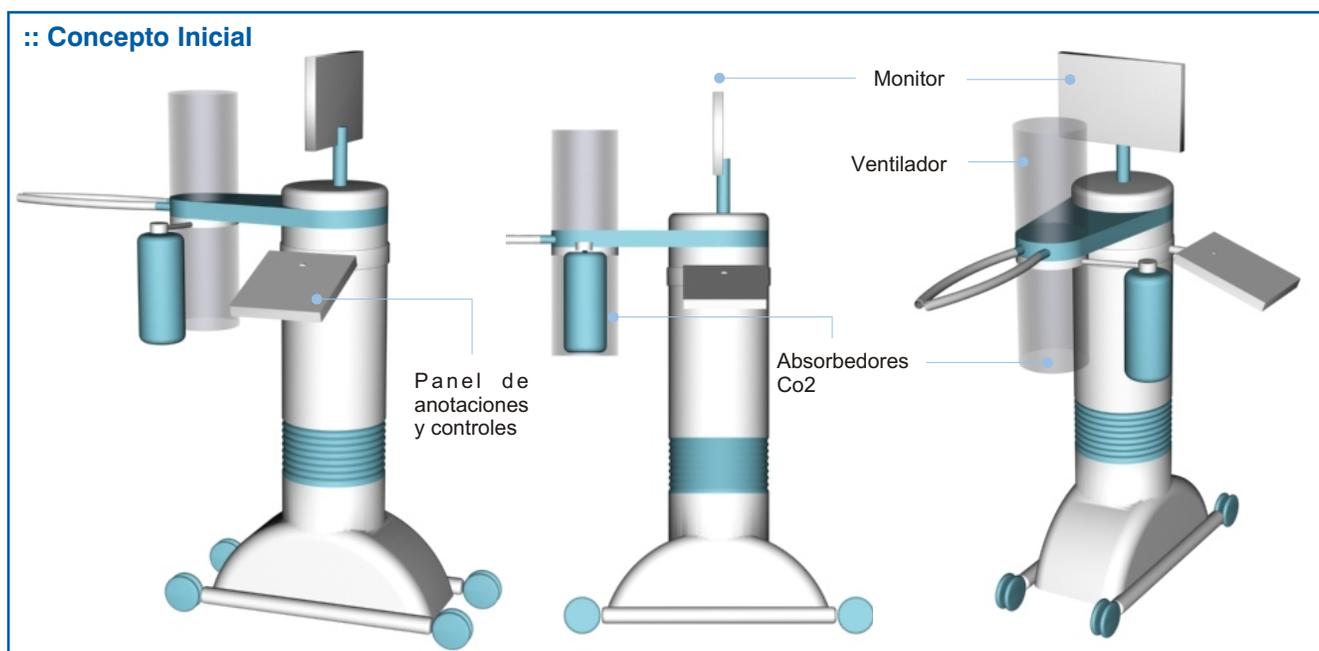
Para la fabricación de la estructura interna se propone el uso de *Zinalco* puesto que en costo es igual al aluminio pero su resistencia es tres veces superior y es no ferromagnético, ambas cualidades son prioritarias para la viabilidad del diseño. Varios de los componentes podrán ser integrados, tales como los monitores, ruedas, botones y algunos servomotores comerciales. Se puede inferir una producción de 500 unidades al año, lo que implica una mediana producción. Es importante que el costo final de producción de la carcasa completa (sin electrónica ni despliegue interno) sea de US\$700 como tope máximo. Este indicador se presenta porque es el costo máximo de producción por unidad que se puede tener, para que esta sea un producto competitivo y rentable.

:: ASPECTOS DE MERCADO

Los precios de las máquinas de anestesia fluctúan entre los US\$5,900 a los US\$ 27,500 por unidad de anestesia. Este sistema estaría en el rango más alto del mercado, compitiendo con las máquinas más avanzadas (Dräger Zeus, Datex-Ohmeda Care Station) brindando como *plus* un alto grado de tecnología, automatización y mejor control del procedimiento anestésico. El mercado que esta unidad busca satisfacer es, en un inicio; el mexicano, para extender su distribución hacia Latinoamérica.

CONCEPTO
DE
DISEÑO
BOCETOS
E
IDEAS

UNIDAD
DE
ANESTESIA



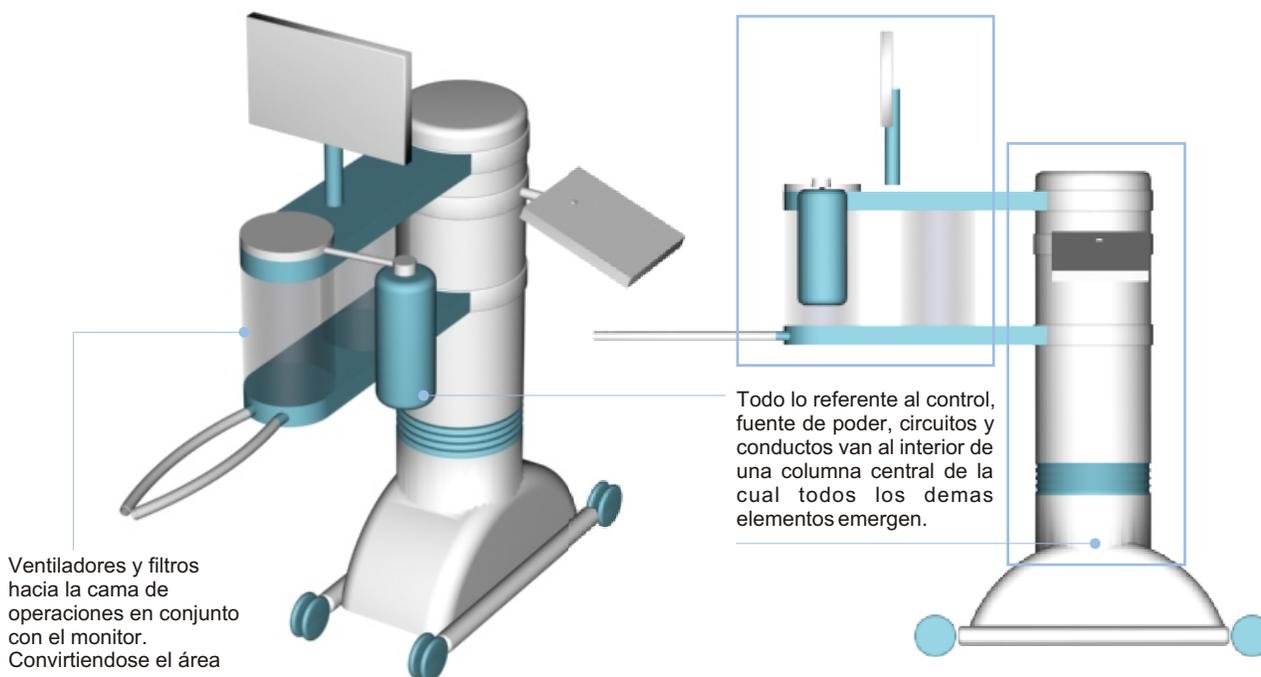
Ergonomía = Funcionamiento y Uso = Estética

De esta ecuación parte el concepto para desarrollar la maquina de anestesia desde cero: Convirtiendola en una Unidad de Anestesia. Desarrollar una mejor herramienta para los anesthesiologos, buscando que esta permita un mejor uso del espacio disponible en el quirófano y permitiendo un uso diestro o zurdo en casi cualquier punto alrededor de la cama de operaciones.

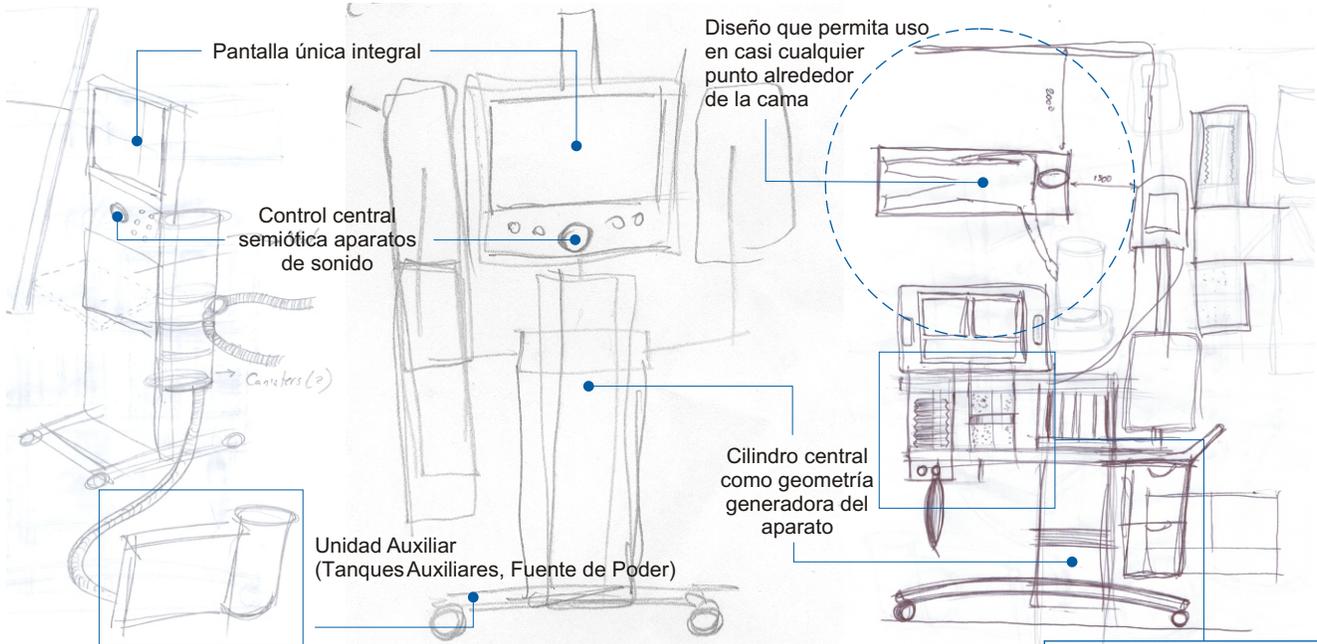
Dar mayor comodidad al usuario acercando todos los elementos donde se requiere estén; integrando los diferentes elementos en una sola unidad de Anestesia.

De esto se parte para desarrollar el proyecto poniendo atención esencial sobre las cuestiones de interrelación y

uso con la máquina. Buscando cual puede ser el mejor desempeño de la maquina en función del uso y la comodidad, cubriendo las observaciones echas al comportamiento de los anesthesiologos con la máquina de anestesia; se plantea acercar los instrumentos que requieren de ser vistos y escuchados hacia el frente y cerca de la cama: Lo que se necesita durante la cirugía cerca todo el tiempo, y lo que no es esencial, se aleja de esta. Resueltos estos puntos, se detallará el aspecto de funcionamiento y uso para finalmente abordar el aspecto de lenguaje formal, sumamente importante, ya que el concepto nos va a permitir replantear la imagen de este objeto ya que el mismo concepto anula la configuración anterior y requiere de un nuevo diseño formal.



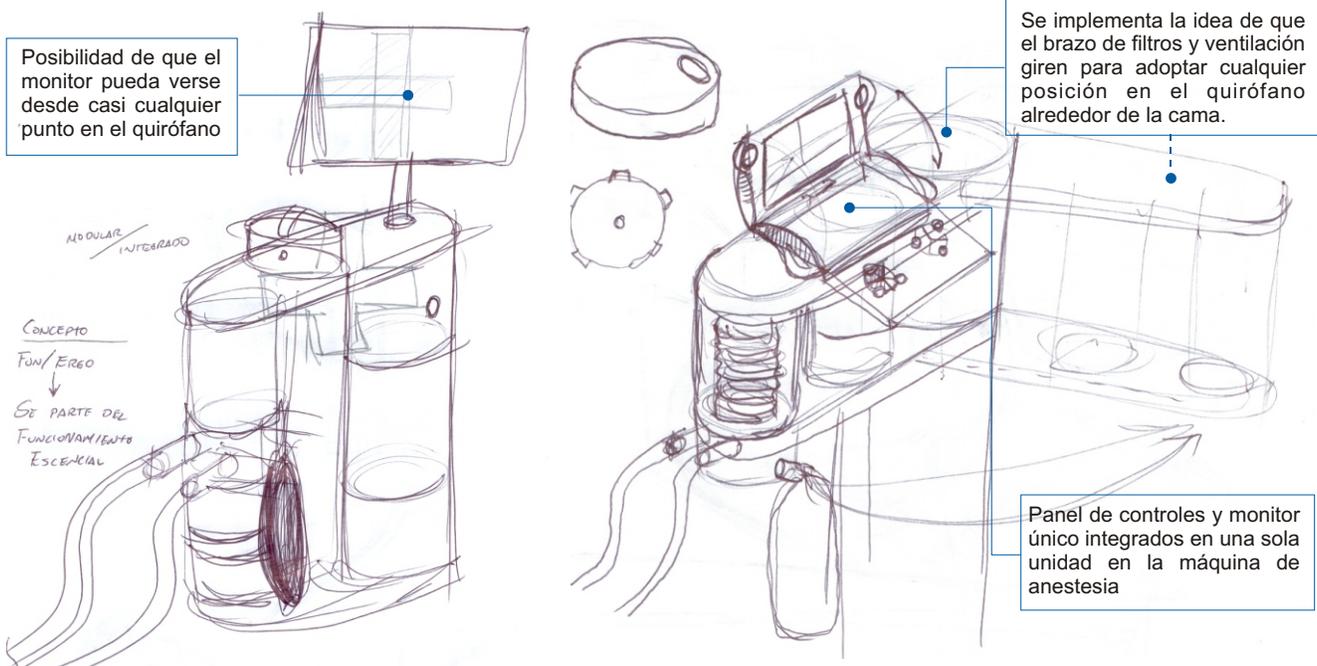
:: Bocetaje y Desarrollo de Ideas



Los primeros bosquejos; alejados de todo formalismo simplista, buscaron poner en orden todos los datos e información recabados en algo que ya había tomado forma en la mente de las personas involucradas en el proyecto, pero aun no había podido ser traducido a líneas de dibujo. Aspectos como: una configuración diferente, requerida para poder demostrar la total renovación del producto. Una esbeltez solicitada -y necesaria- así como una mejor integración de componentes en general, fueron las directrices de este proceso de bocetaje. No obstante aun quedaban muchas variables, se resolvió que el concepto que mejor cumplía los requerimientos del perfil

de producto era la basada en un cilindro central como eje principal del aparato y de ahí, por medio de una extensión acercar todos los instrumentos importantes hacia la cama de operaciones y alejando de la misma los componentes que durante la cirugía no son ocupados, disminuyendo y redistribuyendo el volumen total de la máquina de anestesia.

Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004



El boceto definitivo muestra un aparato mas integrado. Acercado a a idea de inicial de lograr integrar los diversos componentes de la maquina de anestesia e un solo cuerpo alejado totalmente de esa imagen cubica compuesta por charolas y enormes cajones, adosada de otros mecanismos incomprensibles. Ahora la unidad maneja un lenguaje y una composición de unicidad.

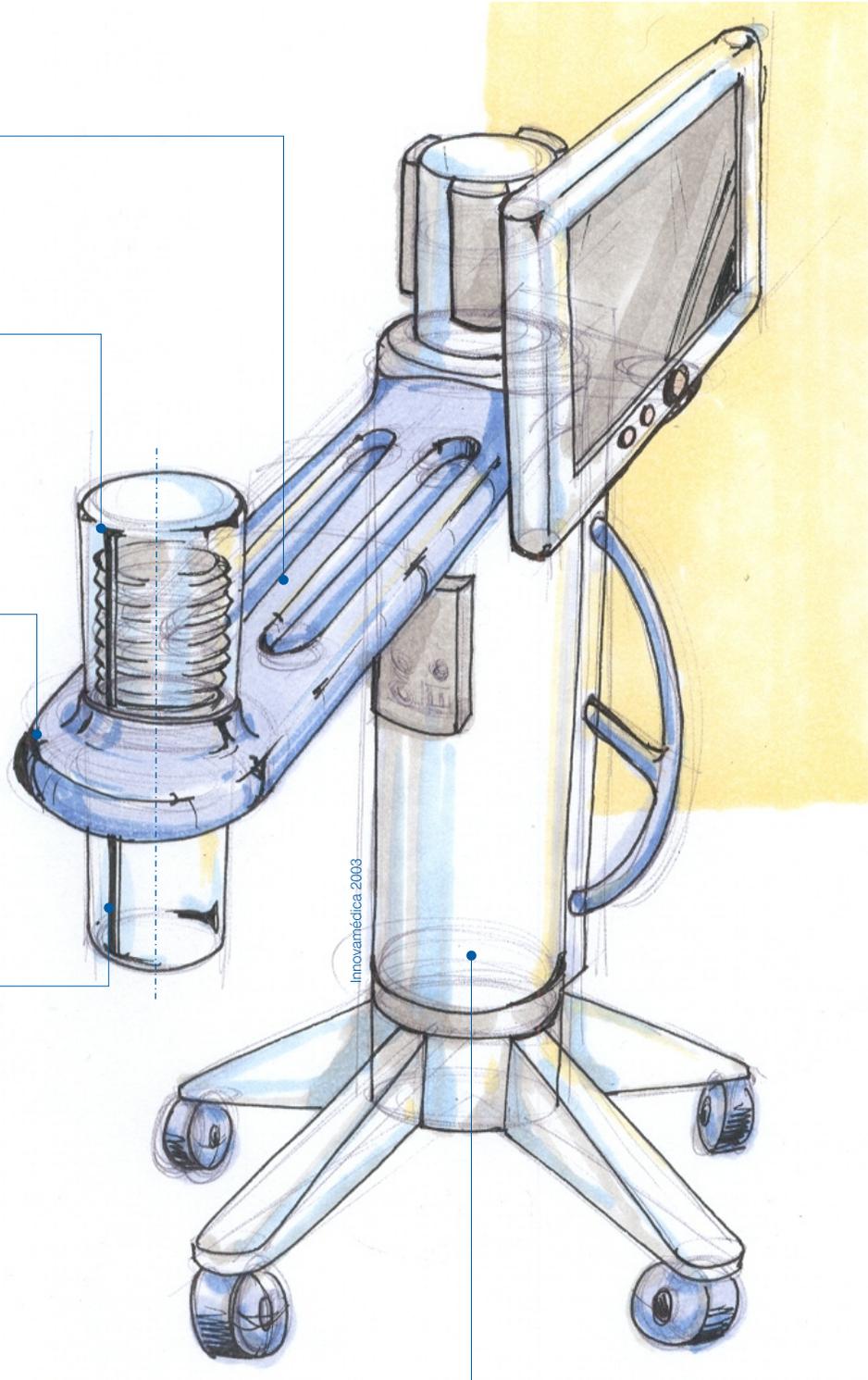
Las repisas metálicas desaparecen y el desorden que ademas causaban para dejar paso al espacio del brazo con formas suaves y depresiones de fácil limpieza para poder colocar apósitos, instrumentos, jeringas, etc.

El ventilador queda siempre visible colocandolo a una altura mayor que en otros aparatos y sin ningún otro elemento -en la unidad- que estorbe la visibilidad de este o le compita en atención, siendo de vital importancia el constante chequeo del funcionamiento de este.

Se integran al diseño algunas curvas con objeto estético pero funcional. Formas vistas en tableros de autos, componentes de audio o de computo se integran para hacer el aparato mas humano con referencias formales mas agradables a la vista y al tacto. También se busca que sean superficies fáciles de limpiar

Los filtros se encuentran por debajo para también respetar el acomodo preexistente y no generar problemas de identificación a los usuarios que por novedoso que sea un producto ya están acostumbrados a una semiótica específica del aparato, pero quedan a eje de composición o solo geométrico y volumétrico, si no en funcionamiento con los conductos y mecanismos internos, facilitando la producción y el funcionamiento mismo del aparato.

El cilindro generador no solo funciona como geometría principal en composición y lenguaje, también es generador de simetría. Evitando tener un frente definido, el uso de la maquina es mas flexible haciendo el brazo quin dicta esta función de indicador de posición y logrando que los componentes estén en eje.



PROPUESTA DE DISEÑO

UNIDAD
DE
ANESTESIA

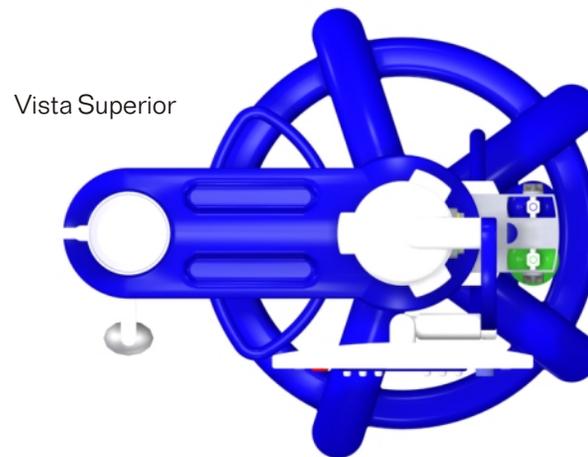
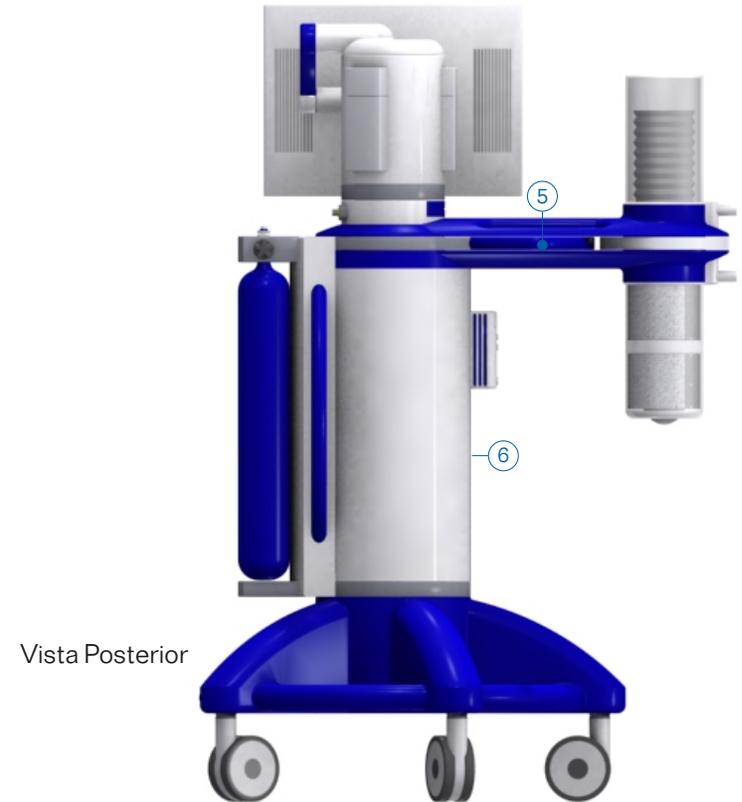
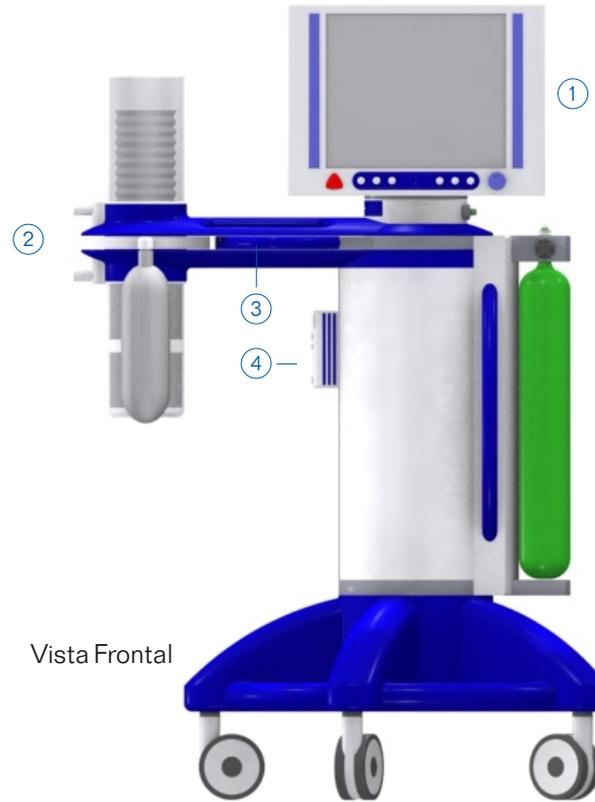
:: Unidad de Anestesia

Icelus es un sistema que integra y compone todos los sistemas de la máquina de anestesia. Está completamente controlada por un sistema experto, reduciendo el número de controles manuales a un

programa automatizado que asiste al anestesiólogo. Esta propuesta integra los tanques auxiliares y un monitor intercambiable y portátil. Un panel de control y anotaciones que es plegable y se guarda en el brazo.



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004



1. Monitor de 19" sensible al tacto con altura y posición ajustables.
2. Modulo del paciente integrado en el brazo.
3. Brazo con cubiertas de PP para instrumental.
4. Caja de conexiones inalámbrica para accesorios de signos vitales.
5. Cubiertas abatibles de aluminio.
6. Panel desplegable de controles y anotaciones abatible al interior de la unidad.



