



Universidad Nacional Autónoma De México
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Licenciatura en Diseño Industrial

DRESICAL. Simulador de Drenaje Vesical

Proyecto final más réplica oral que para obtener el título de Lic. en Diseño Industrial

PRESENTAN

Victoria Martínez Escalante
Elizabeth Zúñiga Padilla

ASESOR

D.I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, noviembre de 2019



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.

SÍNODOS

D.I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez

Dra. Norma Edith Alonso Hernández

D.I. Felipe Cornejo Cárdenas

Dr. José Luis Jiménez Corona

Dr. Fernando Pérez Escamirosa

Parte de este proyecto ha sido financiado por el Programa de Apoyo a
Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación de la Universidad
Nacional Autónoma de México. Proyecto número PE201819

AGRADECIMIENTOS

Es para nosotras una gran satisfacción poder dedicar este trabajo a nuestros formadores, sin olvidar a nuestros padres, hermanos y amigos quienes han sido parte fundamental de nuestro desarrollo y vida universitaria. Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarnos todas las herramientas para nuestro desenvolvimiento profesional, gracias a nuestros profesores de la Facultad de Estudios Superiores Aragón por guiar nuestro camino como diseñadoras industriales y al Departamento de Cirugía por permitirnos aplicar todos nuestros conocimientos adquiridos en este gran proyecto.

El más especial agradecimiento va para nuestras madres, quienes se mostraron en todo momento como la gran base de nuestras vidas, por exigirnos cada vez que flagelamos y por aplaudir y celebrar cada uno de nuestros logros.

Este nuevo logro lo compartimos con todos ustedes.

Finalmente, muchas gracias a esta amistad que nos permitió llegar hasta aquí.

RESÚMEN

Como alumnas de la licenciatura de Diseño Industrial en la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México nos fué sumamente importante poder aplicar todos nuestros conocimientos en un proyecto que presentará en gran medida las necesidades reales que se presentan en cualquier contexto. Por tal motivo después de haber sido publicado en la plataforma de servicio social, nos integramos al programa de *“Desarrollo de simuladores para la enseñanza de habilidades y destrezas médico-quirúrgicas de estudiantes de licenciatura y posgrado de la Facultad de Medicina”* para diseñar un simulador que permitiera realizar la práctica de colocación de sonda foley. Este programa fue publicado por el Departamento de Cirugía ubicado en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México y su objetivo principal era el de producir este tipo de simuladores para que una generación de más de 1,100 alumnos pudiera practicar el procedimiento.

Dado que el proyecto resultaba ser complejo, el desarrollo se llevó a cabo durante la materia Seminario de Titulación donde realizamos una investigación profunda así como un análisis estructurado basado en una matriz de diseño para crear un producto centrado en el usuario. Además, involucramos diferentes ramas de estudio, lo cual nos permitió trabajar con un equipo multidisciplinario conformado por diseñadores, médicos cirujanos, urólogos, pasantes de medicina, ayudantes de enfermería e ingenieros.

En términos generales, el proyecto se estructura en 3 capítulos: El primero trata acerca de la cirugía y su enseñanza, los diferentes tipos de simuladores y el procedimiento para la colocación de la sonda foley. En el segundo capítulo se analizan el contexto, los usuarios y el paso a paso de la práctica para colocación de sonda foley en los simuladores actualmente disponibles en el Departamento de Cirugía; en este análisis se encontraron las problemáticas que posteriormente se convertirían en los requerimientos que rigen el diseño. Concluimos con el tercer capítulo donde se presenta el desarrollo, y evaluación de las propuestas de diseño, el diseño final del simulador con sus componentes y consideraciones tanto ergonómicas y de producción como su impacto ambiental y económico.

ABSTRACT

As students of the Industrial Design degree at the Faculty of Higher Education Aragon of the National Autonomous University of Mexico, it was extremely important to be able to apply all our knowledge in a project that would greatly present the real needs that arise in any context. For this reason, after being published on the social service platform, we joined the program “Development of simulators for the teaching of medical-surgical skills and abilities of undergraduate and graduate students of the Faculty of Medicine” to design a simulator that would allow practice of bladder catheterization. This program was published by the Department of Surgery located in the Faculty of Medicine of the National Autonomous University of Mexico and its main objective was to produce this type of simulators so that a generation of more than 1,100 students could practice the procedure.

Since the project turned out to be complex, the development was carried out during the Degree Seminar where we conducted a thorough investigation as well as a structured analysis based on a design matrix to create a user-centered product. In addition, we involved different branches of study, which allowed us to work with a multidisciplinary team made up of designers, medical surgeons, urologists, medical interns, nursing assistants and engineers.

In general terms, the project is structured in 3 chapters: The first deals with surgery and its teaching, the different types of simulators and the procedure for the placement of the urinary catheter. In the second chapter, the context, the users and the step-by-step practice for urinary catheter placement in simulators currently available in the Department of Surgery are analyzed; In this analysis we found the problems that would later become the requirements that govern the design. We conclude with the third chapter where the development, and evaluation of the design proposals, the final design of the simulator with its components and ergonomic and production considerations as well as its environmental and economic impact is presented.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto inició gracias a los doctores José Luis Jiménez Corona y Fernando Pérez Escamirosa, encargados del programa de servicio social: “Desarrollo de simuladores para la enseñanza de habilidades y destrezas médico-quirúrgicas de estudiantes de licenciatura y posgrado de la Facultad de Medicina”, al permitirnos ser parte de su equipo así como aplicar libremente los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación como Diseñadoras Industriales en la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A partir de ese momento, se nos asigna formalmente el proyecto “Diseño de Simuladores para drenaje vesical” con el fin de solucionar la escasez de simuladores para la práctica de colocación de sonda foley realizada en el Departamento de Cirugía por alumnos de la Facultad de Medicina. Dada su complejidad, decidimos desarrollar el proyecto durante la materia Seminario de Titulación con la asesoría de nuestros profesores Norma Edith Alonso Hernández y Ricardo Alberto Obregón Sánchez, ambos Diseñadores Industriales.