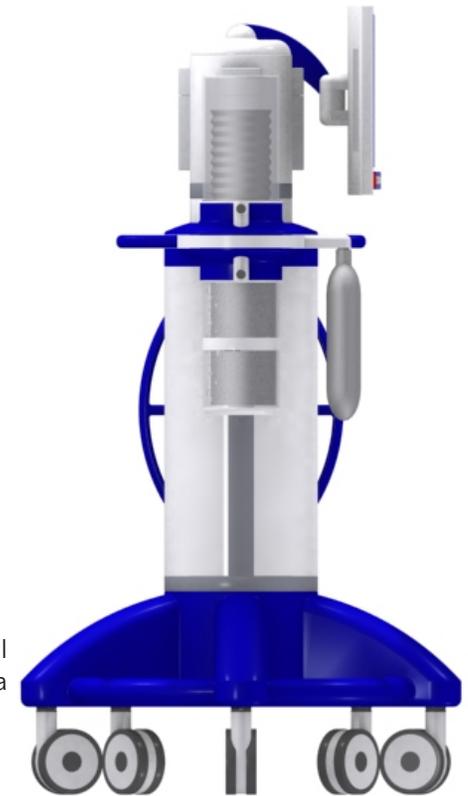
icelus
"ikelos"



Vista Lateral Derecha

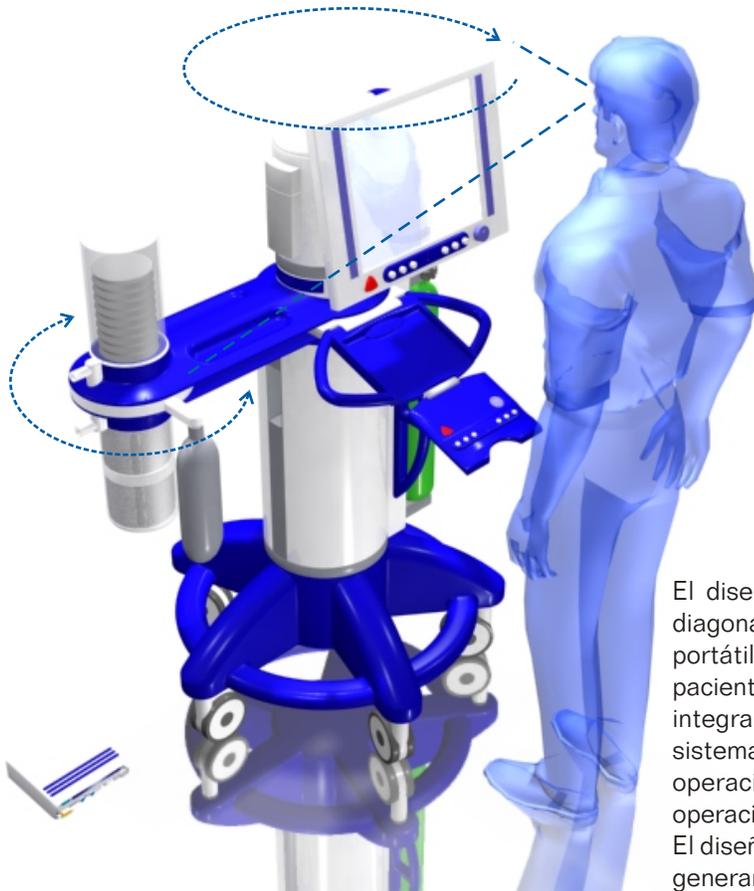


Vista Lateral Izquierda



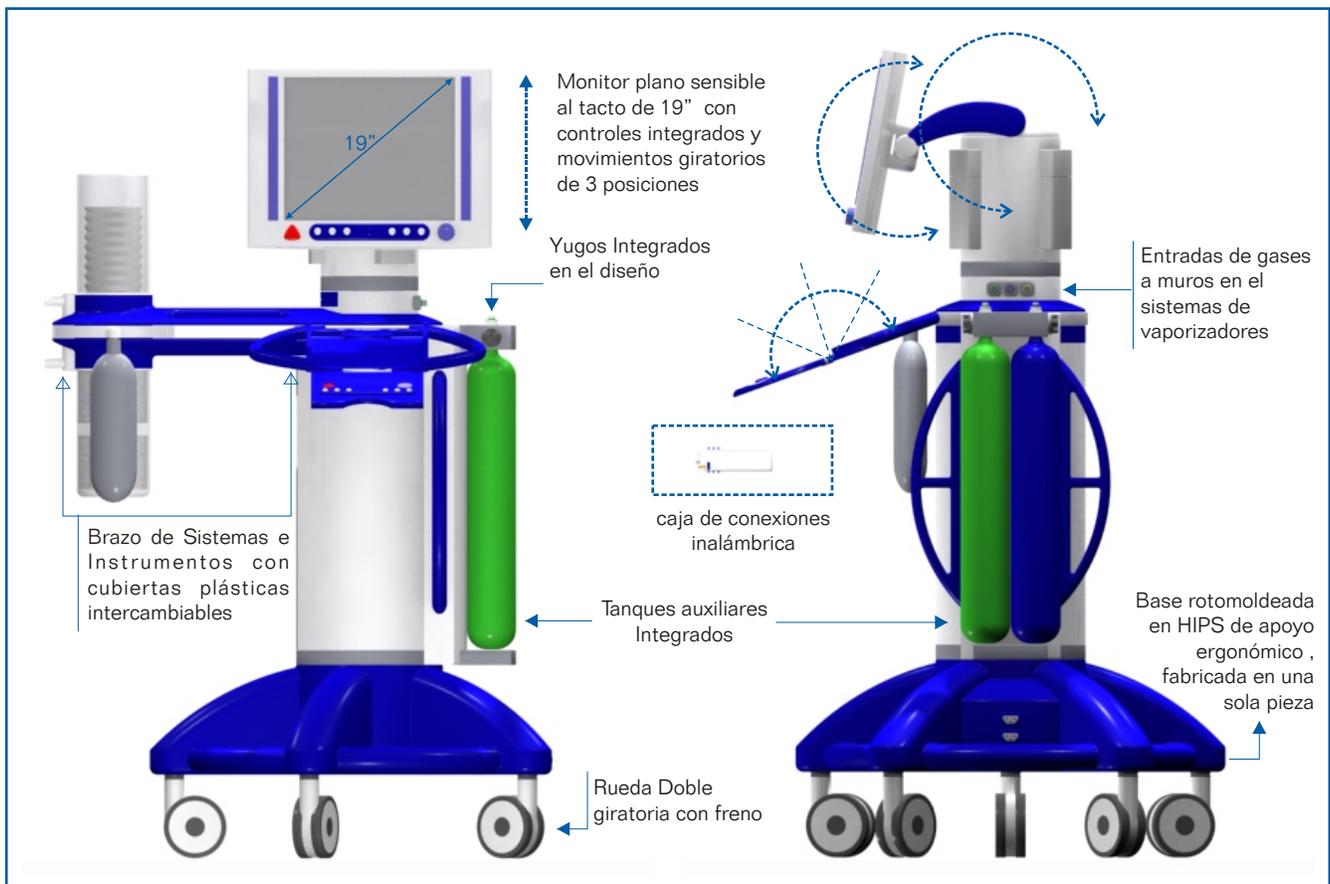
7. Modulo de gases anestésico.
8. Tanques Auxiliares integrados al sistema.
9. Entradas de gases de pared(3).
10. Base rotomoldeada de una sola pieza con entradas de corriente y batería integrados.





El diseño esta integrado por un monitor plano de 19" diagonales que es sensible al tacto y es desmontable y portátil, permitiendo que se mantenga el monitoreo del paciente de manera constante. Otra de las funciones que integra es una caja de conexiones que se sustrae del sistema y se puede colocar debajo de la cama de operaciones evitando los cables que estorban la operación de la máquina y el procedimiento anestésico. El diseño se basa en un cilindro central a partir del cual se generan los demás componentes.

Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

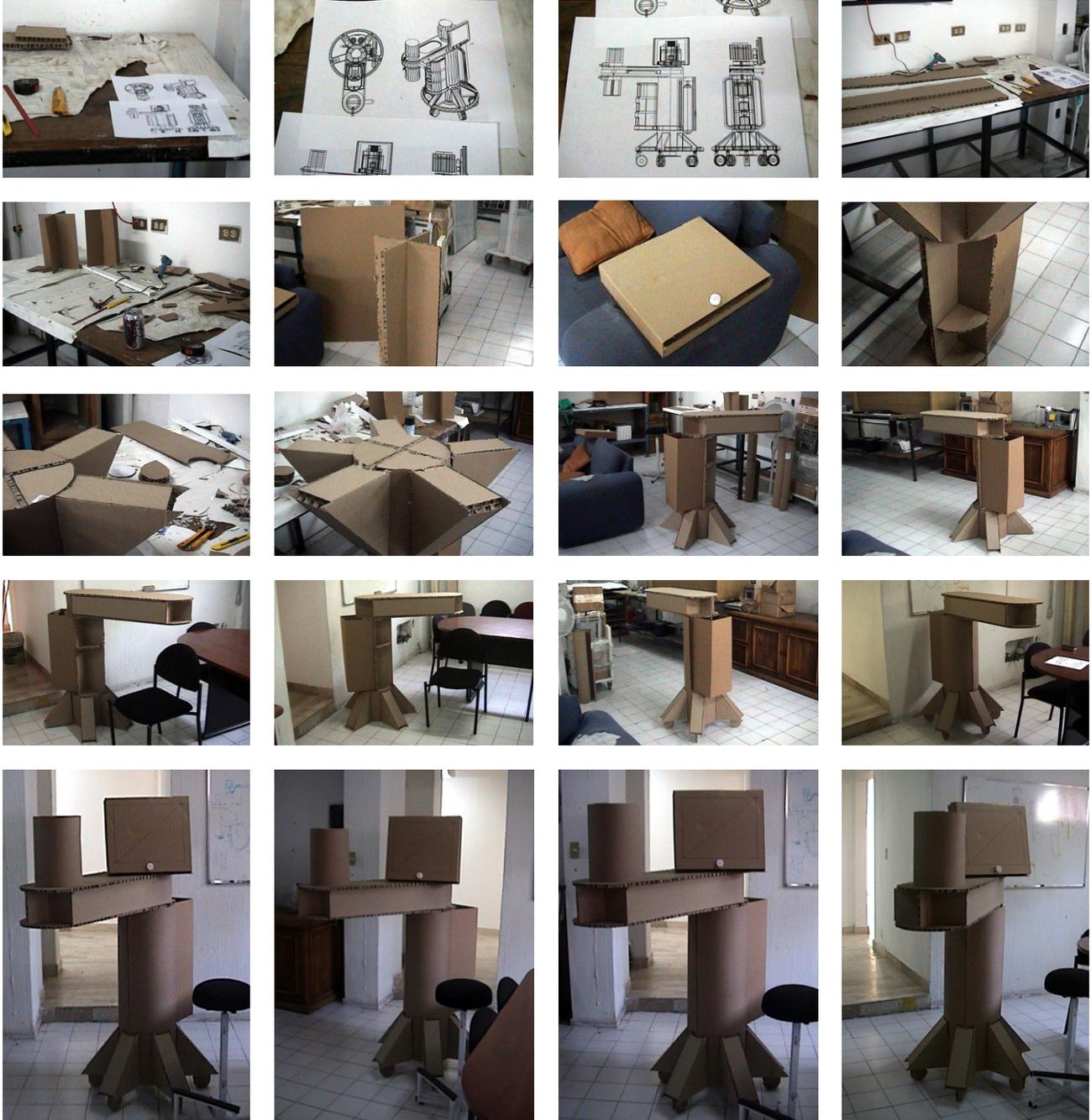


SIMULACIÓN Y
COMPROBACIÓN
DEL
DISEÑO

UNIDAD
DE
ANESTESIA

:: Simulador Unidad de Anestesia

Se desarrolló un simulador escala 1:1 para demostrar el funcionamiento práctico de la unidad, así como poder percibir las sensaciones que esta generaría en el usuario, la percepción de esta hacia el aparato y su aspecto final.

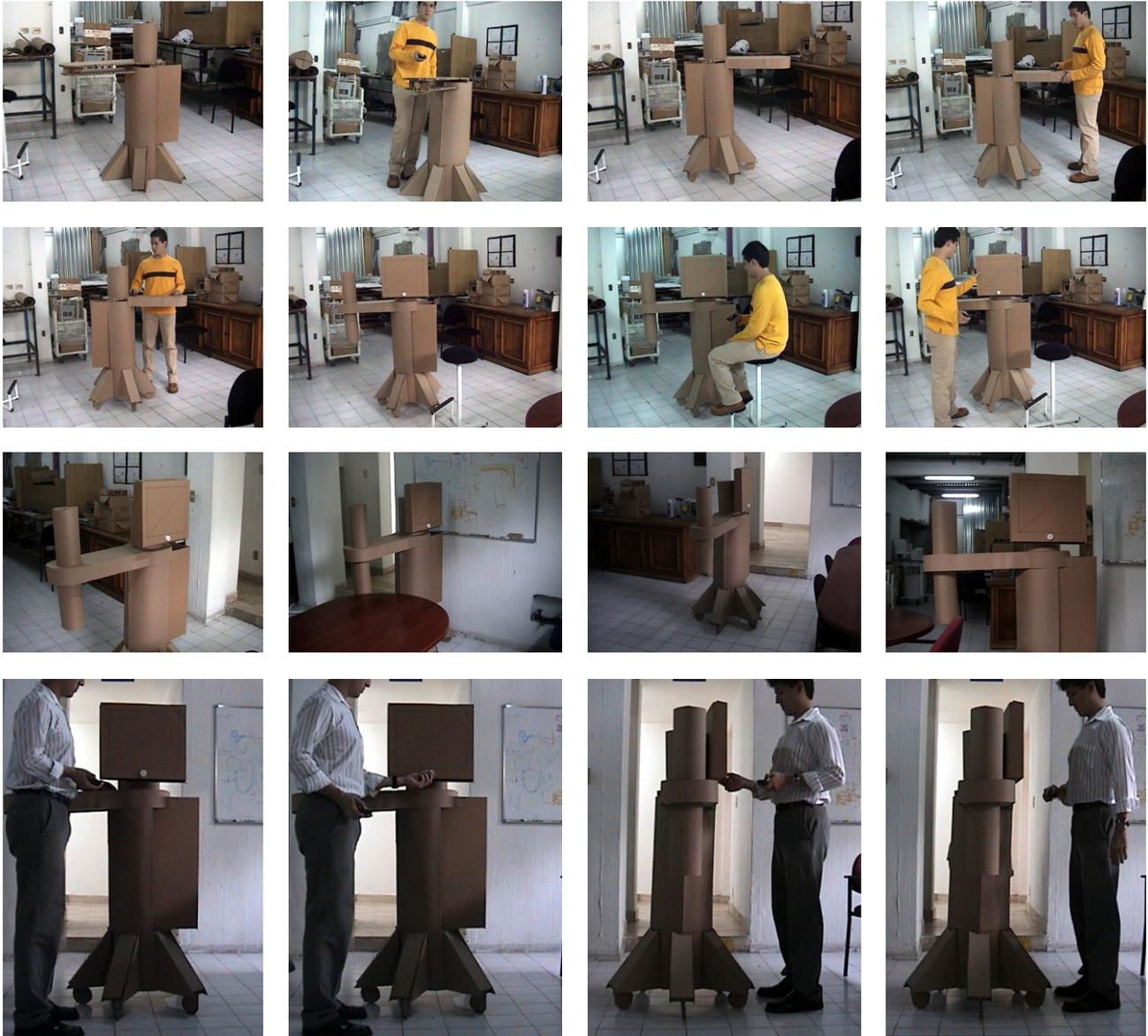


Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

La serie de imágenes muestra el desarrollo del simulador desde la etapa de planos y bosquejos y se desarrolló en las instalaciones de Innovamédica. El proceso de trabajo se llevó un total de cuatro semanas desde el inicio de hasta que el simulador estuvo terminado con todo y correcciones, las que incluyeron algunas variaciones de proporciones, medidas y un análisis de equilibrio y distribución de fuerzas que llevó a replantar la parte del brazo.

:: Simulador Unidad de Anestesia

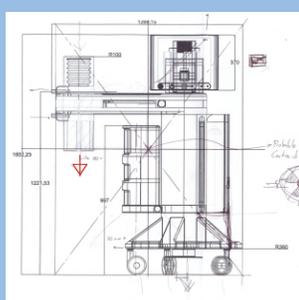
Esta serie muestra el tamaño final y dimensiones definitivas del diseño y su aspecto en un entorno de trabajo y uso: fotos 1 - 12.



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

El cuadro de imágenes de esta página muestra el simulador ya terminado en sus dimensiones reales y la proporción con respecto a una persona de estatura promedio en México (1.75m). Es importante notar que se buscó averiguar como sería el aspecto de la máquina de cerca, junto a una persona y las sensaciones que le provoca, en primer lugar no impone al usuario, su uso es amigable y el conjunto de formas y volúmenes no generan tensión alguna. Se le acomodó en el espacio en el espacio real que habría entre la cama y el muro del quirófano, donde ocupó menor espacio que las actuales maquinas (un 20% menos).

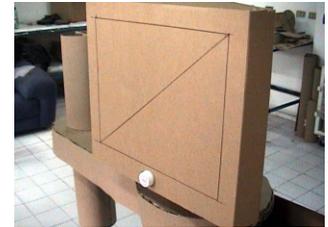
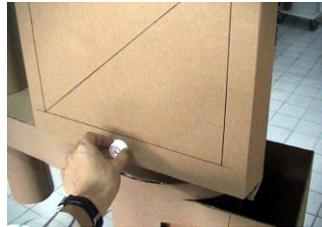
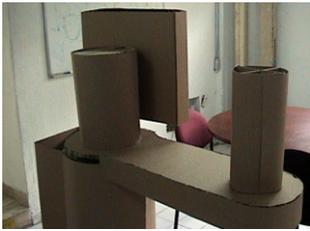
:: Simulador Unidad de Anestesia



Durante la realización del simulador, este ejercicio demostró un problema de fuerzas con respecto a la estabilidad del aparato y su relación de tamaño con respecto al quirófano y al usuario.

La suma de fuerzas en el brazo, que representan el ventilador automático y sus mecanismos, absorbedores de cal sodada mas filtros y otros sistemas, así como el factor de seguridad por fuerzas externas resultó en: tener que aumentar las distancias de las ruedas en 50mm y acortar la longitud del brazo en 150mm ya que el riesgo de volcaduras e inestabilidad eran altos.

Esto se solucionó corrigiendo las distancias antes mencionadas y bajando la altura de 1210mm a 1100mm, distancia del piso a la base del monitor.



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

:: Modelos a Escala Unidad de Anestesia

:: Modelo de Trabajo Escala 1:10 Estereolitografía



:: Modelo Volumétrico Monocromático



Innovamédica / CIDI - UNAM / Unidad de Anestesia / 2004

:: Modelo Volumétrico de Presentación



MEMORIA
DESCRIPTIVA
DEL DISEÑO

CONCLUSIONES

UNIDAD
DE
ANESTESIA



icelus

El sistema de anestesia **Icelus** hace que el procedimiento anestésico sea mas sencillo desde el punto de vista funcional. La simplificación viene desde el momento en que la unidad es instalada en el

quirófano, ya que el acceso a las entradas de gases están en una posición que permite mejor acceso a estas. Los tanques auxiliares pueden instalarse con una sola persona. Los rodamientos son de mayor diámetro con respecto a otros modelos, dando mejor altura al piso para poder evitar mangueras o cables que pudieran aplastarse. Un sólo monitor integra toda la información requerida (signos vitales, pulso, gases, oximetría, etc.) Los ventiladores están mucho más cerca del paciente sin complejos mecanismos y la máquina permite un uso diestro o zurdo equitativamente. Es menos voluminosa con respecto a otras máquinas de su clase y está completamente automatizada, controlada por un sistema electrónico.



MAQUET

La máquina Kion de Siemens introdujo muchas innovaciones de diseño: tales como el modulo del paciente en una sola columna. monitor integral de datos posicionable y la integración de los sistemas con base en su ingerencia en el procedimiento. Otra de sus características innovadoras fue la integración de los tanques de gas anestésico en un revolver de tres tanques. Esto permitió tener un acceso mas eficaz a la mayoría de los sistemas que requieren recarga o esterilización constante. Otro aspecto importante en esta máquina es que introdujo un sistema de interconexión con el sistema del hospital, pero su complejidad la hizo salir del mercado al no ser del agrado de los usuarios.



Drägermedical

A Dräger and Siemens Company

La Draeger Zeus es un modelo nuevo que presenta mejor distribución de sus diversas mejoras que componentes. Se eliminó paralelamente se desarrollaron en este proyecto. La reducción del volumen de la máquina es uno de esos puntos. Otra similitud es el monitor integral posicionable y retractil, Los sistemas de la máquina se integraron en un orden de funcionamiento y ergnomía, lo cual permite que el aparato tenga una mejor distribución de sus componentes. Se eliminó un frente obligado, permitiendo que el uso sea modulable según la operación lo requiera. Se elimina el uso del ventilador de fuelle y se integran otras tecnologías de ventilación superiores en eficiencia a las actuales. Otro punto es que esta máquina está preparada para TIVA.



:: Conclusiones sobre el Proyecto

El alcance del este proyecto, fue dar una idea formal conceptual, con nueva tecnología aplicada al campo de la anestesiología. Además de haber condiciones favorables en el mercado para su desarrollo.

Icelus es la conceptualización de diseño industrial médico, de un sistema de anestesia avanzado, para niveles de Alta Especialidad y aplicaciones RMN (Resonancia Magnética). La propuesta parte de un análisis ergonómico y estético, de necesidades presentes en el quirófano que actualmente no están satisfechas; tomando a los anestesiólogos como principales usuarios y dando consideración al paciente, ofreciéndoles una máquina con un aspecto menos agresivo (por la cantidad de elementos visuales, mecanismos y complejidad formal del aparato de anestesia) que los modelos que se ven en las salas de operaciones en este momento.

Cómo se observó a lo largo de este documento, se hizo un estudio profundo de los sistemas que componen al

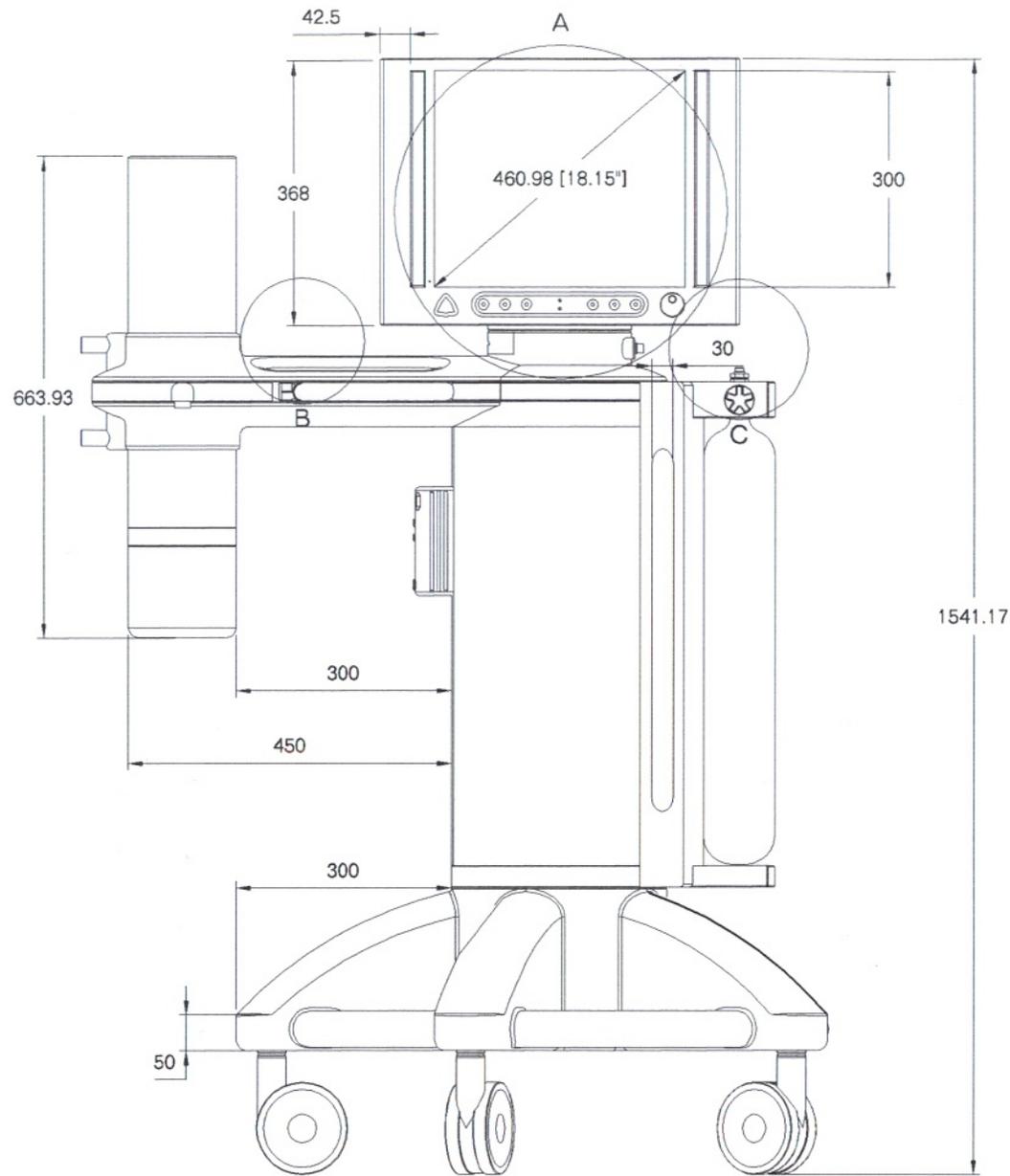
aparato de anestesia. Además se hizo un estudio comparativo de las máquinas actuales, evaluando los aspectos positivos y mejorables de su diseño.

La investigación que se hizo en quirófano permitió evaluar *in situ* las necesidades no medidas y que el usuario requería, tales como una máquina que aprovechara mejor el espacio en el quirófano.

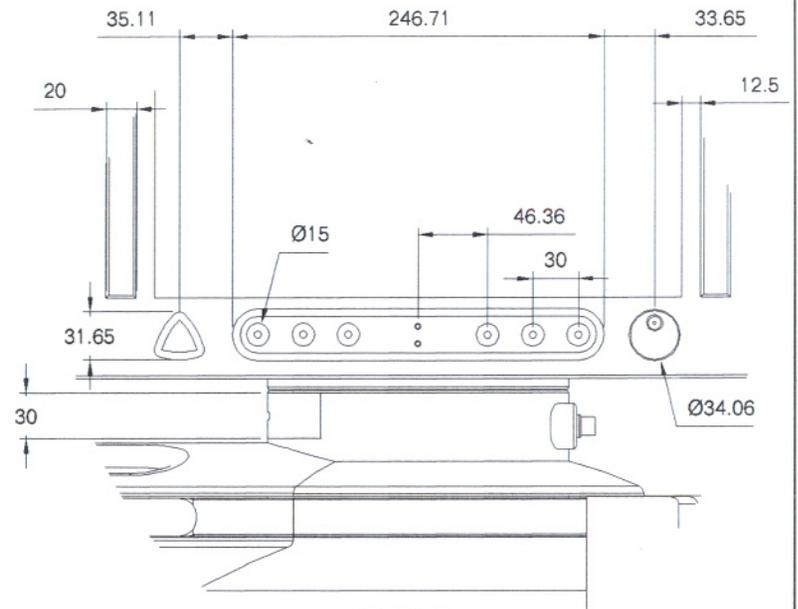
Cabe señalar que hasta la Dreger Zeus y la Siemens KION no se había contemplado integrar diseño industrial en las máquinas de anestesia, pues la mayoría de los modelos observados presentaban una configuración que no ha cambiado de manera importante en los últimos 30 años. Con *Icelus* se quiso proponer una nueva configuración, basada en la secuencia de uso del procedimiento anestésico y con base en un estudio ergonómico, permitiendo que el trabajo del anestesiólogo mejore en eficiencia reduciendo los aspectos que generan fatiga y grados de confusión en el actual diseño.

PLANOS Y VISTAS

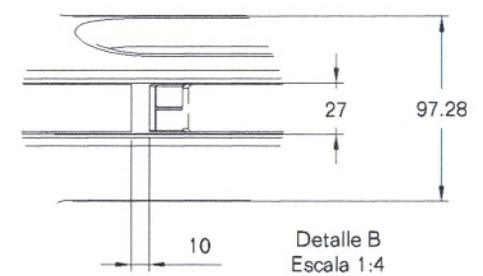
UNIDAD
DE
ANESTESIA



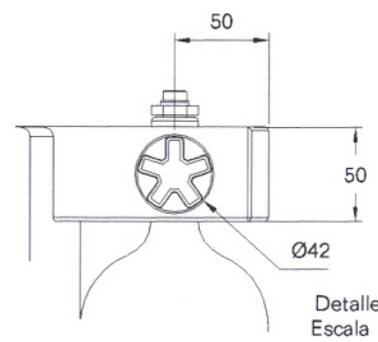
VISTA FRONTAL



Detalle A
Escala 1:5

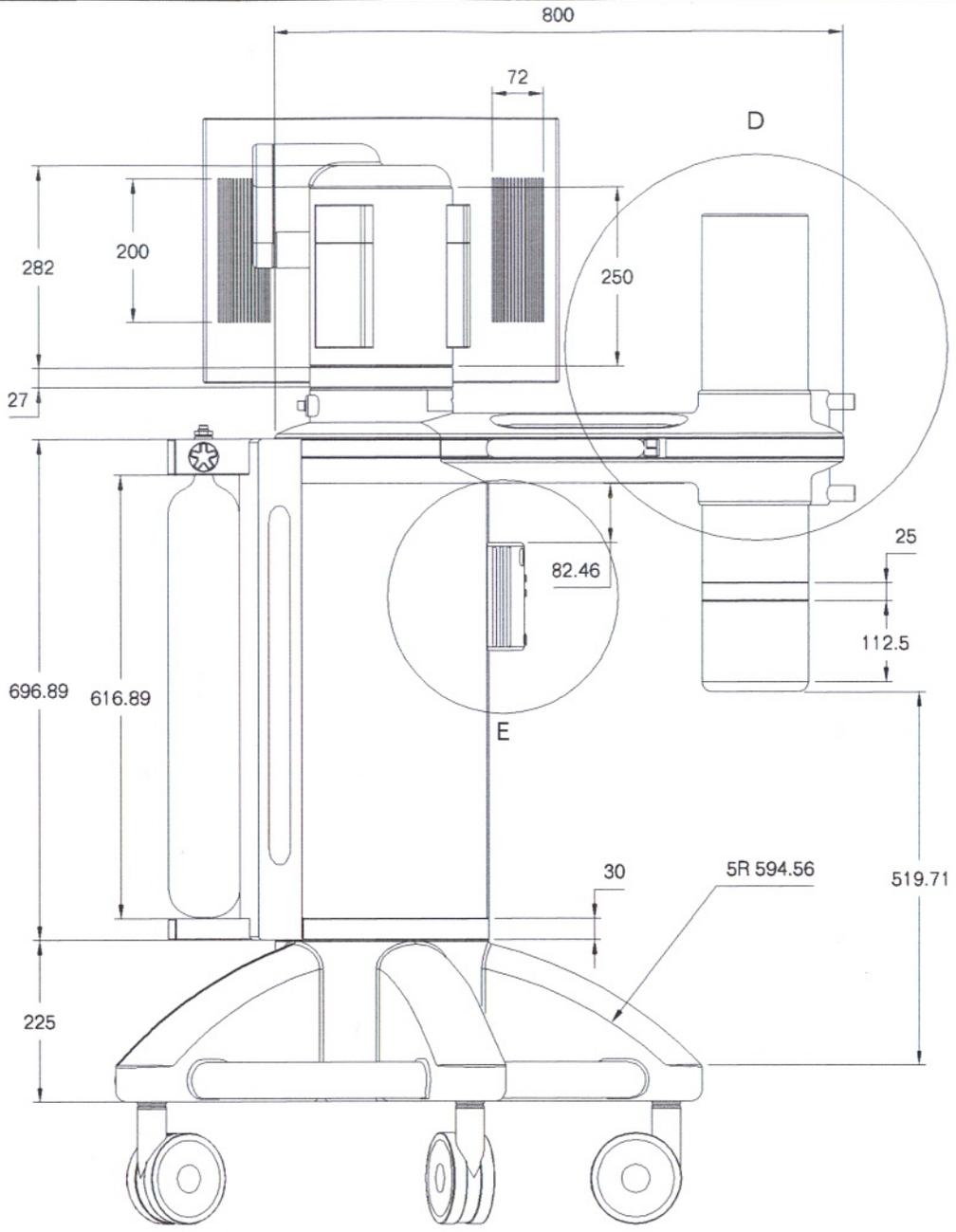


Detalle B
Escala 1:4

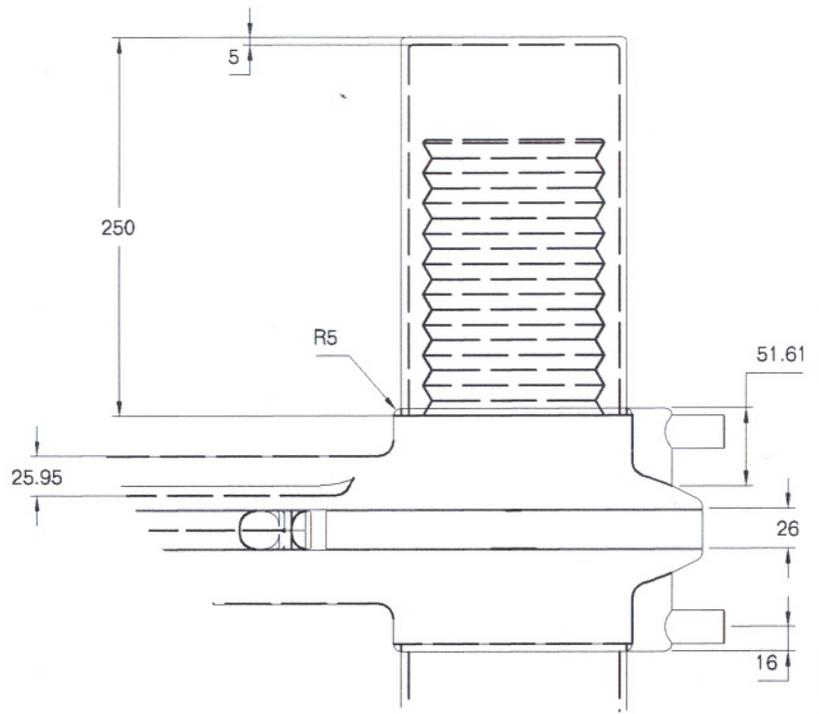


Detalle C
Escala 1:4

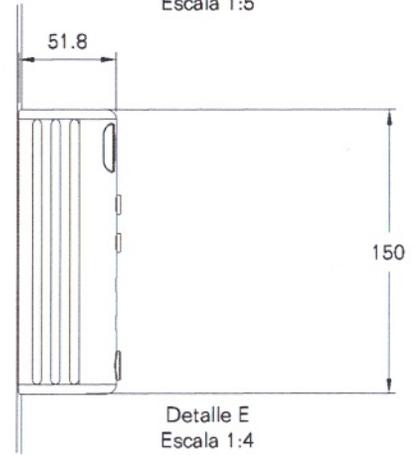
Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.		UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
VISTAS GENERALES			Cotas mm	



VISTA POSTERIOR



Detalle D
Escala 1:5



Detalle E
Escala 1:4

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

VISTAS GENERALES



UNAM-CIDI

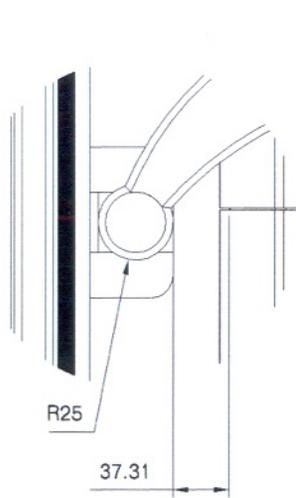
Fecha
01 09 2004

Cotas mm

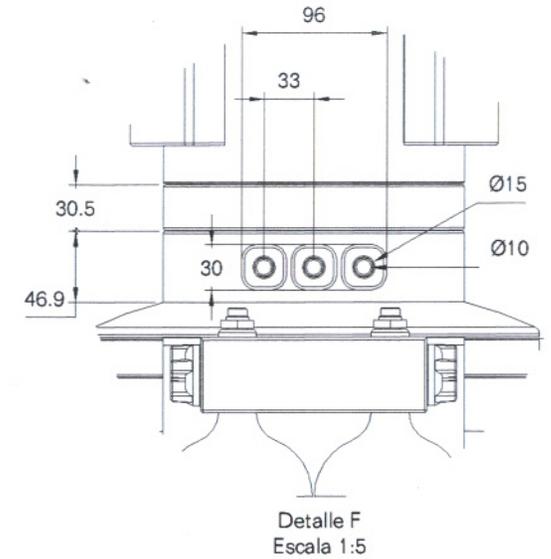
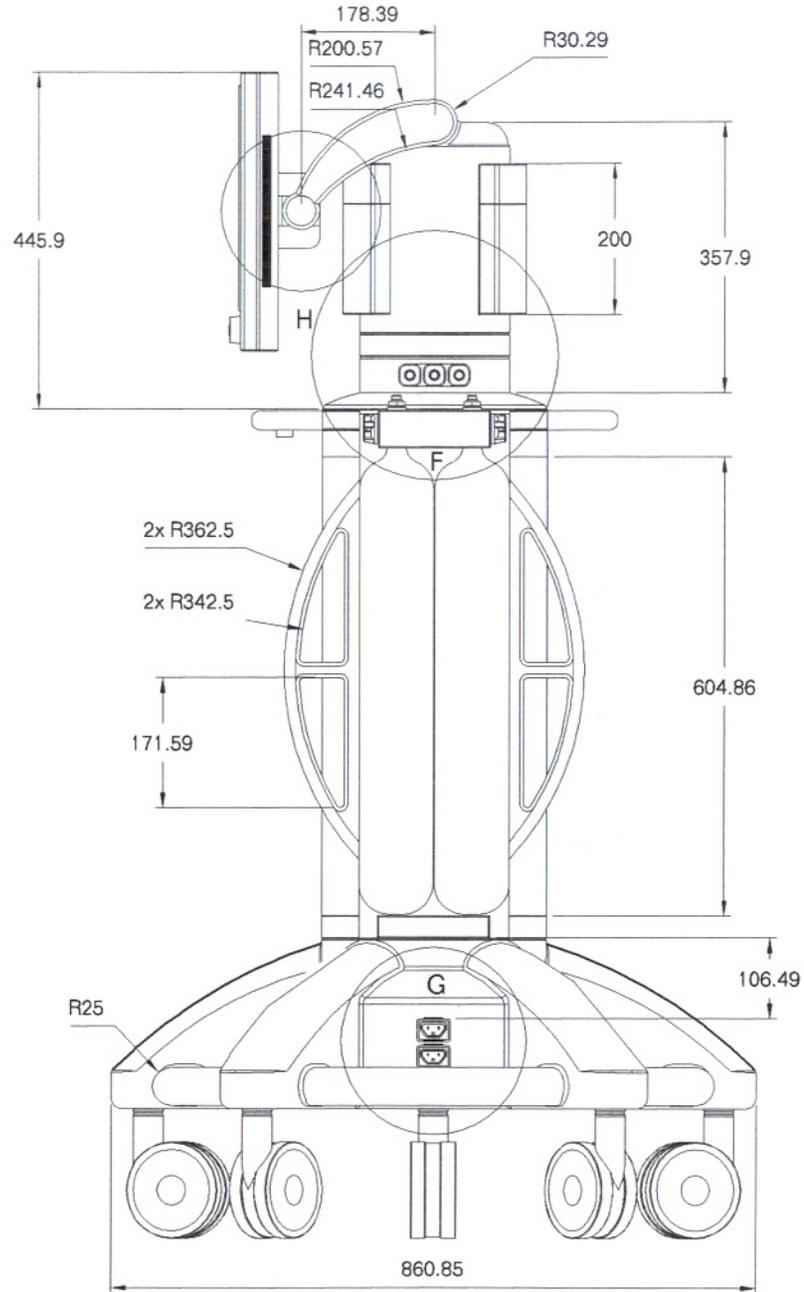
Escala 1:10



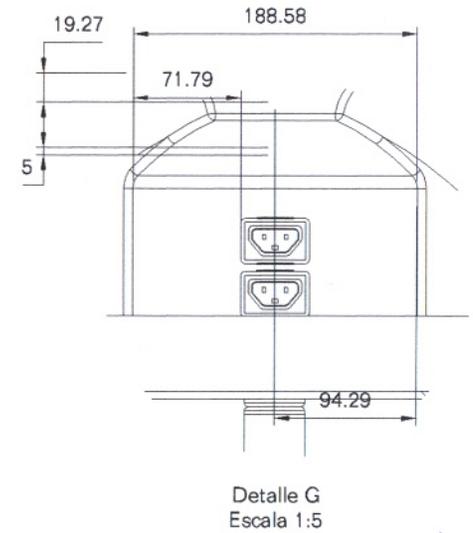
2/7



Detalle H
Escala 1:5



Detalle F
Escala 1:5



Detalle G
Escala 1:5

VISTA LATERAL DERECHA

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

VISTAS GENERALES



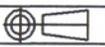
UNAM- CIDI

Fecha

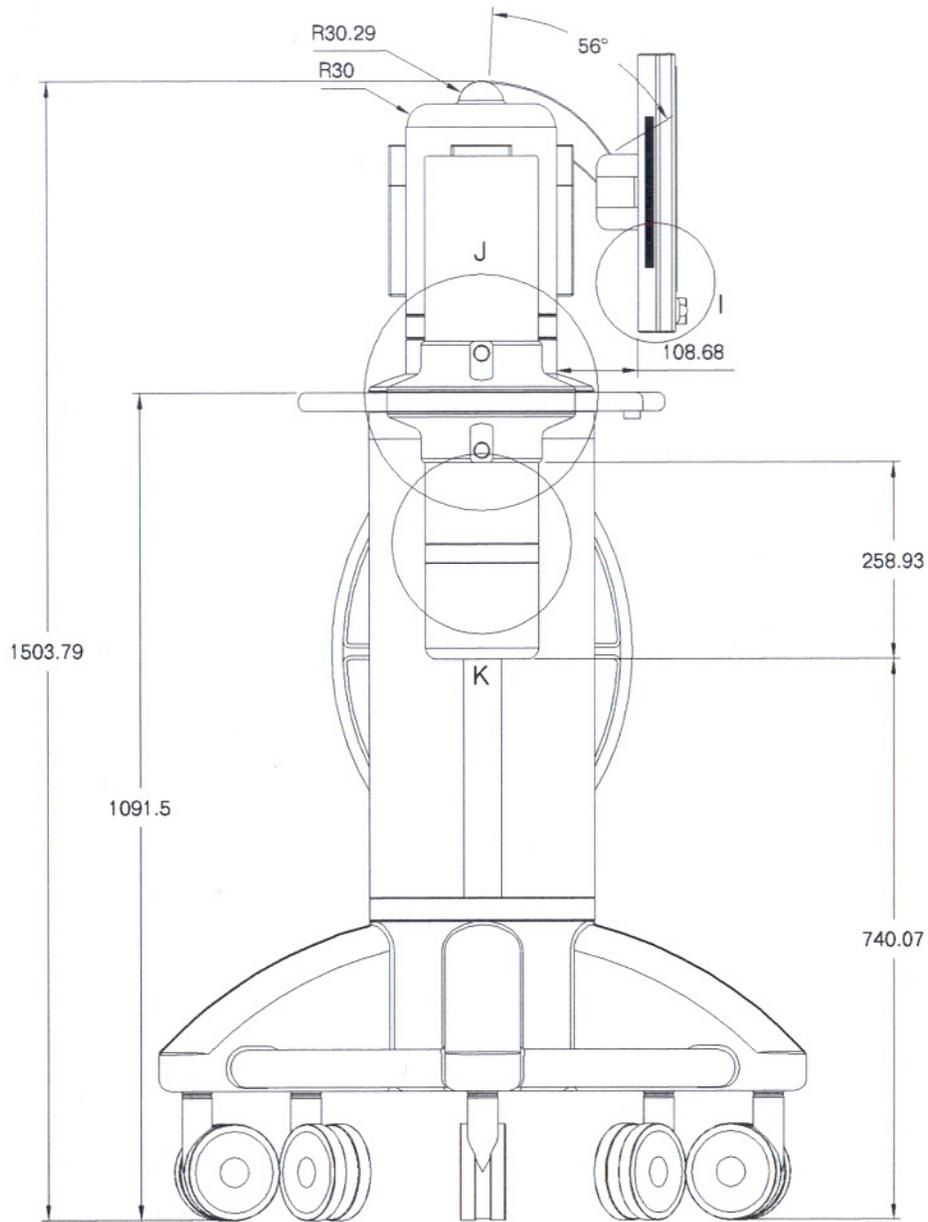
01 09 2004

Cotas mm

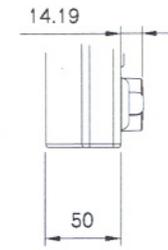
Escala 1:10



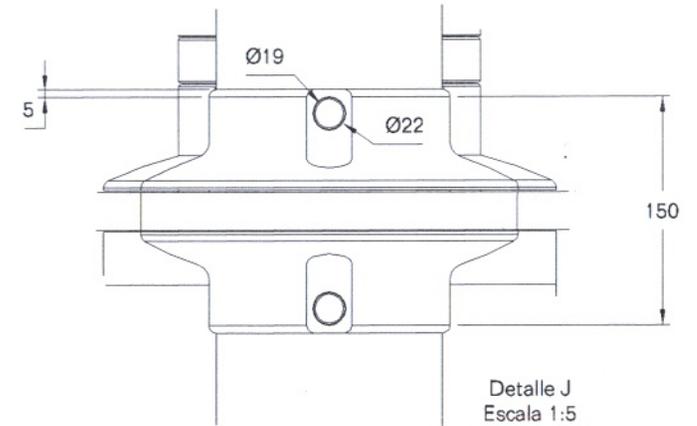
3/7



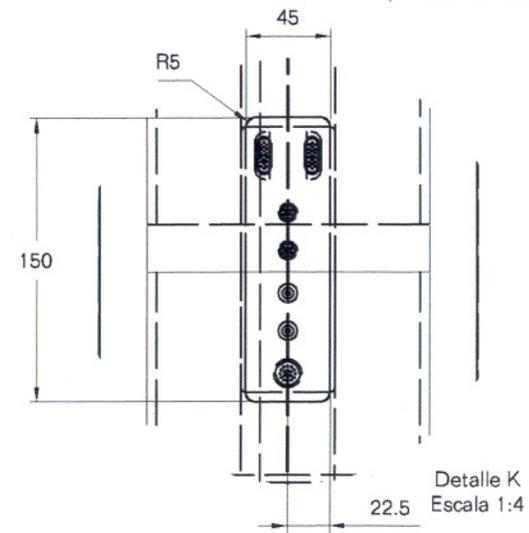
VISTA LATERAL IZQUIERDA



Detalle I
Escala 1:5

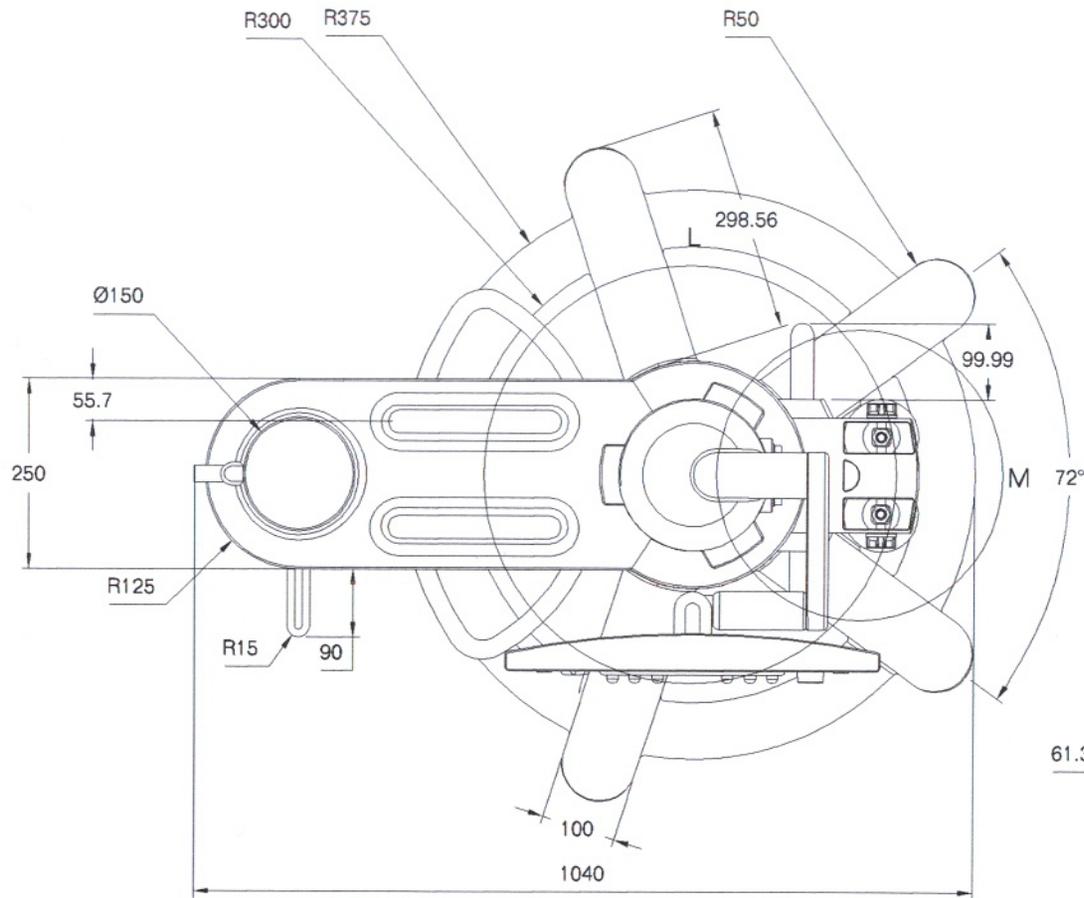


Detalle J
Escala 1:5

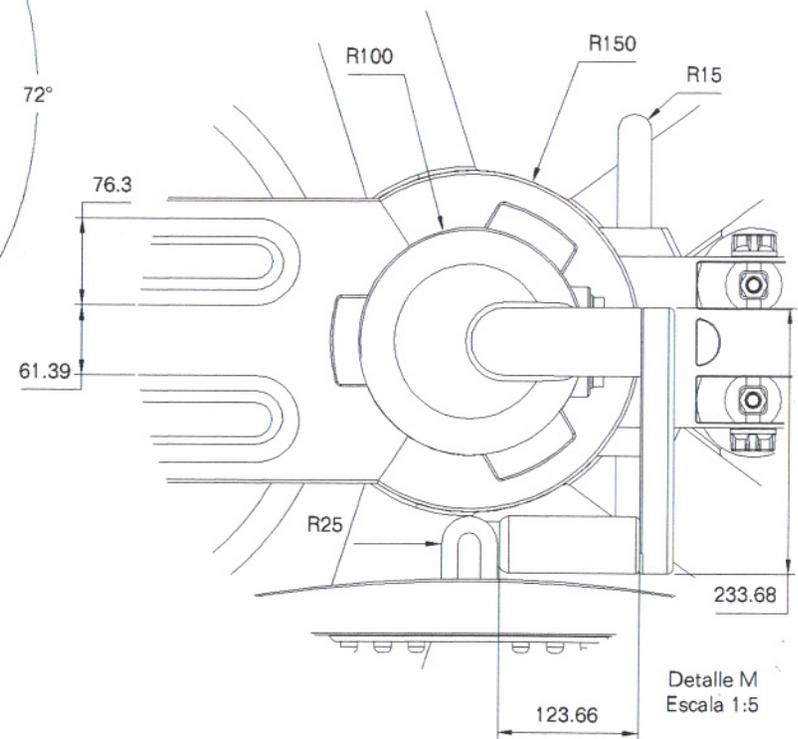
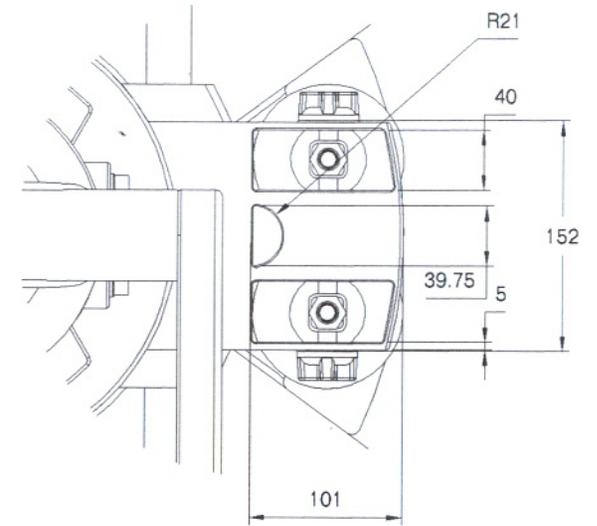


Detalle K
Escala 1:4

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
VISTAS GENERALES			Cotas mm	



VISTA SUPERIOR



Detalle M
Escala 1:5

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

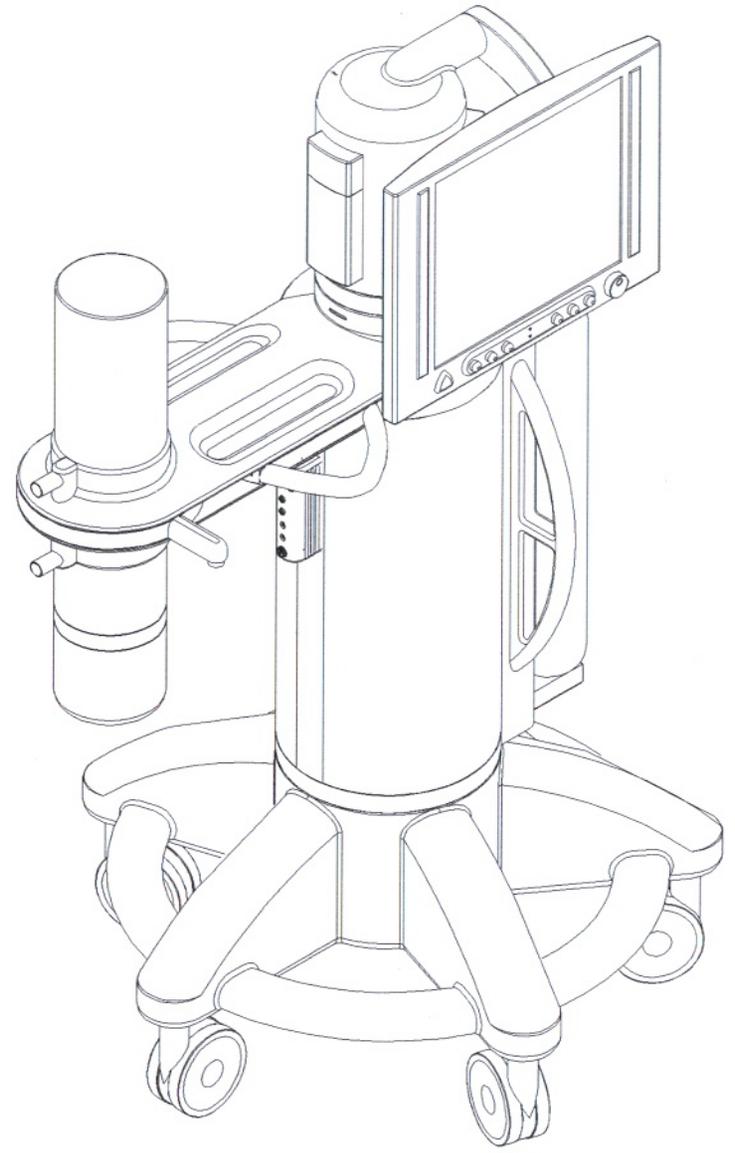
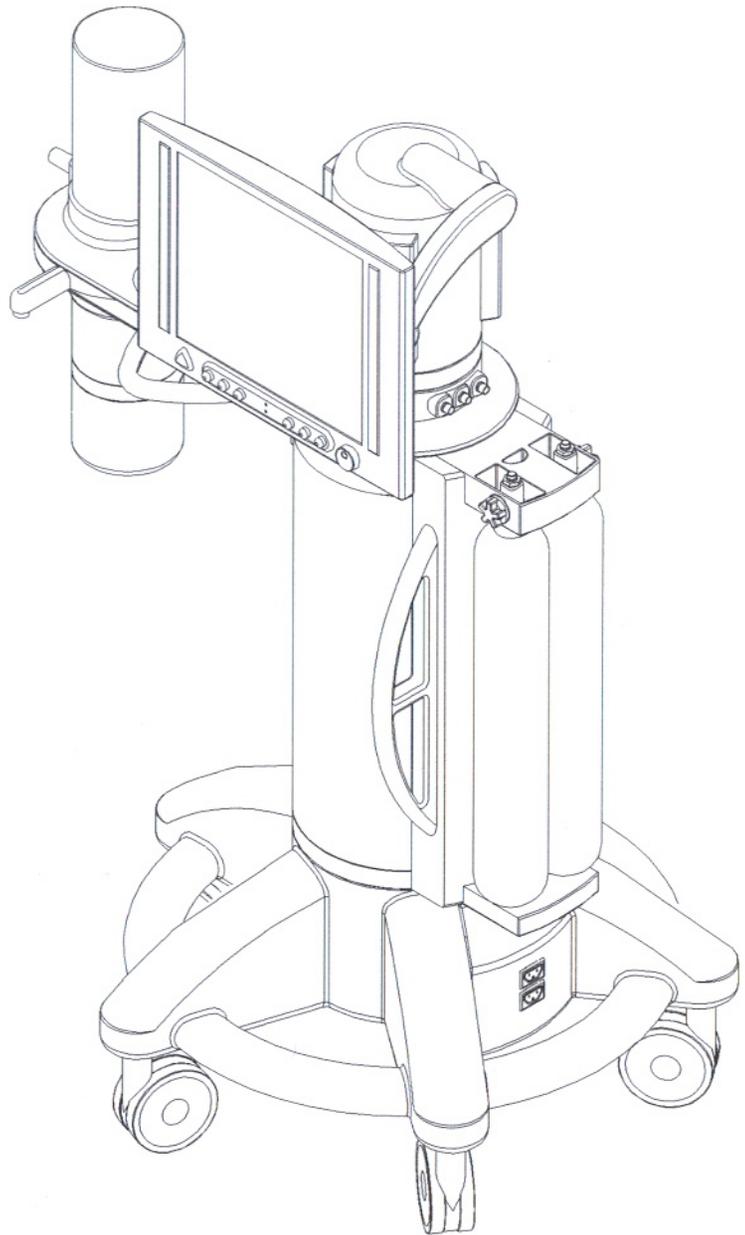
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

VISTAS GENERALES



UNAM-CIDI
Fecha
01 09 2004
Cotas mm

Escala 1:10
5/7



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

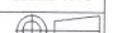
ISOMÉTRICO



UNAM- CIDI

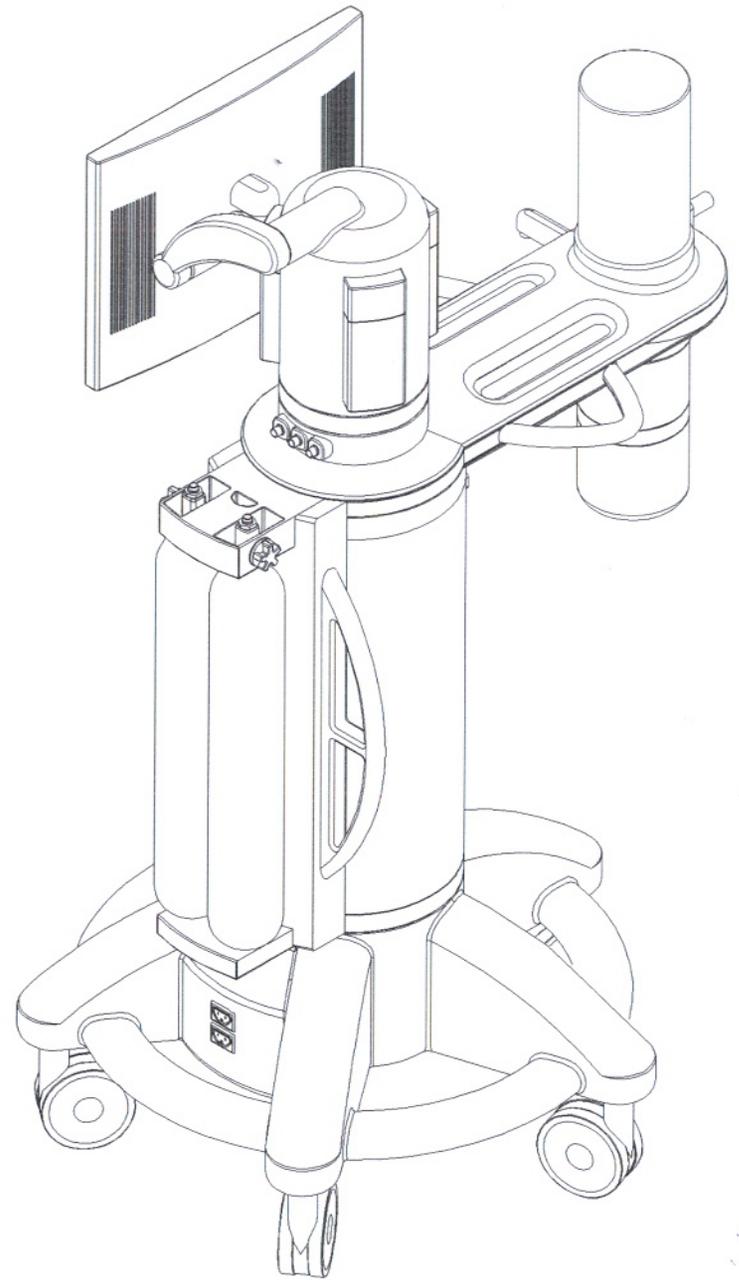
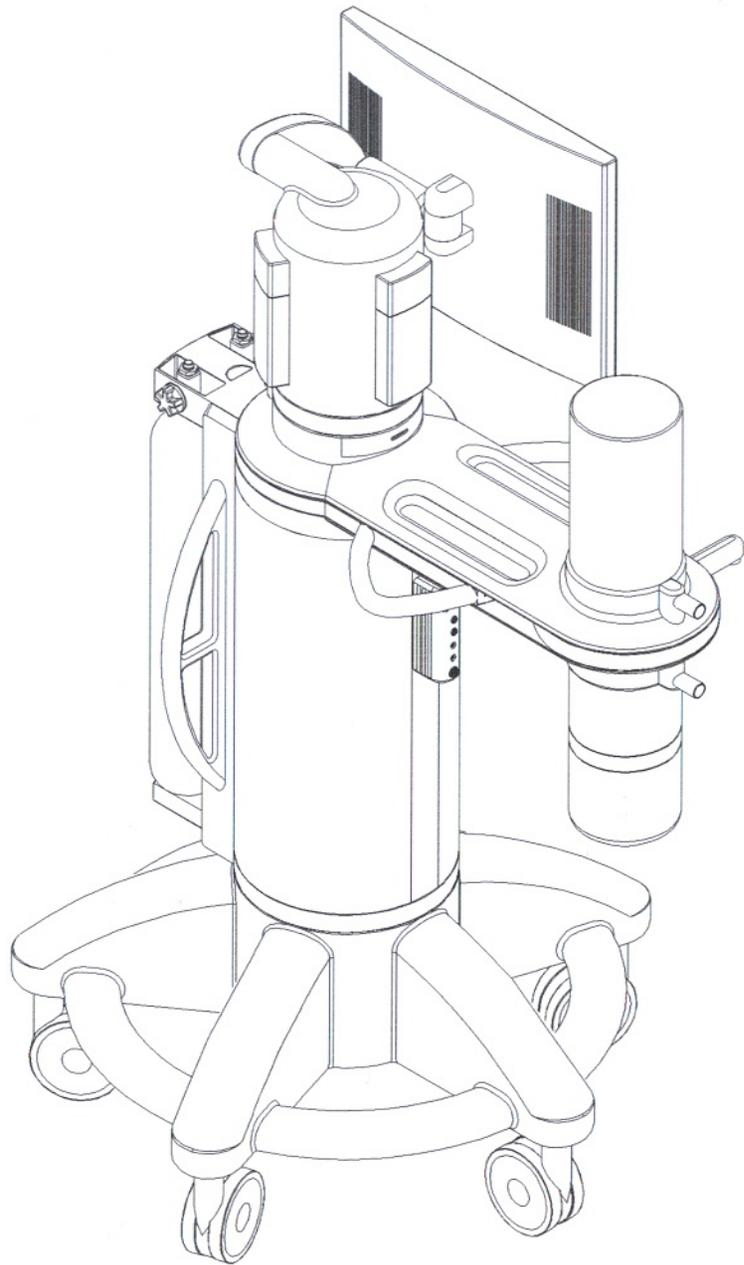
Escala 1:10

Fecha
01 09 2004



Cotas mm

6/7



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

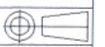
ISOMÉTRICO



UNAM- CIDI

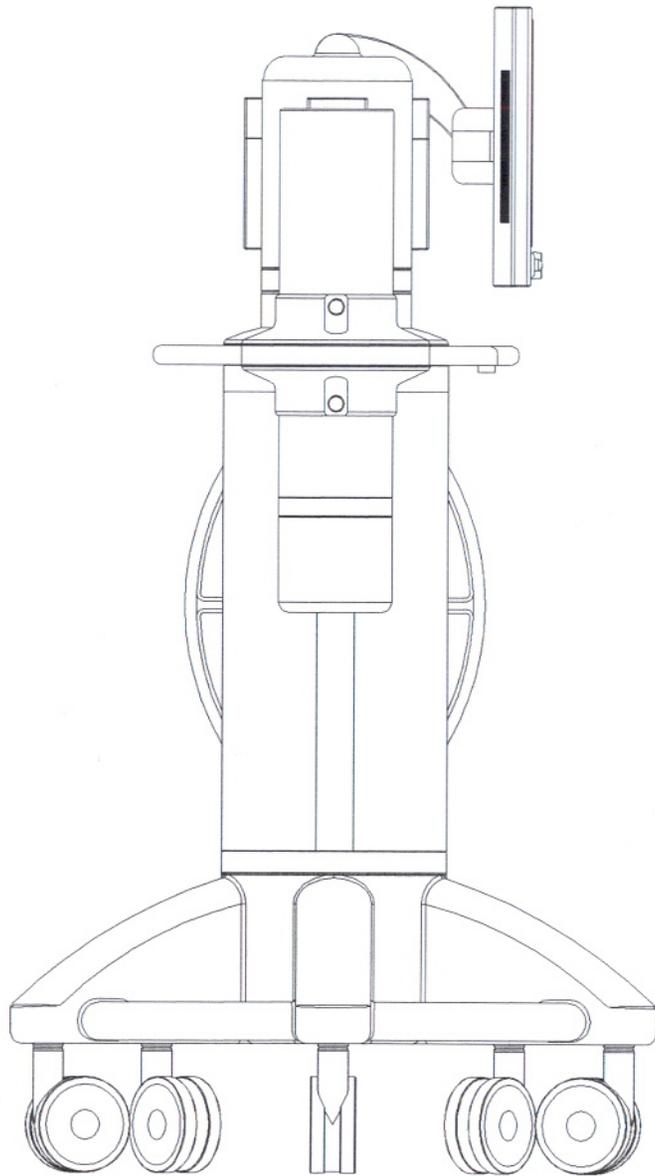
Escala 1:10

Fecha
01 09 2004

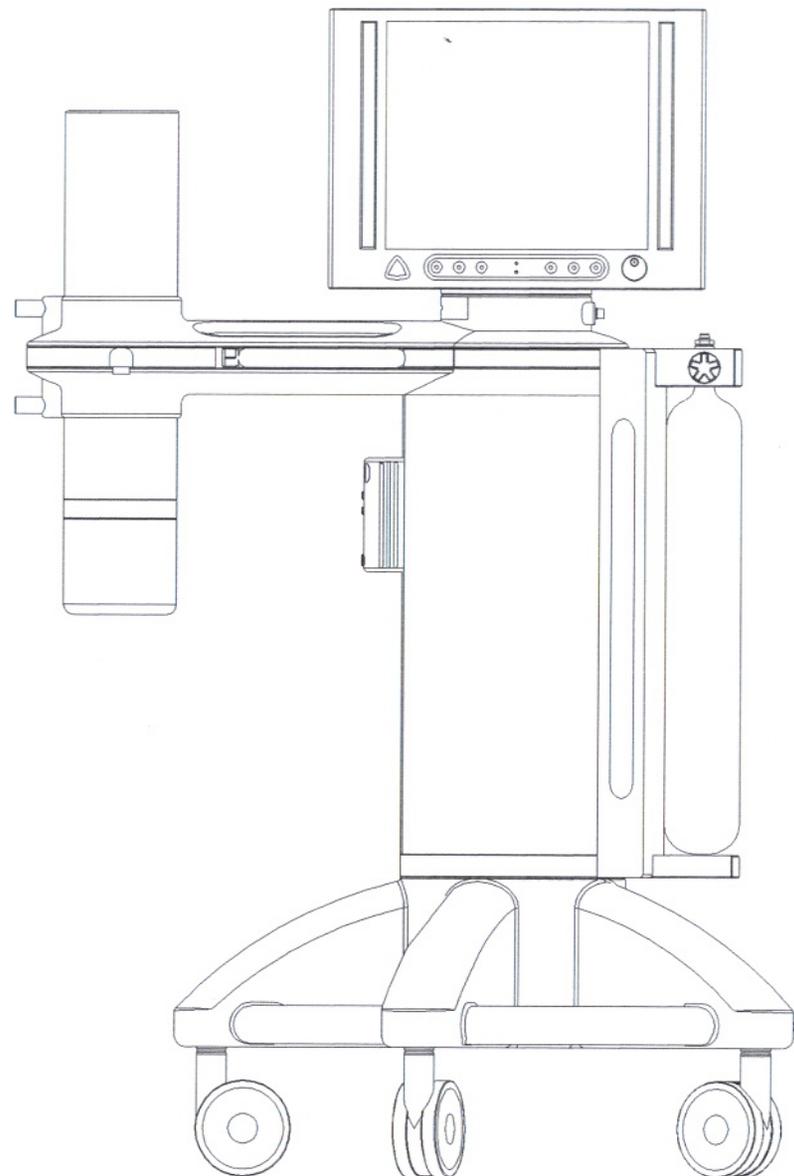


Cotas mm

7/7



VISTA LATERAL IZQUIERDO



VISTA FRONTAL

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

VISTAS GENERALES



UNAM- CIDI

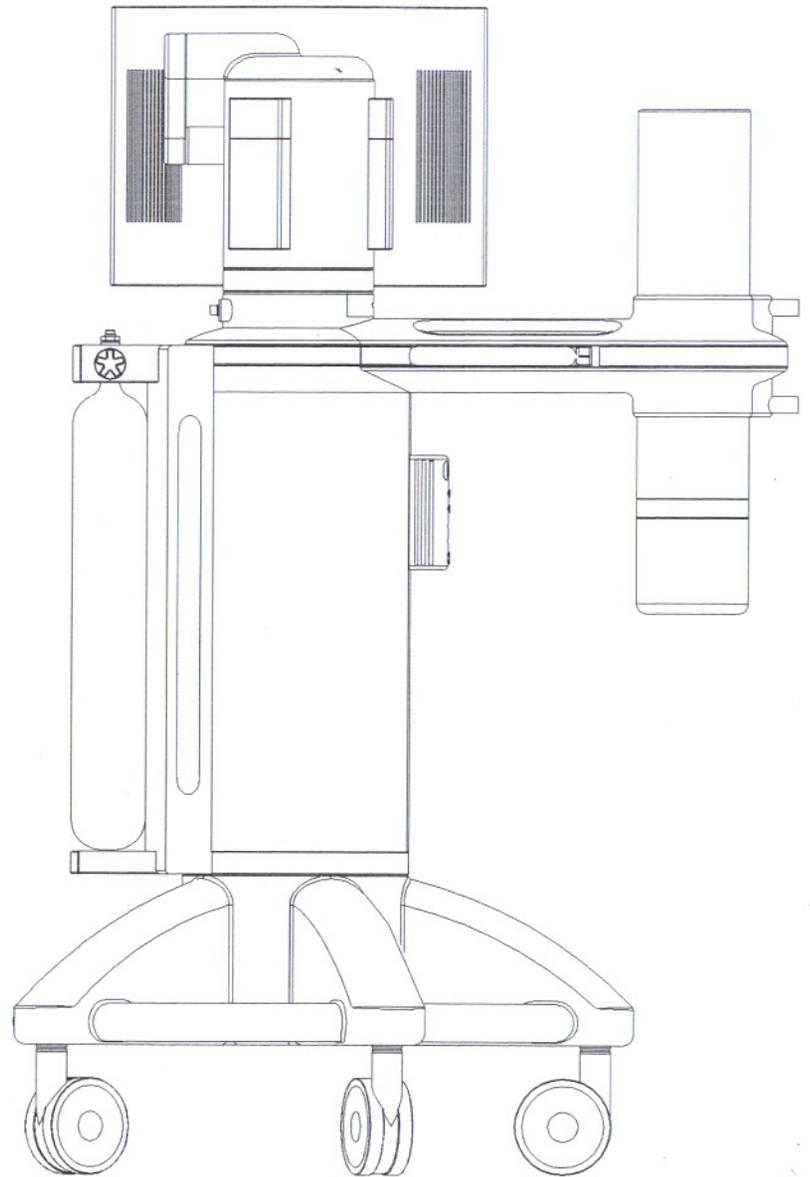
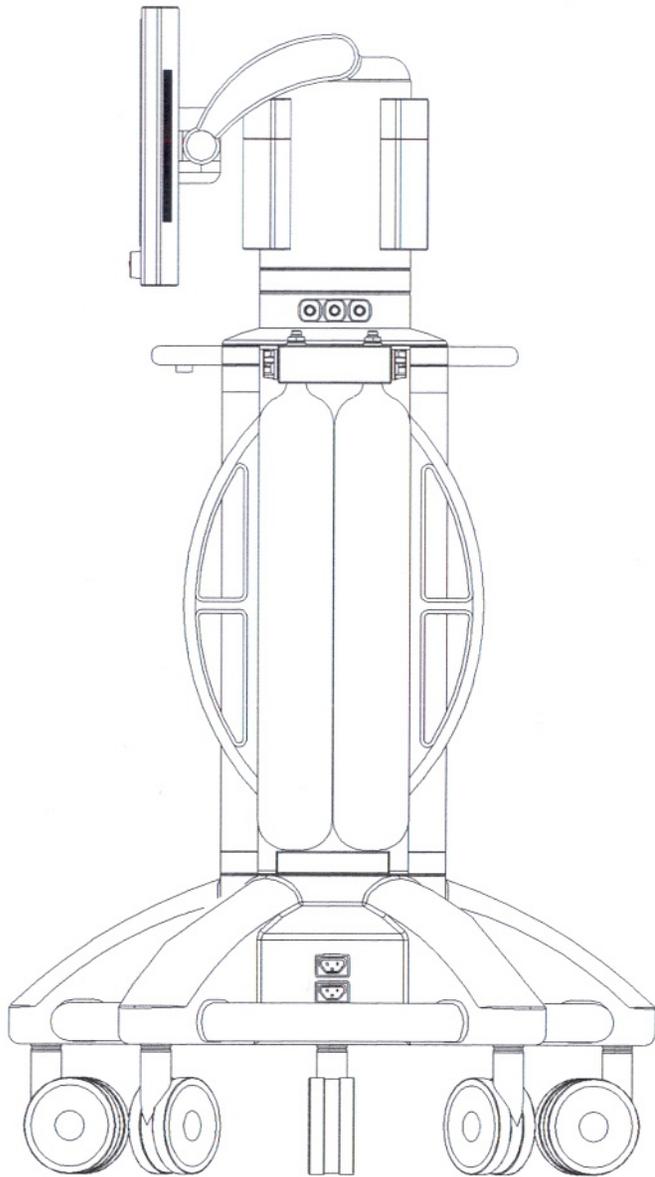
Escala 1:10

Fecha
01 09 2004



Cotas mm

1/2



VISTA LATERAL DERECHO

VISTA POSTERIOR

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

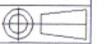
VISTAS GENERALES



UNAM- CIDI

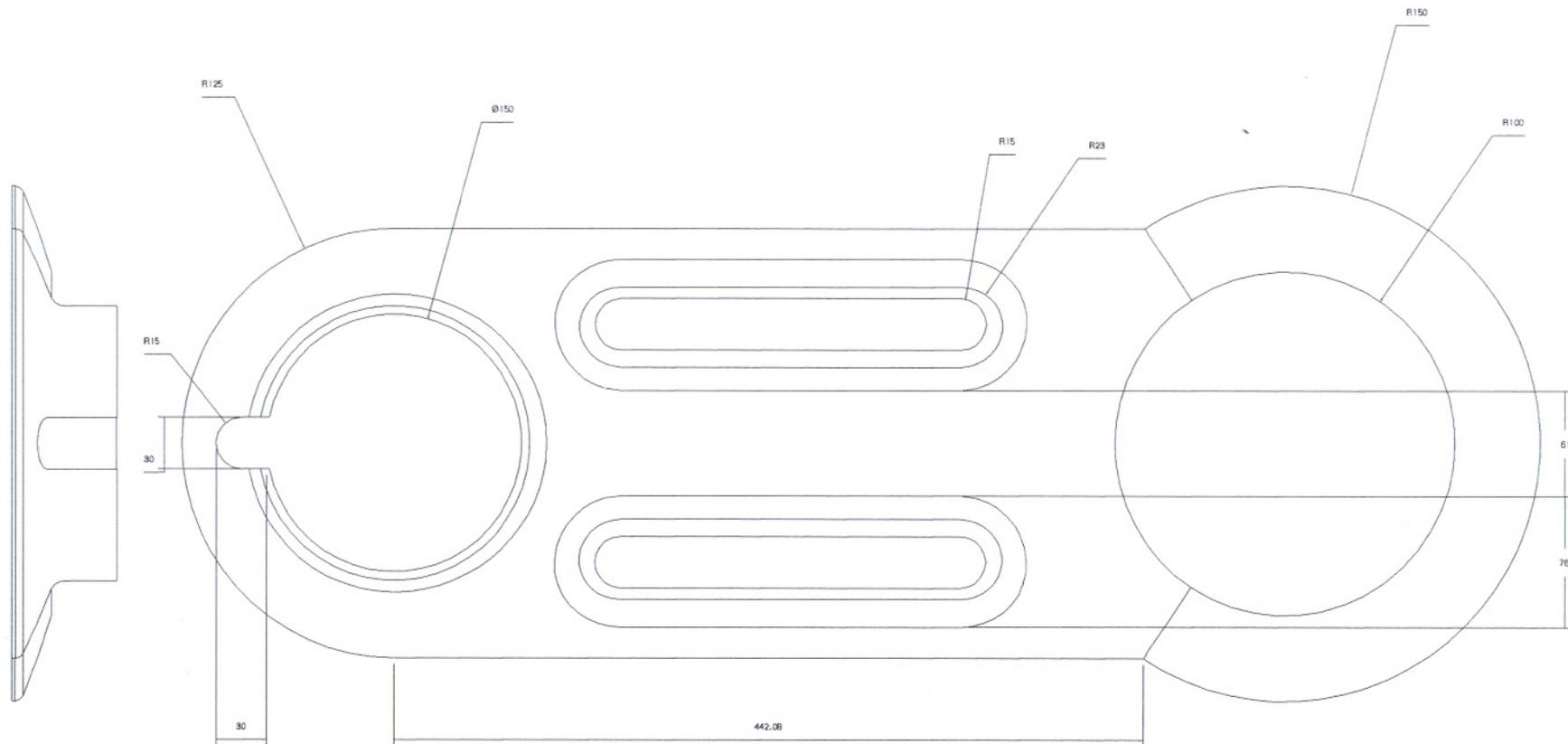
Escala 1:10

Fecha
01 09 2004

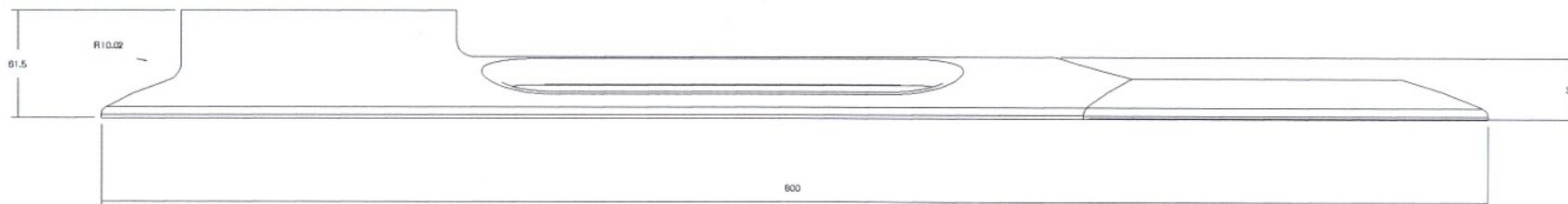


Cotas mm

2/2



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL DERECHA

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA
CUBIERTA SUPERIOR DEL BRAZO



UNAM-CIDI

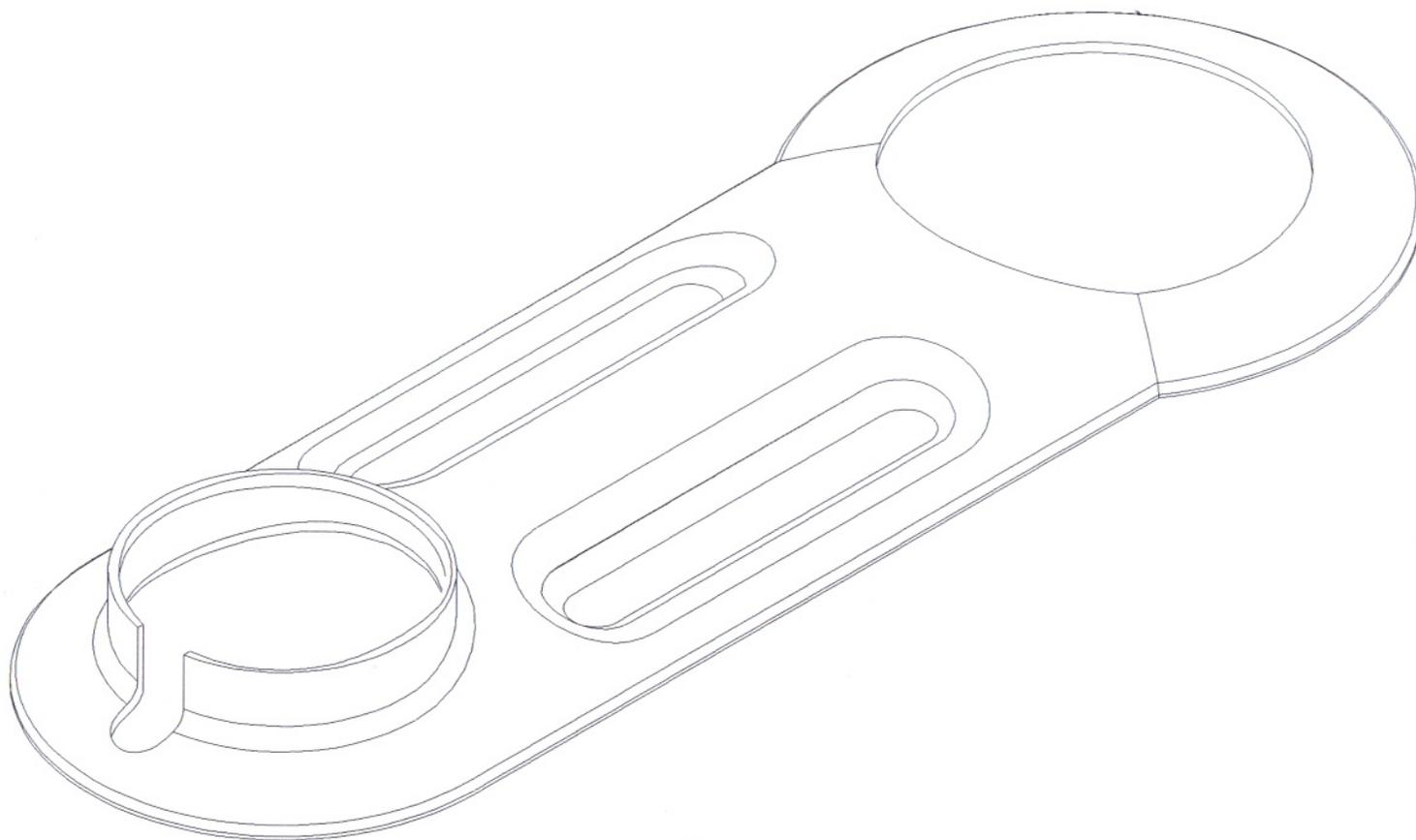
Fecha
01 09 2004

Cotas mm

Escala 1:4

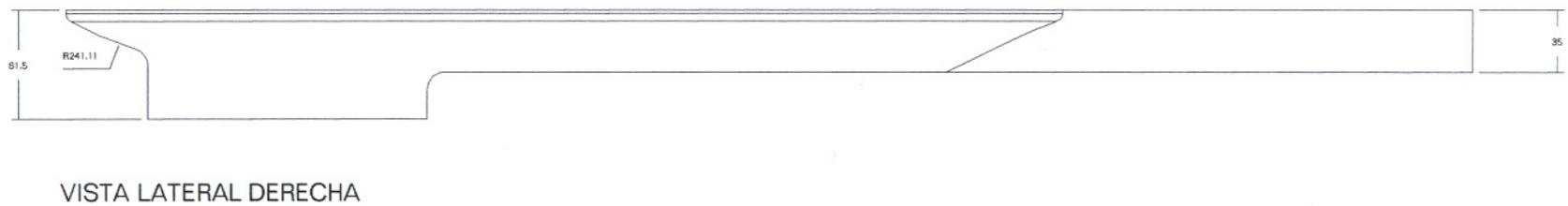
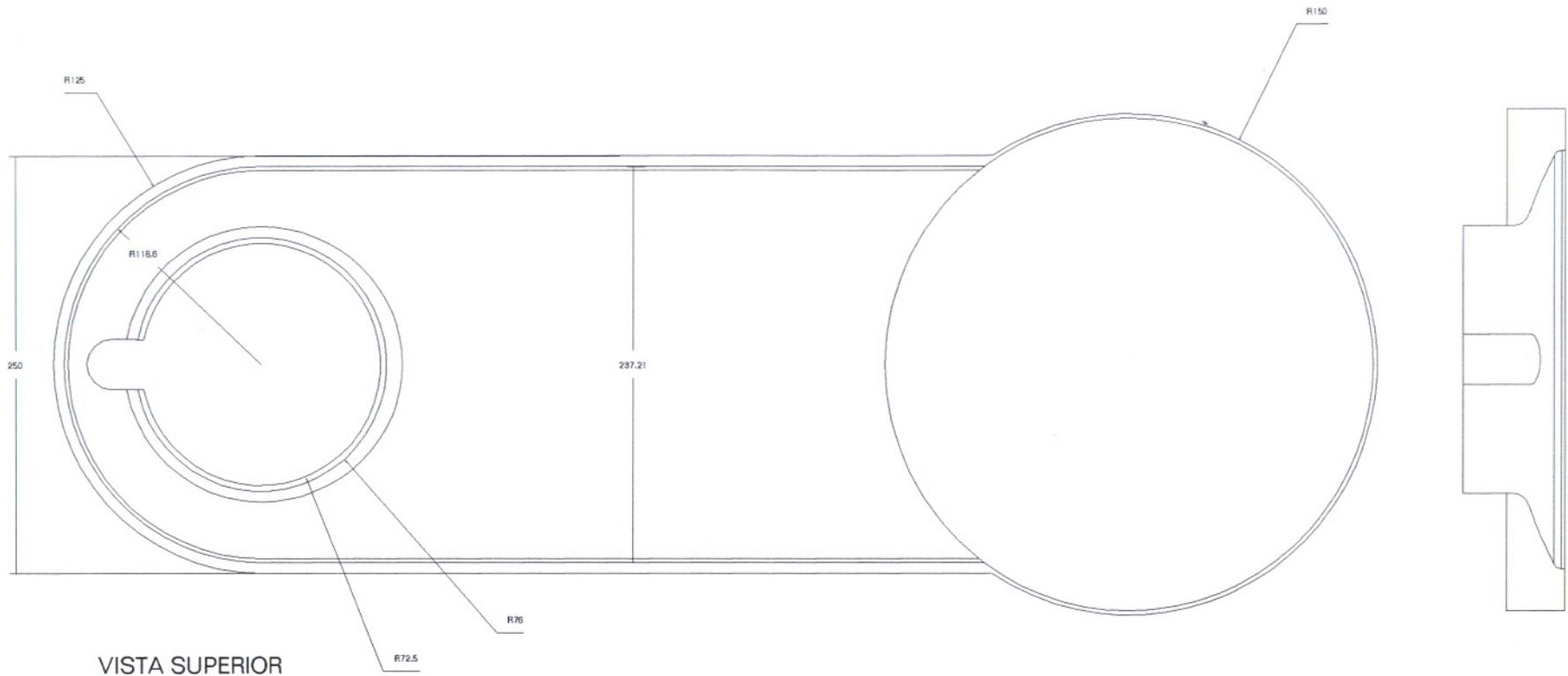


1/2

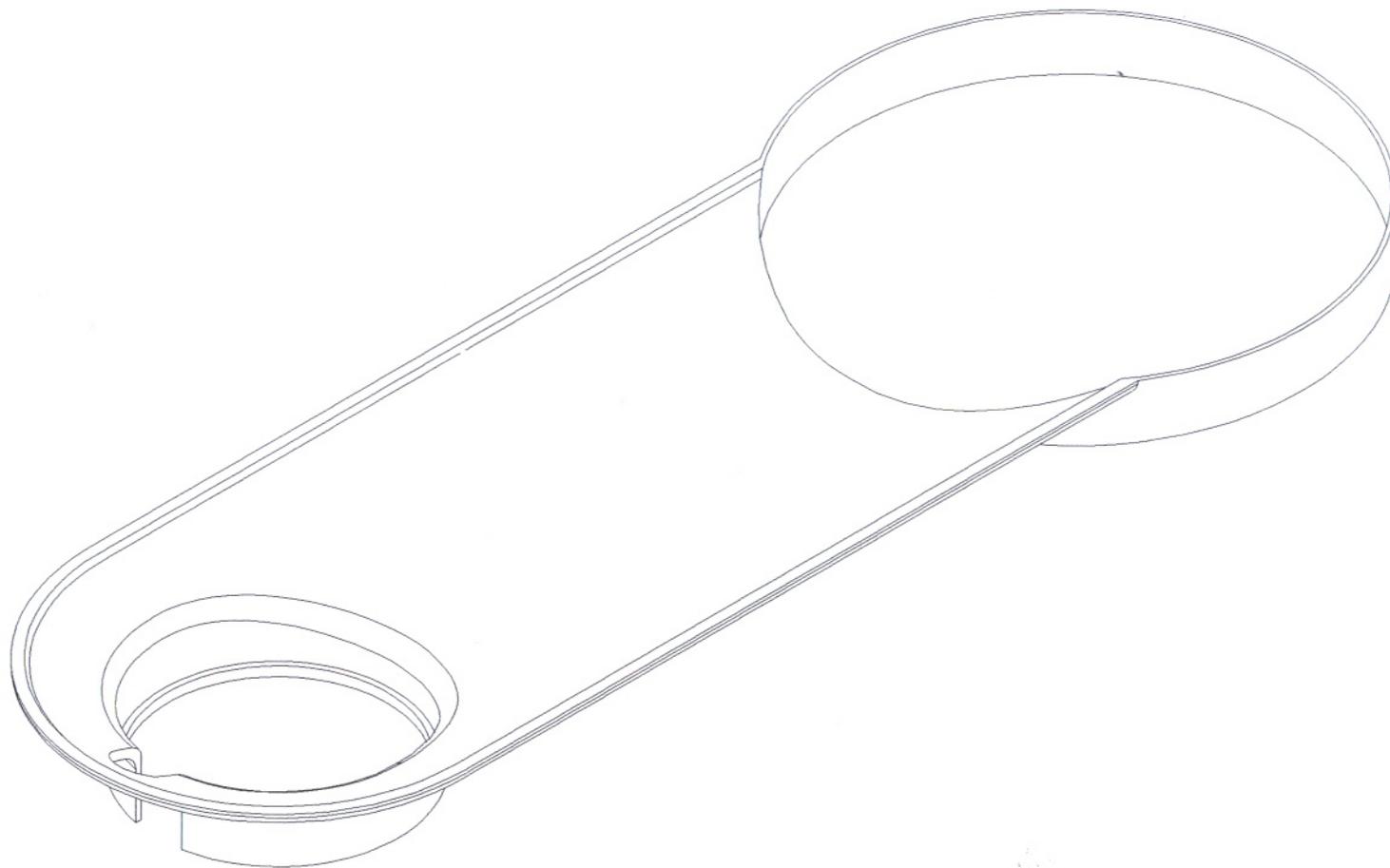


ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM- CIDI	Escala 1:3
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
ISOMÉTRICO			Cotas mm	2/2



Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.		UNAM-CIDI	Escala 1:4
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
CUBIERTA INFERIOR DEL BRAZO			Cotas mm	1/2



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

ISOMÉTRICO



UNAM-CIDI

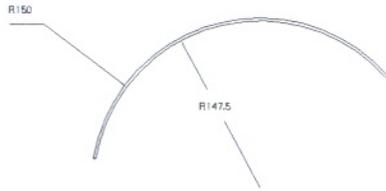
Escala 1:3

Fecha
01 09 2004

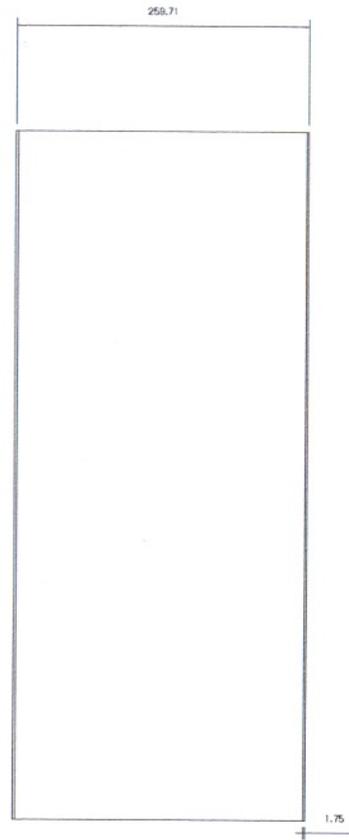


Cotas mm

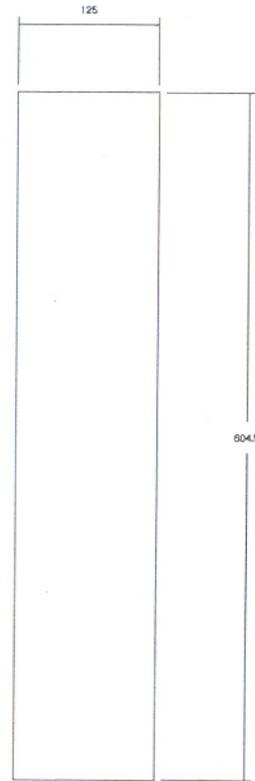
2/2



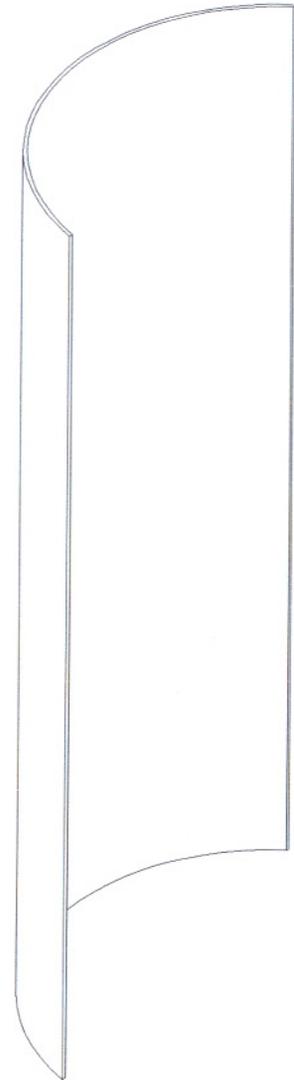
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

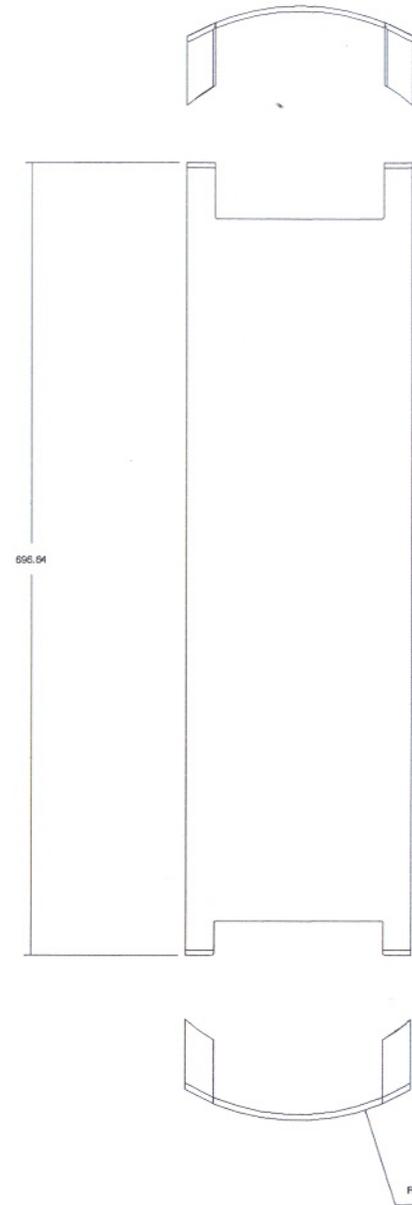
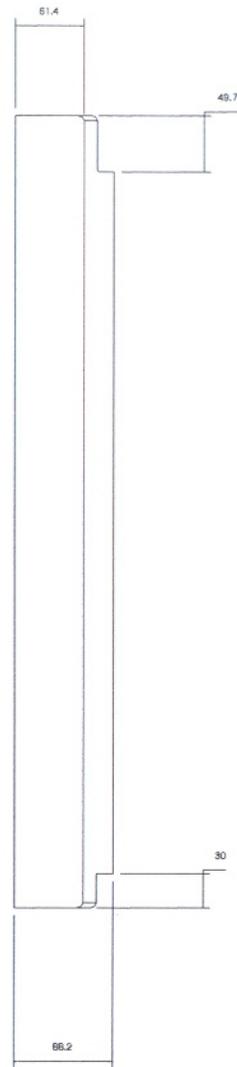
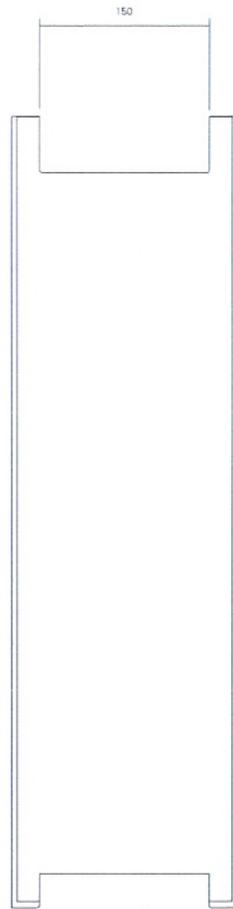
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA
CUBIERTA LATERAL CILINDRO PRINCIPAL



UNAM-CIDI
Fecha
01 09 2004
Cotas mm

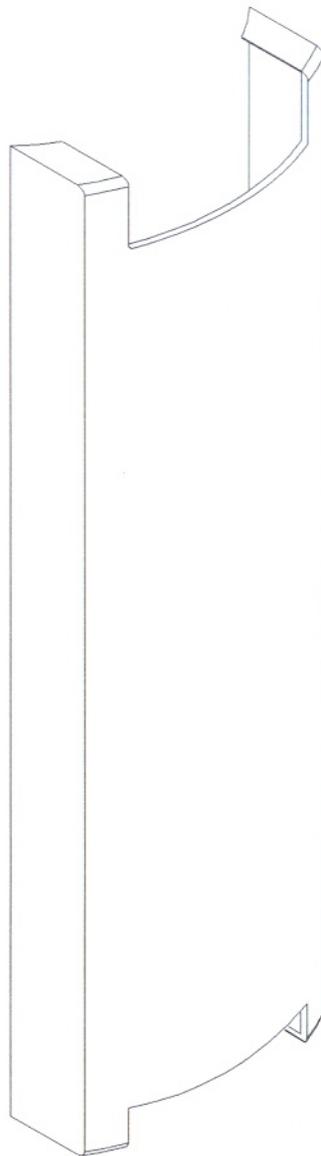
Escala 1:6

1/1

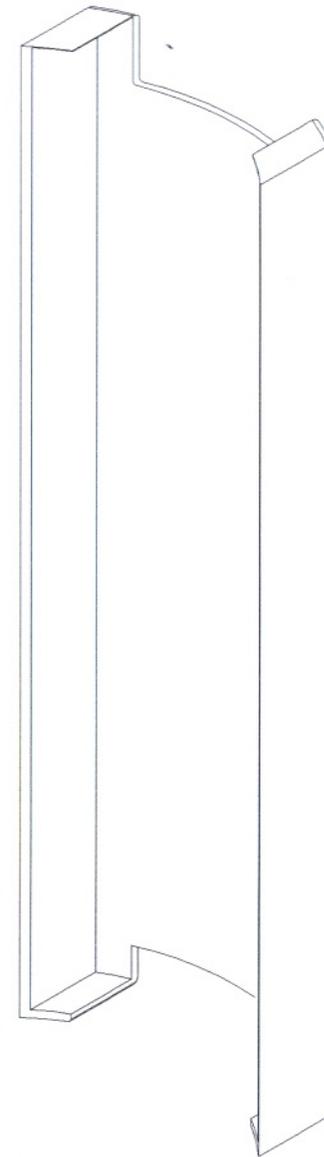


VISTA LATERAL IZQUIERDA

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM- CIDI	Escala 1:6
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
CUBIERTA POSTERIOR CILINDRO PRINCIPAL			Cotas mm	1/2



ISOMÉTRICO



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

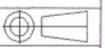
ISOMÉTRICO



UNAM-CIDI

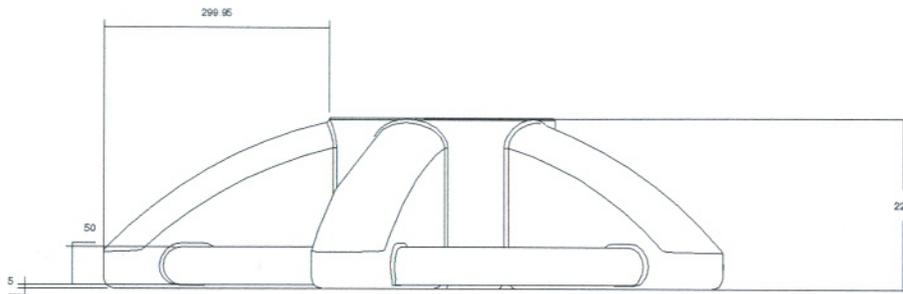
Escala 1:3

Fecha
01 09 2004

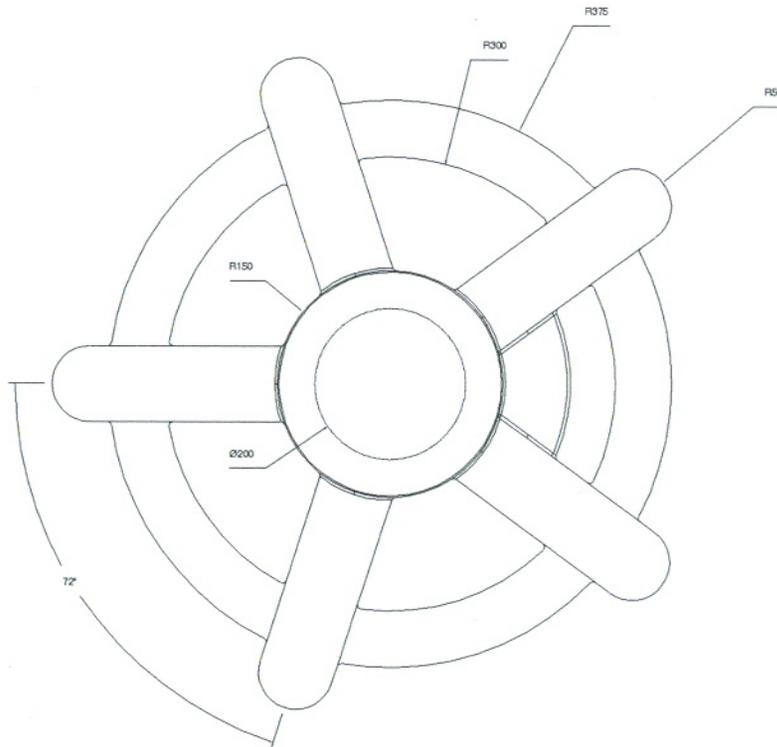


Cotas mm

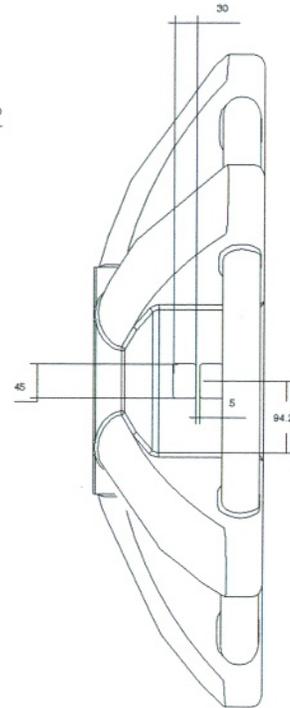
2/2



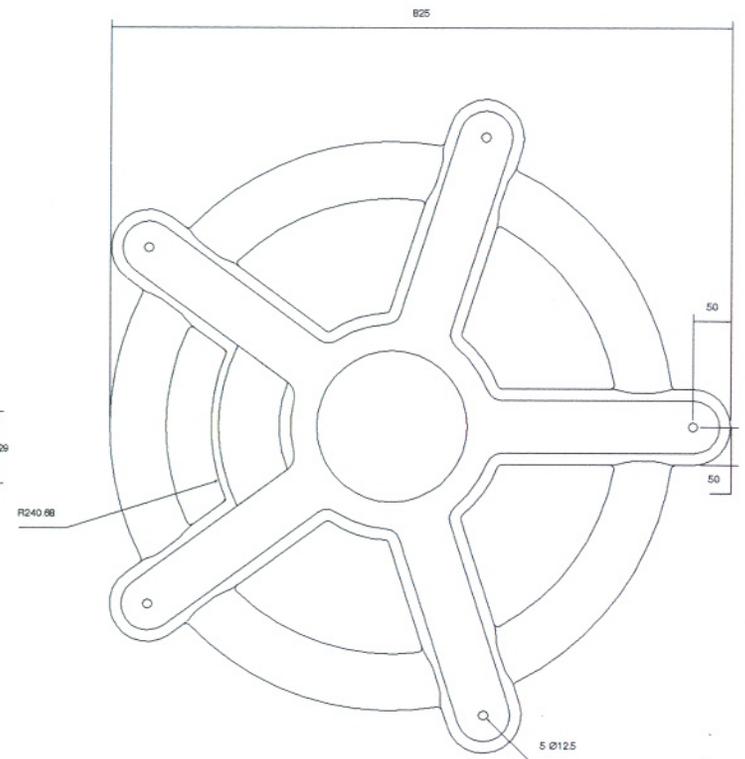
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

CUBIERTA DE LA BASE

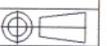


UNAM-CIDI

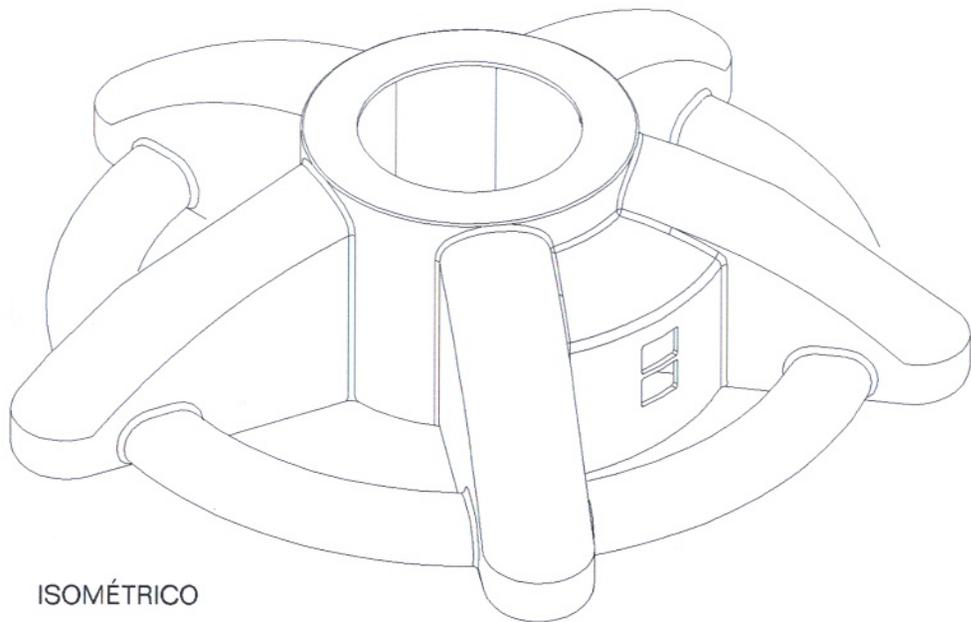
Fecha
01 09 2004

Cotas mm

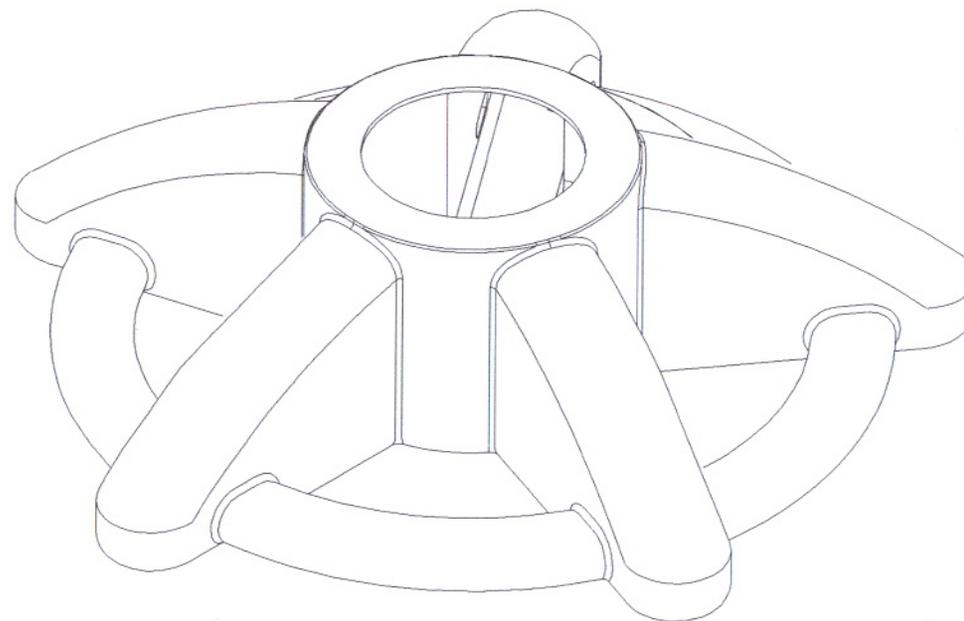
Escala 1:10



1/2



ISOMÉTRICO



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

ISOMÉTRICO



INNOVAMÉDICA
INVESTIGACION Y DESARROLLO

UNAM-CIDI

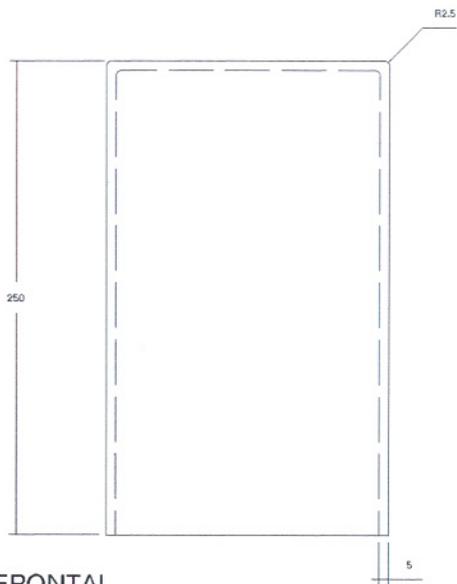
Escala 1:5

Fecha
01 09 2004

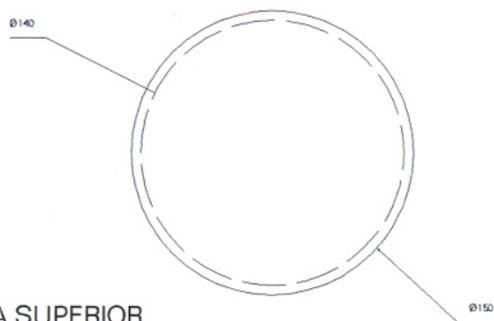


Cotas mm

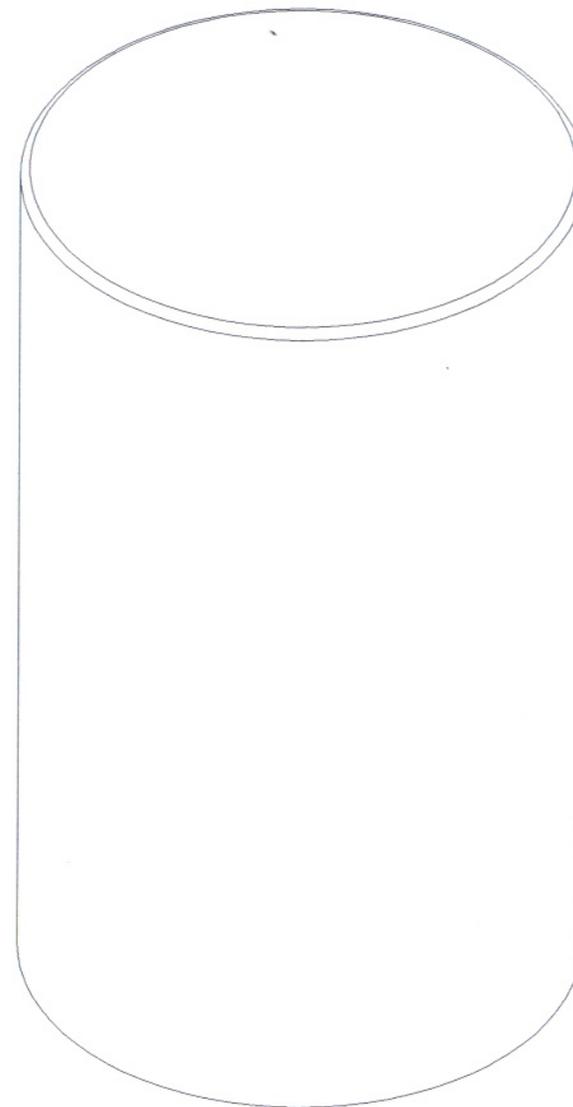
2/2



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

CAMPANA DE PROTECCIÓN DEL VENTILADOR MECÁNICO



UNAM-CIDI

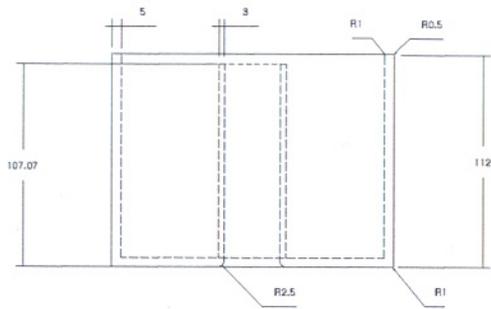
Fecha
01 09 2004

Cotas mm

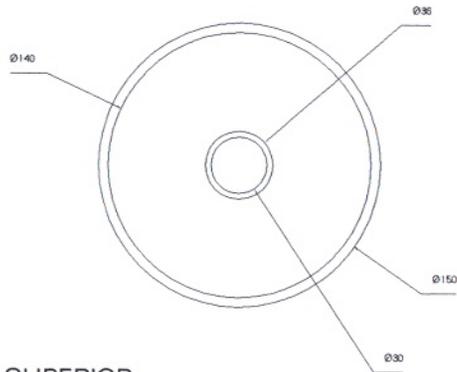
Escala 1:6



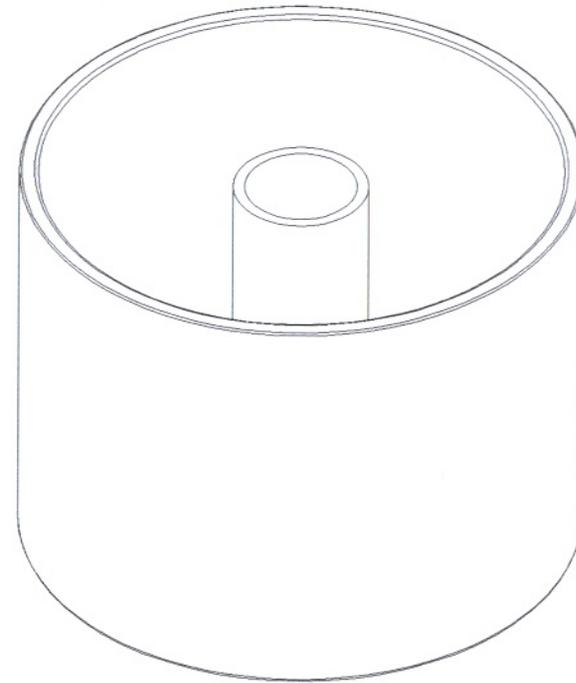
1/1



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

CANISTER PARA CAL SODADA INTERCAMBIABLE DE 500gr.



UNAM- CIDI

Escala 1:6

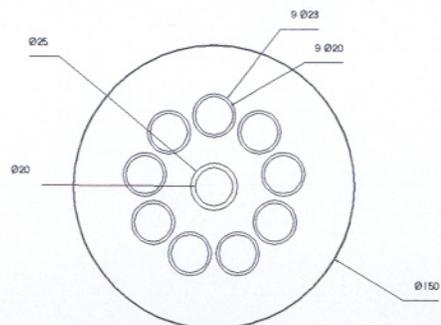
Fecha
01 09 2004



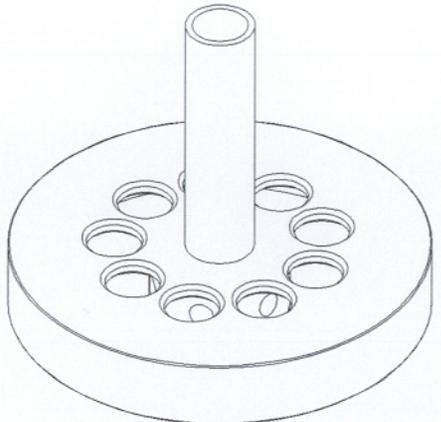
Cotas mm

1/1

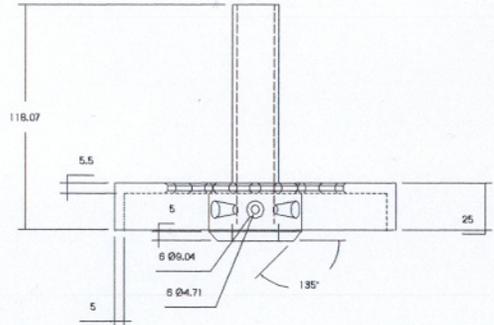
INNOVAMÉDICA
INVESTIGACION Y DESARROLLO



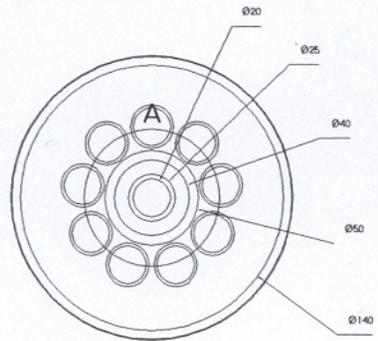
VISTA SUPERIOR



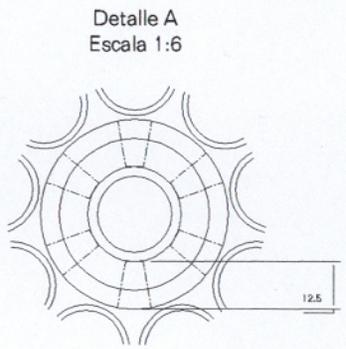
ISOMÉTRICO



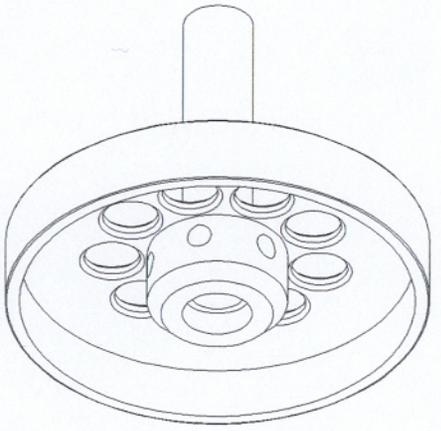
VISTA FRONTAL



VISTA INFERIOR



Detalle A
Escala 1:6



ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

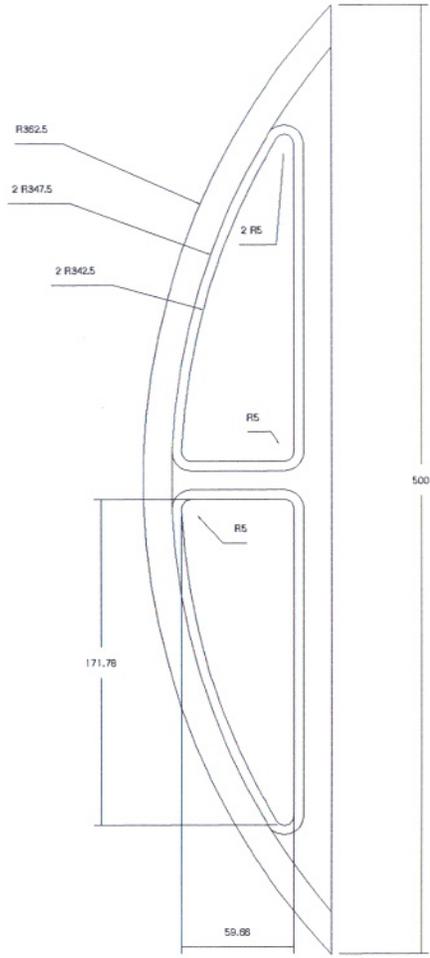
SOPORTE DE CANISTERS



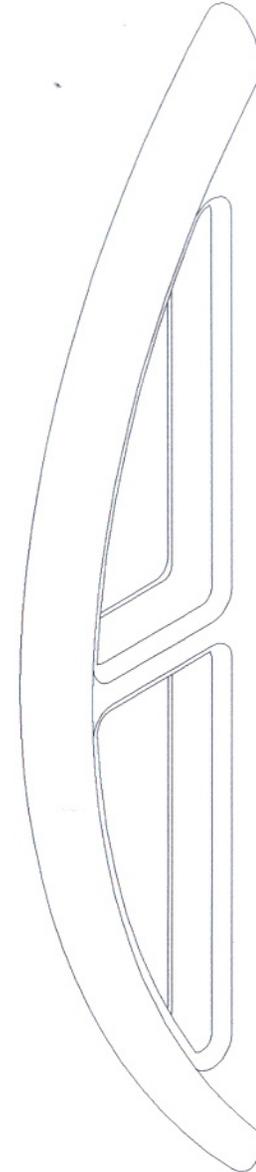
UNAM-CIDI	Escala 1:4
Fecha 01 09 2004	
Cotas mm	1/1



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

ASA LATERAL



UNAM-CIDI

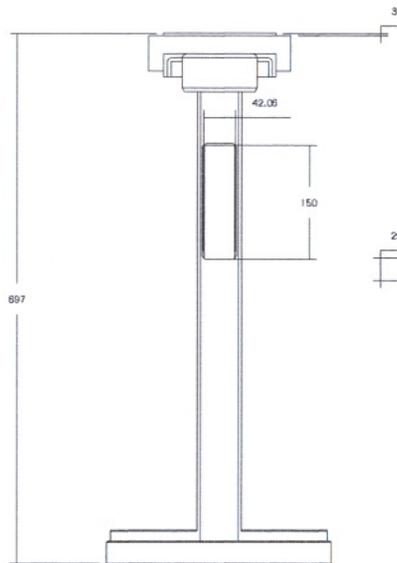
Escala 1:4

Fecha
01 09 2004

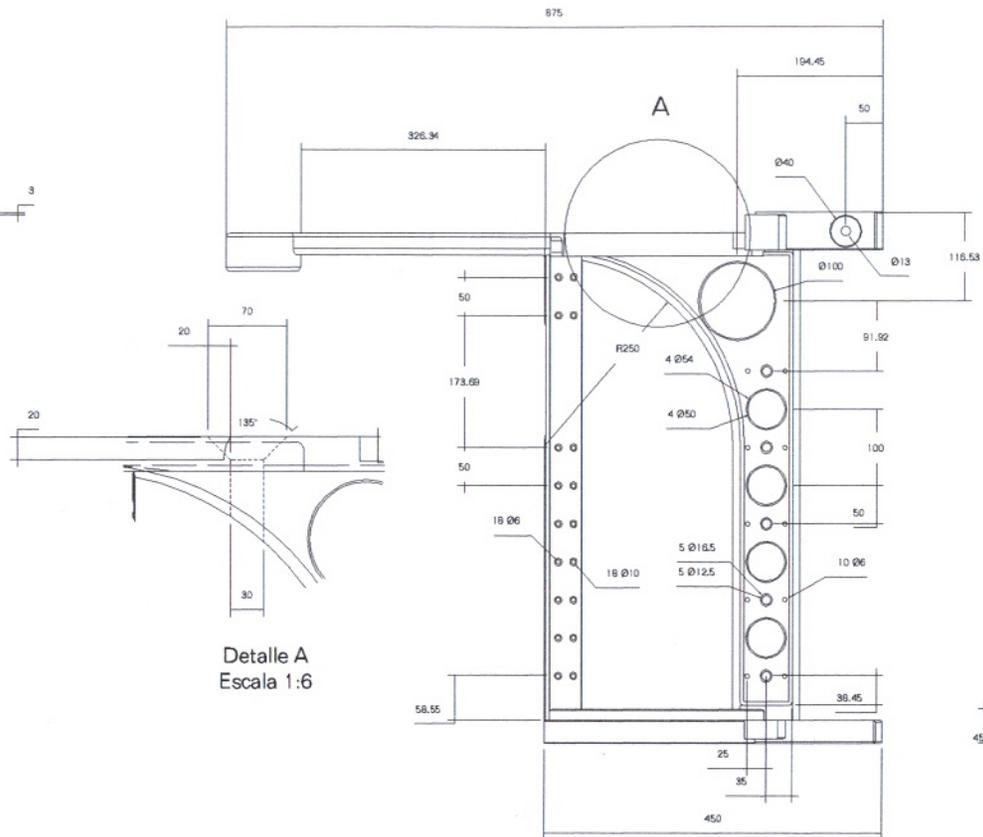


Cotas mm

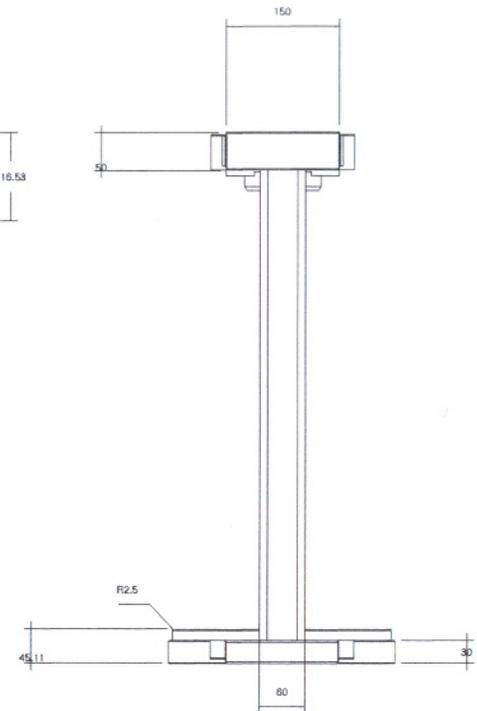
1/7



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA POSTERIOR

Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA

ESTRUCTURA PRINCIPAL DE FUNDICIÓN



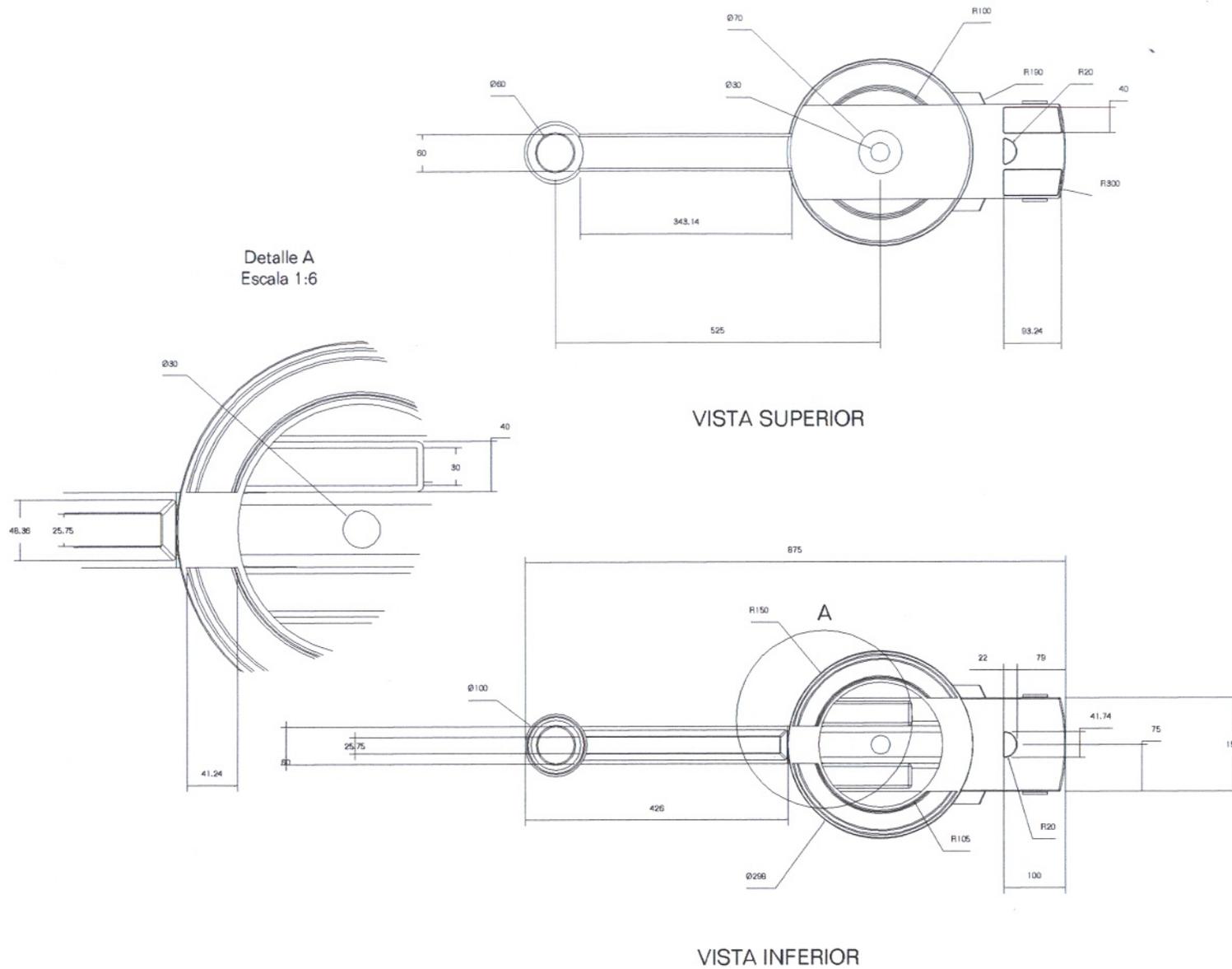
UNAM-CIDI Escala 1:10

Fecha
01 09 2004

Cotas mm



1/4



Arturo Albarrán

Innovamédica S.A de C.V.

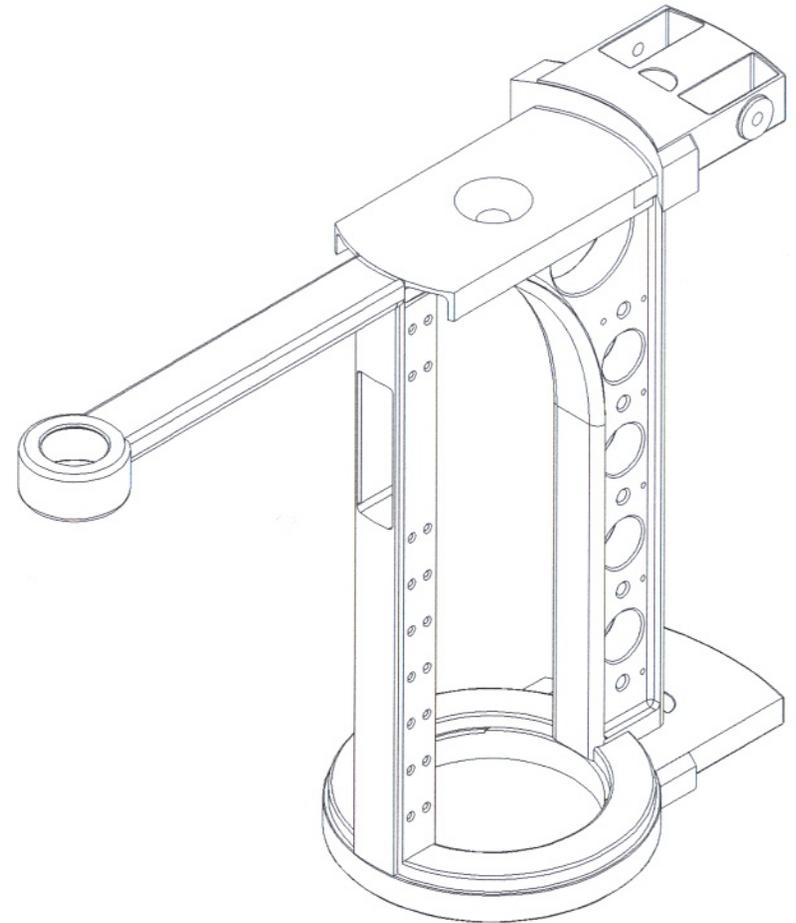
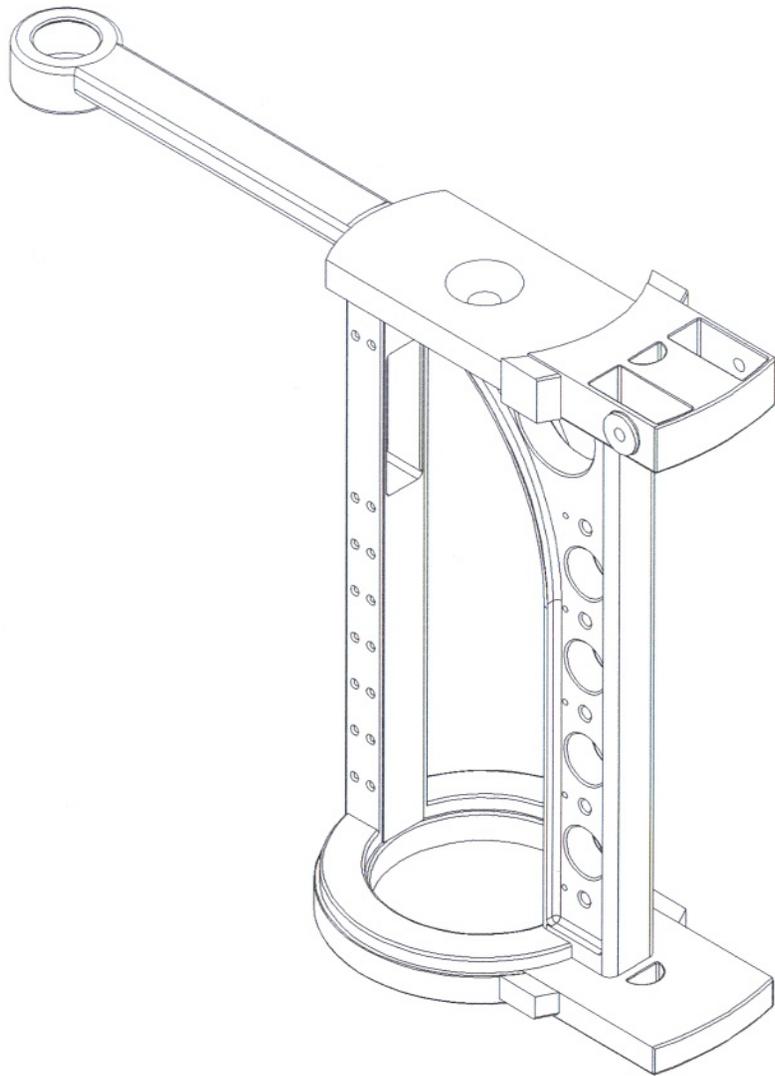
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA
 ESTRUCTURA PRINCIPAL DE FUNDICIÓN



UNAM-CIDI
 Fecha
 01 09 2004
 Cotas mm

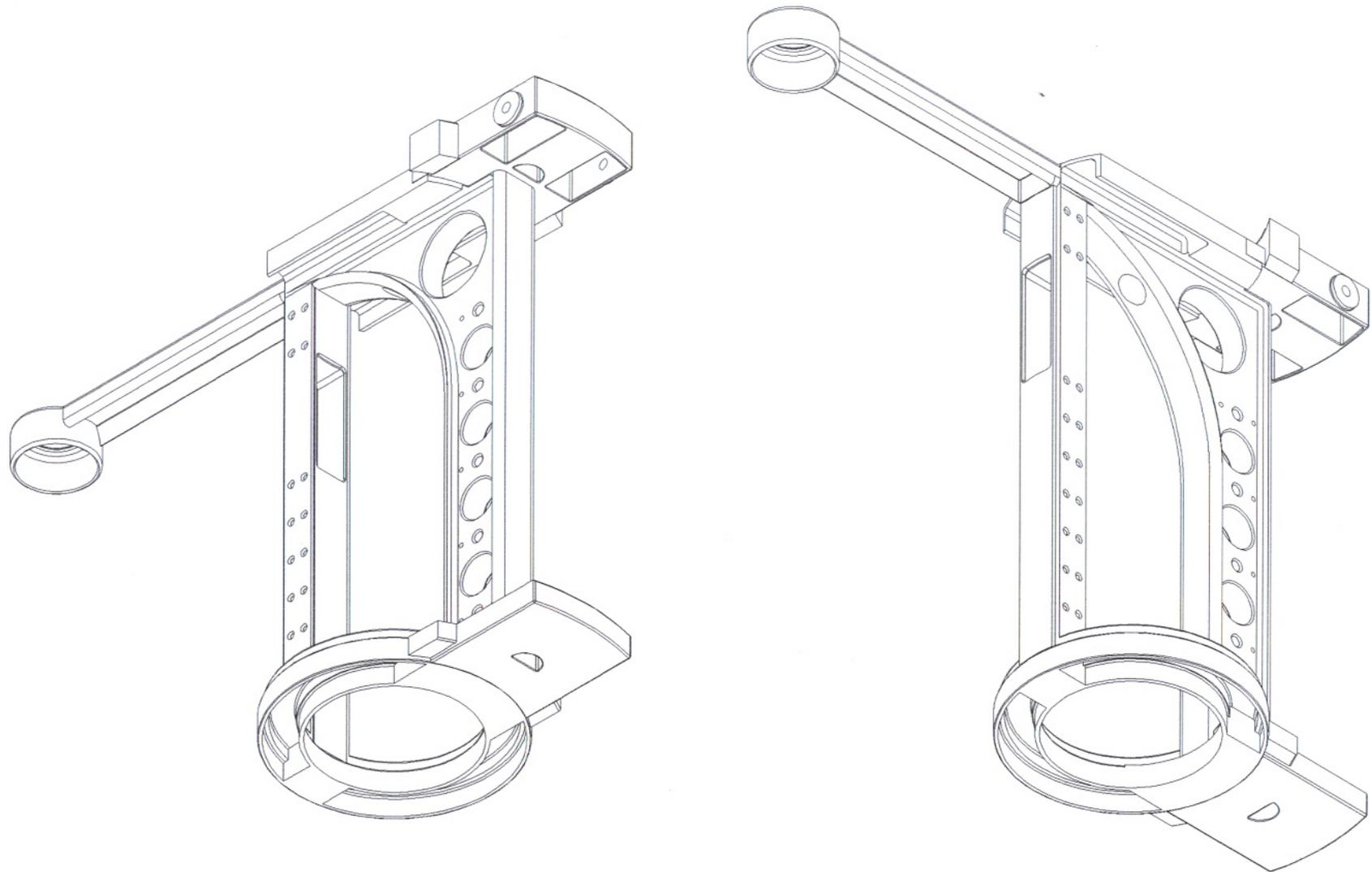
Escala 1:10

 2/4



ISOMÉTRICO

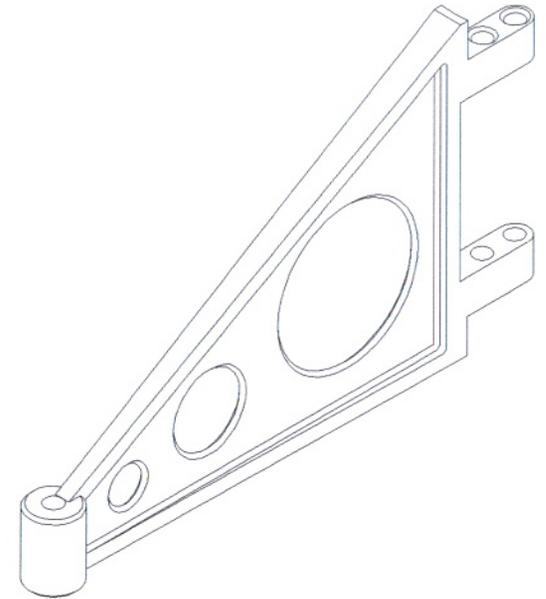
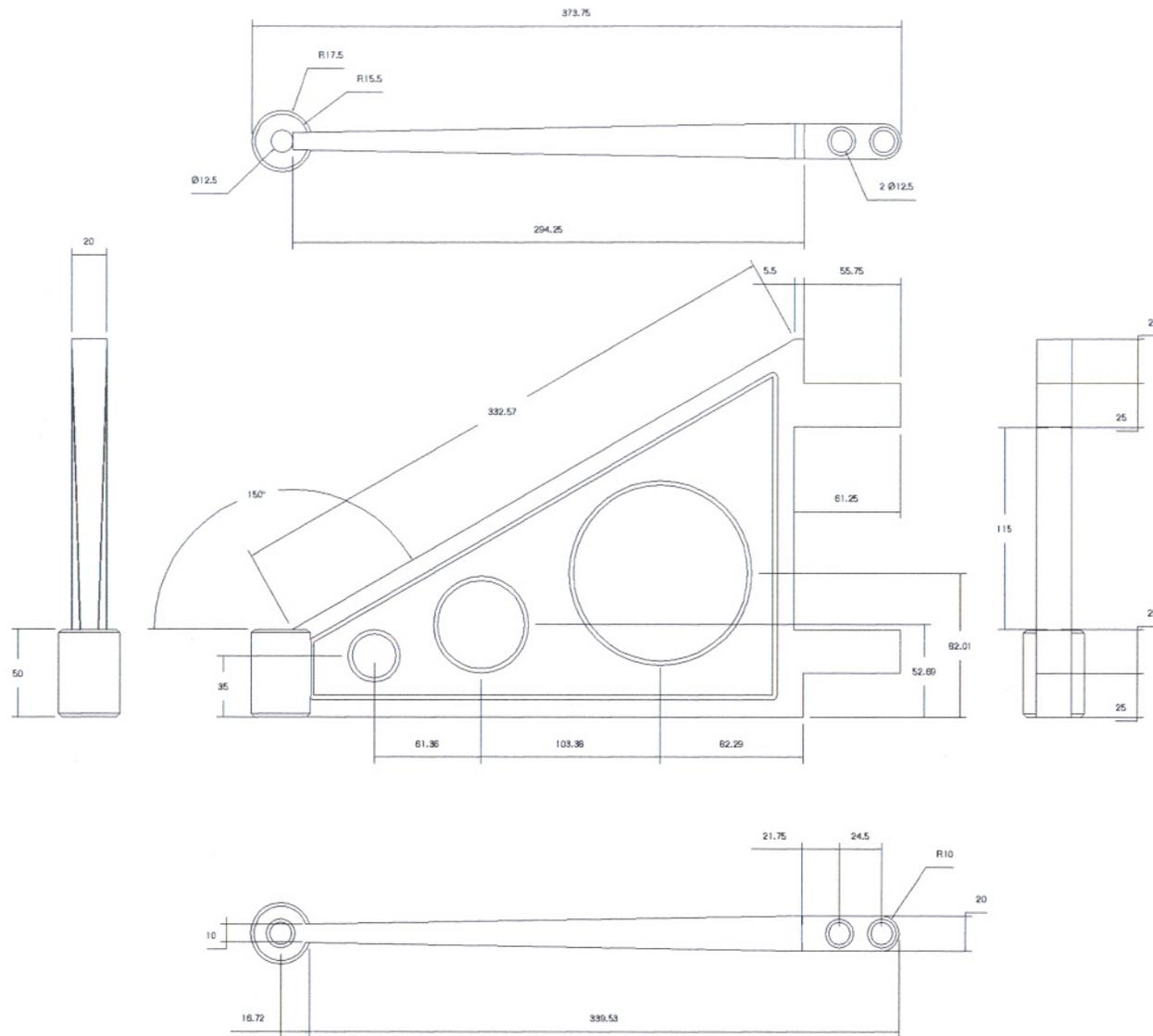
Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM- CIDI	Escala 1:6
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
ISOMÉTRICO			Cotas mm	3/4



VISTA LATERAL IZQUIERDA

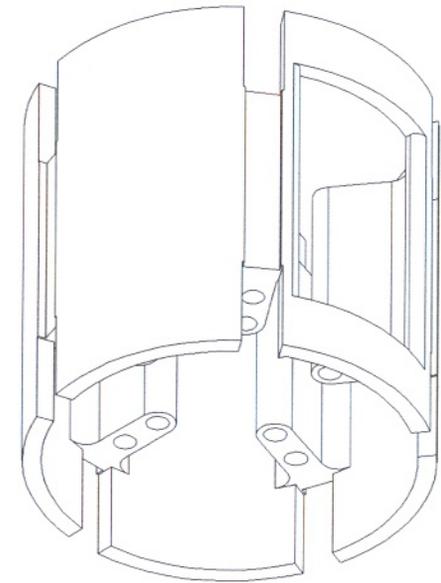
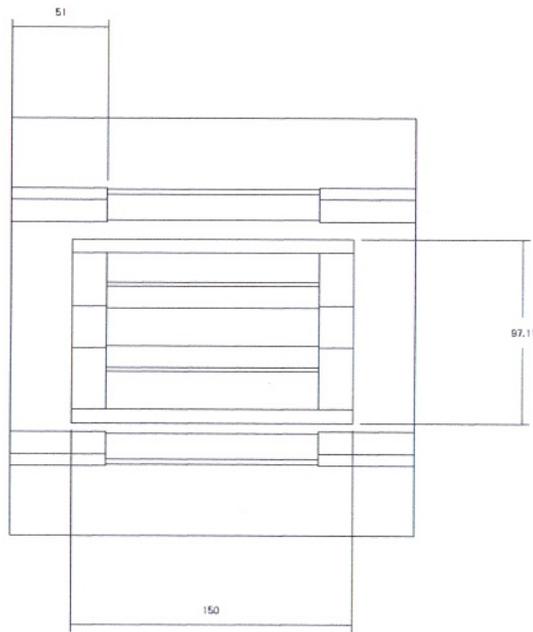
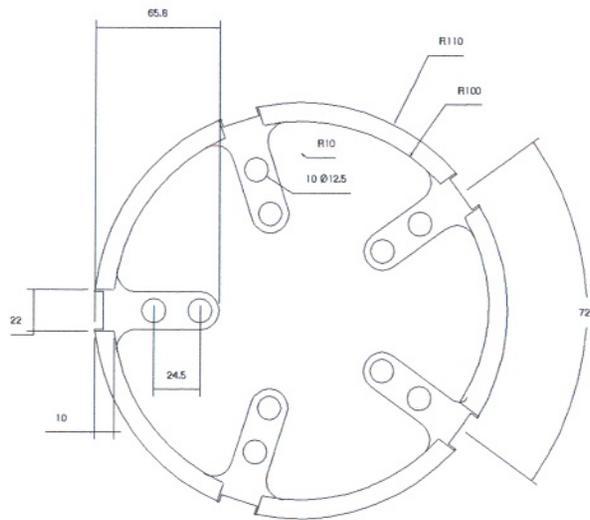
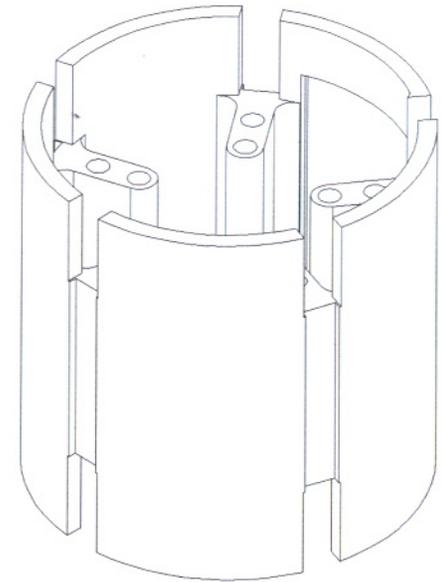
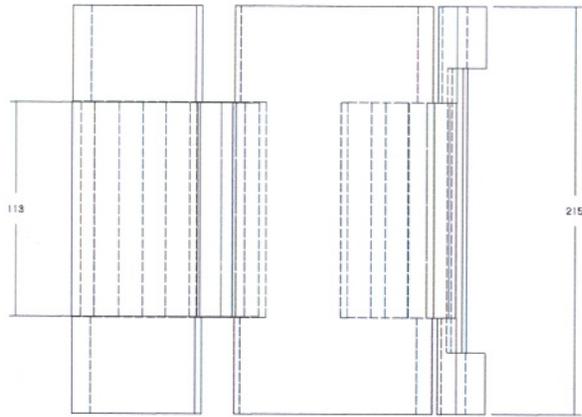
Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.		UNAM-CIDI	Escala 1:6
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA		Fecha 01 09 2004		
ISOMÉTRICO		Cotas mm  4/4		

INNOVAMÉDICA
INVESTIGACION Y DESARROLLO



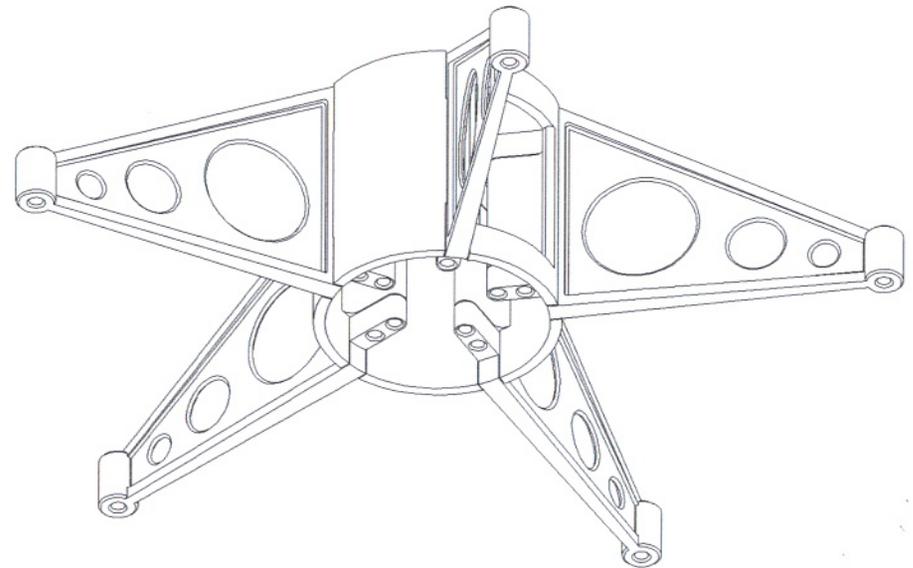
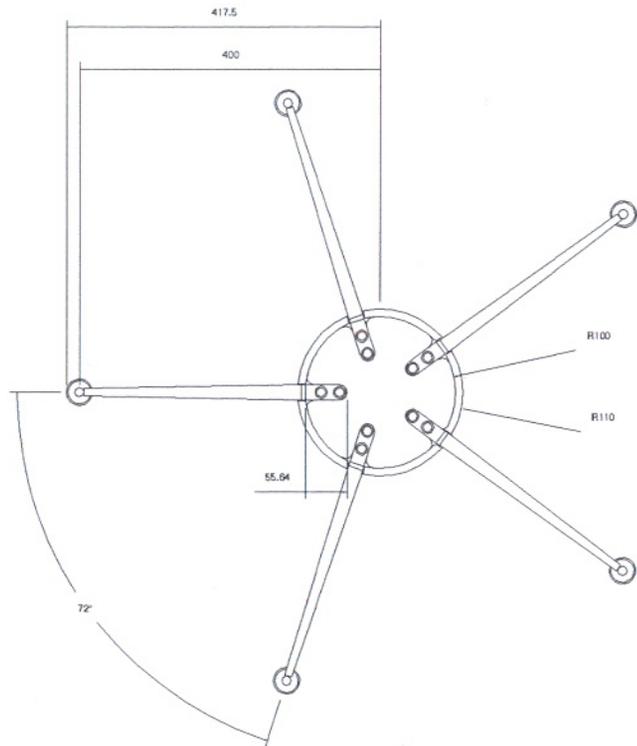
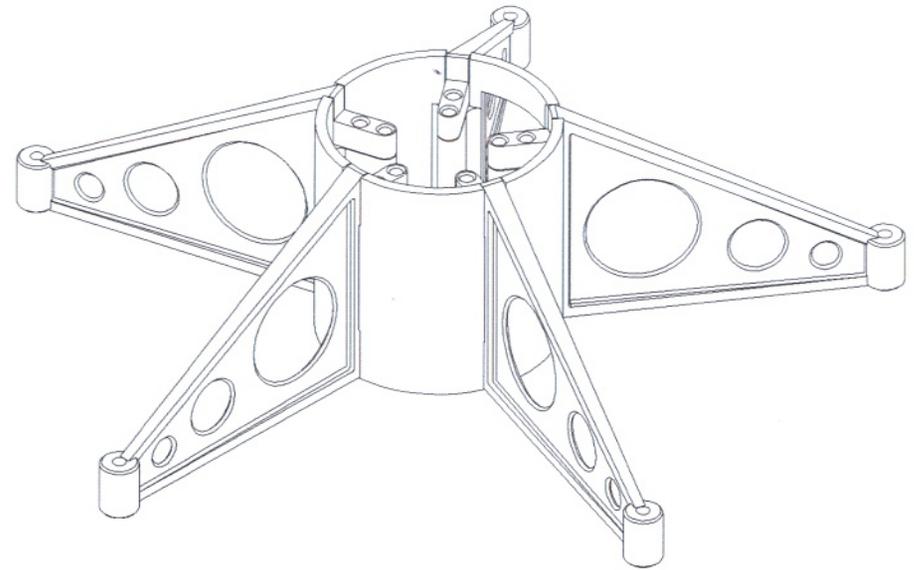
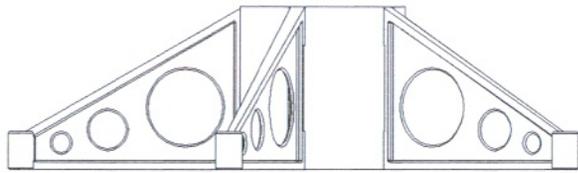
VISTA LATERAL IZQUIERDA

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.		UNAM- CIDI	Escala 1:3
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
ESCUADRA DE FUNDICIÓN PARA BASE			Cotas mm	1/1



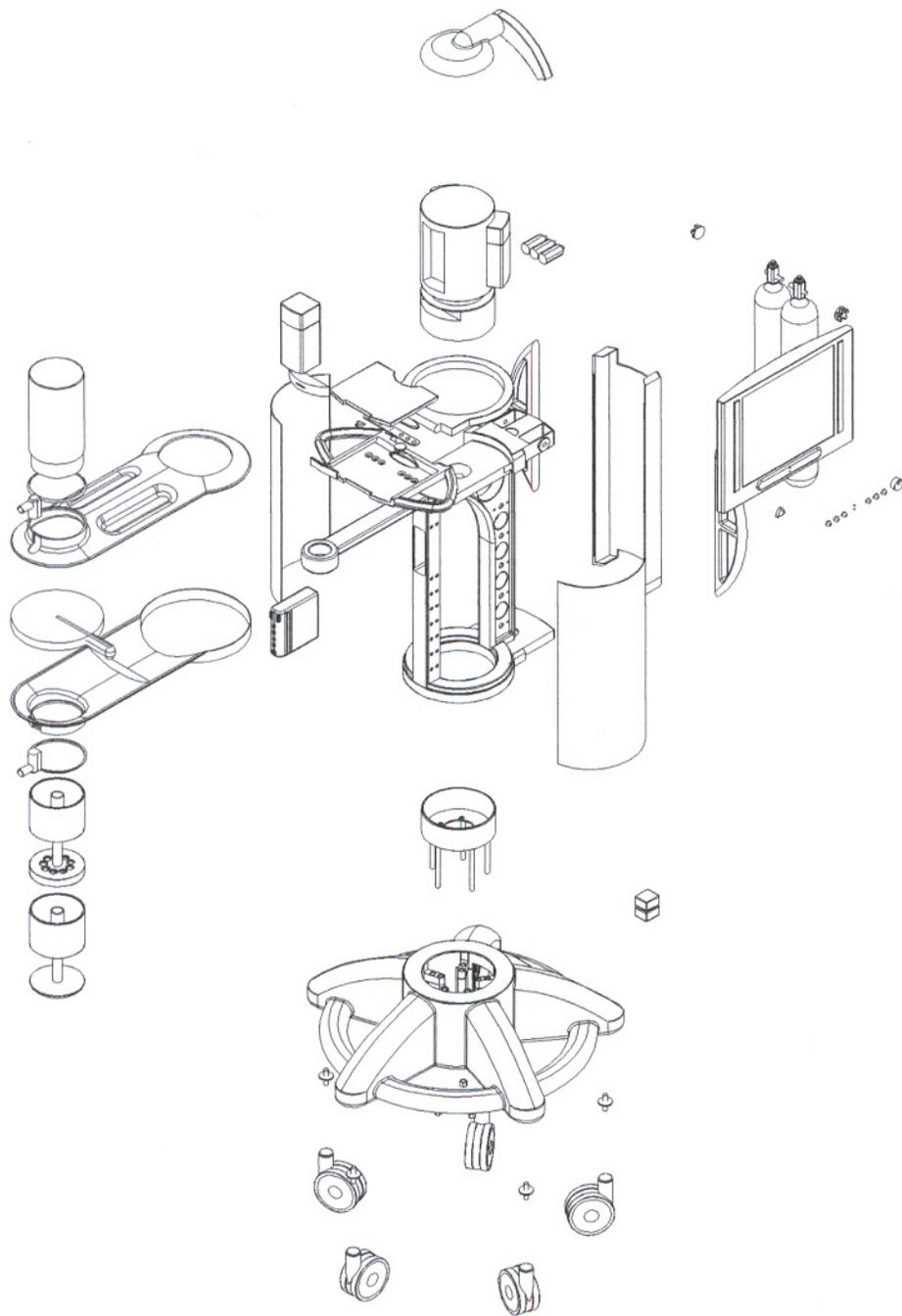
VISTA LATERAL IZQUIERDA

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM-CIDI	Escala 1:4
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
ESTRUCTURA DE FUNDICIÓN PARA BASE			Cotas mm	1/1



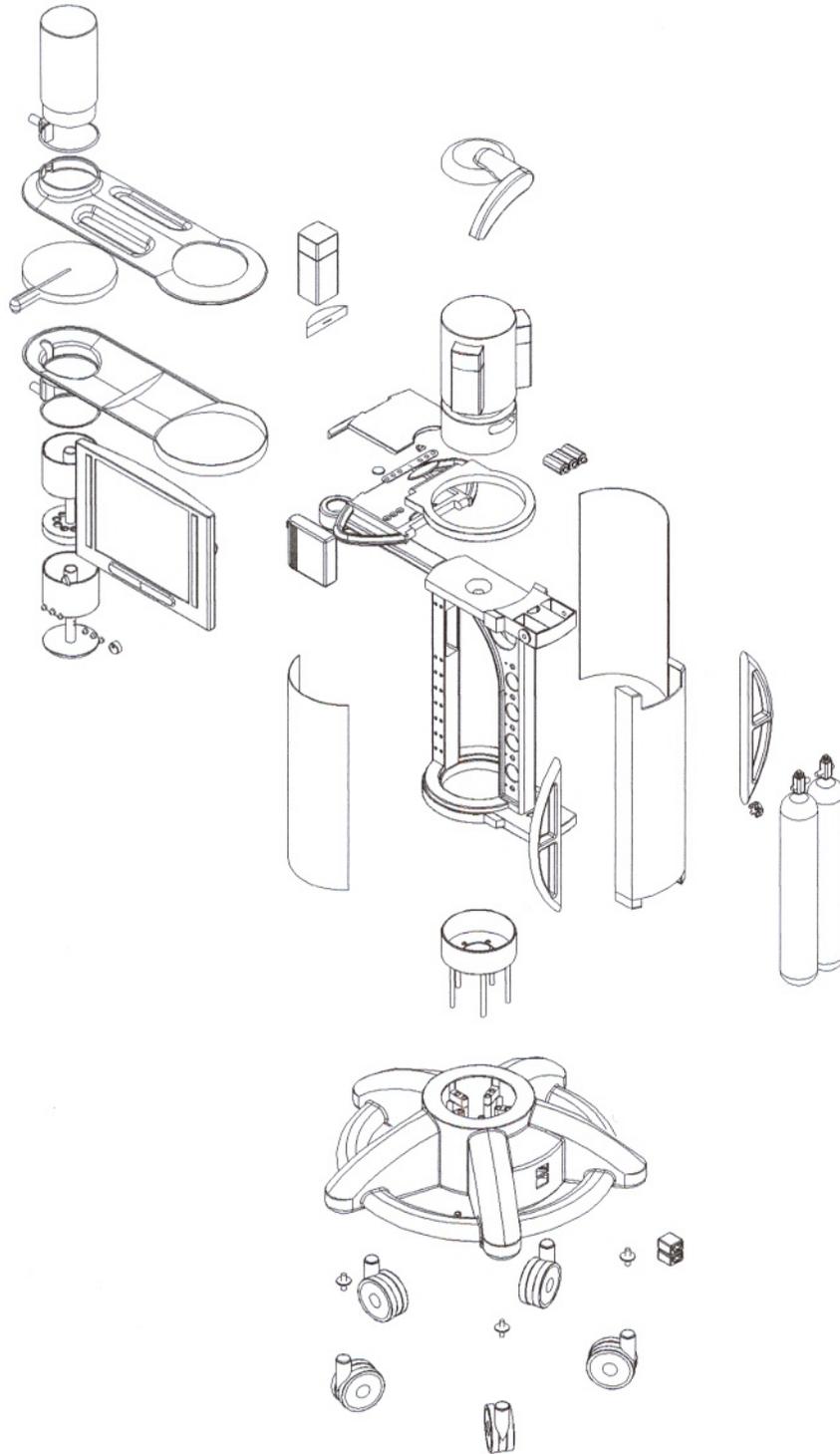
VISTA LATERAL IZQUIERDA

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	 INNOVAMÉDICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA			Fecha 01 09 2004	
ESTRUCTURA DE FUNDICIÓN PARA BASE			Cotas mm	



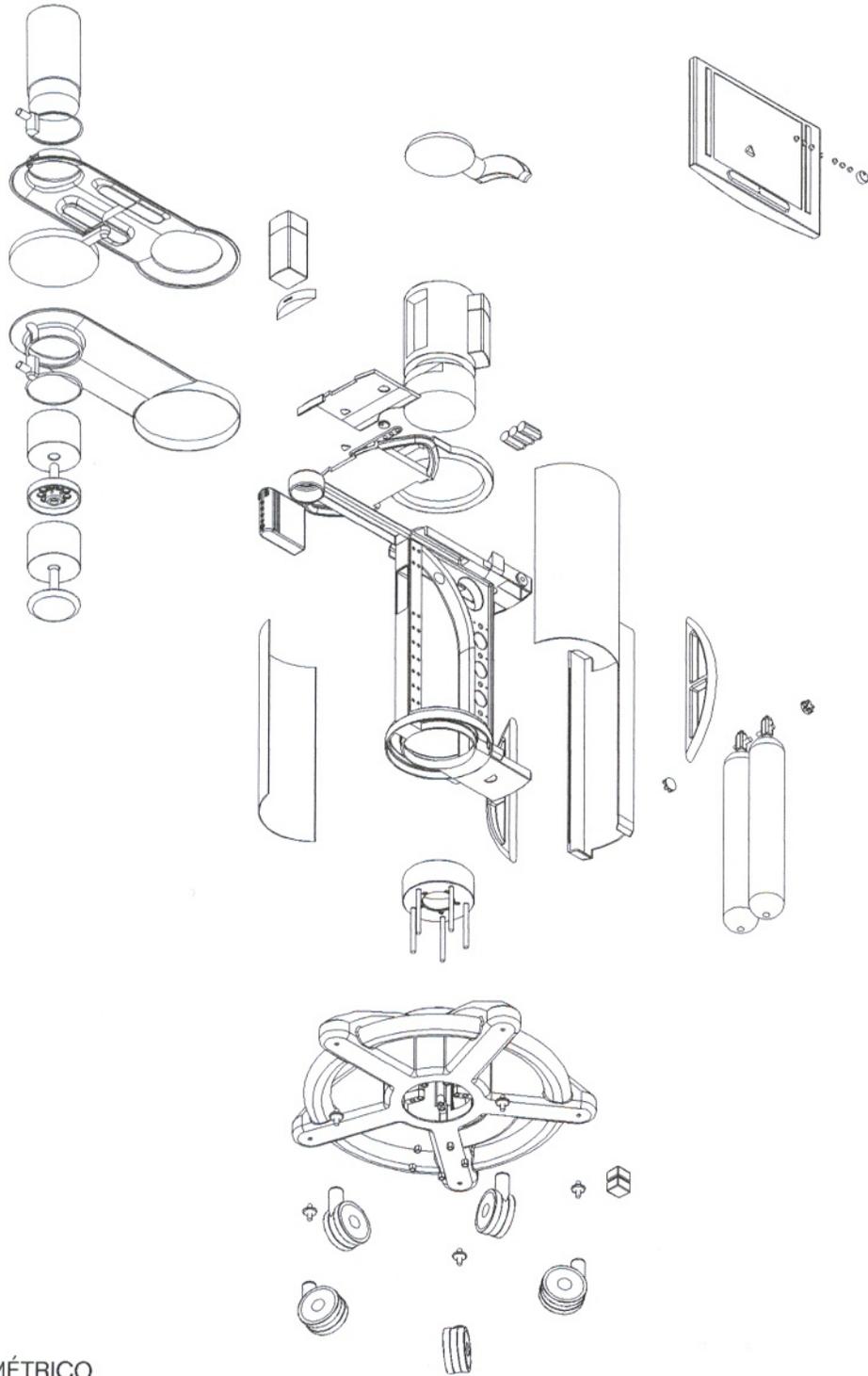
DESPIECE ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA		Fecha 01 09 2004	
DESPIECE		Cotas mm	2/3



DESPIECE ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA		Fecha 01 09 2004	
DESPIECE		Cotas mm	1/3



DESPIECE ISOMÉTRICO

Arturo Albarrán	Innovamédica S.A de C.V.	UNAM-CIDI	Escala 1:10
ICELUS UNIDAD DE ANESTESIA		Fecha 01 09 2004	
DESPIECE		Cotas mm	3/3

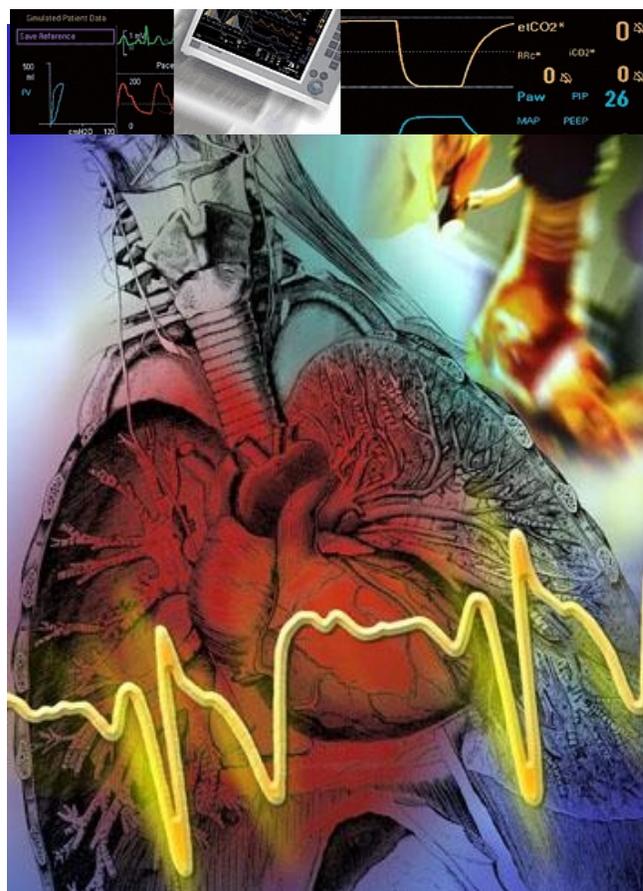
:: Glosario de Términos

Ppeak: Valor Presión Máxima en una gráfica
Pmean: Presión Media
Plateau: Valor de Presión base en una gráfica
E.C.G: Electrocardiograma
E.E.G: Electroencefalograma
E.T.O.: Oxiacetileno; gas esterilizante.
 Sedación: Acción de aplicar un calmante
Reinhalización: Acción de llenar las vías respiratorias
 Hipertermia maligna: Padecimiento que eleva mortalmente la temperatura del paciente a causa de una reacción alérgica al anestésico que puede provocar la muerte.
Espiración: Acción de exhalar gases de las vías respiratorias.
Inspiración: Acción de Introducir gases en las vías respiratorias.
Intubar: Acción de introducir e interconectar una tubería o cánula en un paciente.
Cánula: Manguera de 12mm de diámetro para aplicaciones médicas.
Flujo Turbulento: Efecto que tiene un gas al pasar por una manguera y que provoca una incorrecta mezcla de gases.
Flujo Lineal: Efecto que tiene un gas dentro de una manguera estriada, en el cual hay una correcta mezcla de gases que favorece la administración de estos.

:: Bibliografía

Libros y Documentos

Jerry A. Dorsch y Susan E. Dorsch. Understanding Anesthesia Equipment. Construction, Care and Complications, EU, 1975.
 FDA, Anesthesia Apparatus Checkout Recommendations, EU, May 1993.
 U.S. Pharmacopeia Staff. Complete Drug Reference. 1997 ed. Yonkers, NY: Consumer Reports Books, 1997. Periodicals
 "Anesthesia." Clinical Reference Systems, 1994: 72.
 Brown, Edwin W. "What If I Don't Wake Up?" Medical Update, 19 (March 1996): 3.
 Marcus, Mary Brophy. "How Does Anesthesia Work? A State That Is Nothing Like Sleep: No Memory, No Fight-or-Flight Response, No Pain." U.S. News & World Report, 123 (August 18, 1997): 66.
 Gale Encyclopedia of Medicine. Gale Research, 1999.
 Control Your Space: Operating Room Layout, © 1994 - 2003, GASNet. May 13th, 2001.
 Bases de la licitación pública nacional electrónica, No.12197001-011-03, relativa al arrendamiento de máquinas de anestesia.
 Norma Oficial Mexicana de Anestesiología. NOM-170-SSA1-1998
 Consejo de Salubridad General, Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico de Insumos del Sector Salud, Capítulo Anestesiología e Inhaloterapia, 1986.
 Dirección General de Regulación de los Servicios de Salud. Cuadro Básico de Equipamiento de Hospitales Generales de Segundo Nivel, Pag. 44-46, 1990.
 Warren S. Sandberg. Redesigning Anesthesia Care for an



Operation Room of the Future: Implementation of the preliminary results. 2003, Boston MA.
 Barragán Solís A, Ramírez RDF. Las representaciones del proceso anestésico. Revista Médica del Hospital General de México. 2001. 64/(2) 81-85.
 Sawyer Dick. An Intriduction to Human Factors in Medical Devices, US. Department of Health and Human Services, 1996, E,U.
 A.S.A. Guidelines for Determining Anesthesia Machine Obsolescence. E.U. 2004.
 Bettye Rose Connell, Mike Jones, Ron Mace, Jim Mueller, Abir Mullick, Elaine Ostroff, Jon Sanford, Ed Steinfeld, Molly Story, and Gregg Vanderheiden. Principios de Diseño Universal, Departamento de Educación de los Estados Unidos. Versión 2.0 4/1/97 © Copyright 1997 NC State University.

Sitios y Páginas Web

www.salud.gob.mx, www.gasnet.org,
 www.anestesiaweb.ens.uabc.mx,
 www.anesthesiologyonline.com,
 www.udmercy.edu/crna/agm/index.htm,
 www.anestesia.com.mx, www.oyston.com/history/index.html,
 www.oyston.com, www.virtual-anaesthesia-textbook.com,
 www.varian.com, www.guiasalud.com, www.chenwei-med.com
 www.dameca.com, www.datex-ohmeda.com,
 www.draeger.com, www.heyer-anesthesia.de,
 www.siemensmedical.com