Durante el proceso de diseño, nos enfocamos en analizar a profundidad a los usuarios para crear un producto centrado en ellos, por tal motivo buscamos involucrar diferentes ramas de estudio y trabajar con un equipo multidisciplinario de diseñadores, médicos cirujanos, urólogos, pasantes de medicina, ayudantes de enfermería e ingenieros que aportaran una visión distinta a la nuestra.

El documento se estructura en tres capítulos y en cada uno de ellos se podrá observar el proceso de investigación, diseño y evaluaciones a las que fue sometido el proyecto para finalmente llegar a la última versión denominada: *DRESICAL, simulador de drenaje vesical*.

En el primer capítulo hablamos de la cirugía como el eje central que sienta las bases para la formación de cualquier médico, así como el proceso para adquirir las habilidades y destrezas deseadas mediante el uso de simuladores biológicos y no biológicos. Comenzamos abordando el contexto donde se desarrolla nuestro proyecto y, finalmente, el plan de estudios junto con las prácticas realizadas, incluida la Colocación de sonda de drenaje vesical que ayuda a los estudiantes a familiarizarse con las maniobras médico-quirúrgicas básicas.

El segundo capítulo se basa en la matriz de diseño, en la cual describimos a detalle el Departamento de Cirugía, identificamos los distintos usuarios involucrados en la práctica de Colocación de sonda y analizamos paso a paso la secuencia de actividades para concluir satisfactoriamente la práctica. Los hallazgos de dicho análisis nos ayudaron a identificar las problemáticas que después se convirtieron en los requerimientos de nuestro simulador. Al conocer las necesidades, desarrollamos las primeras propuestas de diseño, prototipos y estudios de simulación. En cada propuesta se muestran las ventajas que permearon en cada una de ellas y las desventajas por las cuales tuvimos que descartarlas.

INTRODUCCIÓN

El tercer y último capítulo se enfoca en la propuesta de diseño final donde realizamos una descripción general de la esencia del proyecto seguida de la descripción detallada de cada uno de los elementos que conforman el simulador, el por qué de su diseño, material y proceso de fabricación. Se pueden encontrar también las secuencias de armado, diagramas de uso del producto, aspectos ergonómicos pensados y diseñados con el propósito de facilitar su uso para los usuarios, costos por la fabricación de un simulador e impacto ambiental. Tras evaluar el potencial del proyecto, se realizó el registro en el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación mejor conocido como PAPIME para poder realizar la primera producción de simuladores que tendrá el Departamento de Cirugía.

Finalmente, con ayuda de la Coordinación de Innovación y Desarrollo, realizamos los registros pertinentes que respalden nuestro diseño para los cuáles se realizaron pruebas de validación de apariencia junto con urólogos del Hospital General de México. Las evaluaciones arrojaron nuevos resultados que se pretenden retomar en siguientes versiones del simulador.

Es pertinente destacar que el proyecto impacta positivamente en la medicina: En el ámbito académico, los estudiantes de medicina se ven beneficiados al tener una mayor disponibilidad de simuladores para la mejora de sus destrezas. En un futuro, dentro del ámbito profesional, se traducirá en médicos con una habilidad desarrollada al máximo potencial para el procedimiento de drenaje vesical. Con esto, se mitigarán las molestias, o hasta en ocasiones lesiones, experimentadas por los pacientes. Para el Departamento de Cirugía resulta una inversión importante ya que, los recursos que se designarían para un simulador importado podrán enfocarse en la producción de al menos 12 de los simuladores que desarrollamos y, en caso de requerir refacciones, podrán producirlos de inmediato.

CAPÍTULO 1

1.1. Ámbito general	1
1.1.1. Cirugía	1
1.1.1.1. La evolución de la enseñanza de la cirugía	2
1.1.1.1.1. Destrezas manuales	3
1.1.1.1.2. Habilidades visuo espaciales	3
1.1.1.1.2.1. Etapa cognitiva	3
1.1.1.1.2.2. Etapa de integración	3
1.1.1.1.2.3. Etapa de automatización	3
1.1.1.2. Simuladores biológicos vivos y no vivos	5
1.1.1.2.1. Humanos	5
1.1.1.2.2. Animales	5
1.1.1.2.3. Cadáver	6
1.1.1.3. Simuladores no biológicos	7
1.2. Desarrollo general del área	8
1.2.1. Departamento de cirugía	8
1.2.1.1. Área de quirófanos	9
1.2.1.1.1. Zona negra	9
1.2.1.1.2. Zona gris	9
1.2.1.1.3. Zona blanca	9
1.2.1.2. Plan de estudio	11
1.2.1.3. Prácticas	11

CAPÍTULO 1

1.2.1.3.1. Colocación de sonda de drenaje vesical en simulador	12
1.2.1.3.1.1. Técnica en paciente masculino.	12
1.2.1.3.1.2. Técnica en paciente femenino.	13
1.2.1.4. ¿Quién certifica para operaciones quirúrgicas al estudiante?	15
1.3. Reflexiones	15

CAPÍTULO 2

2.1. Matriz de diseño	16
2.1.1. Contexto	16
2.1.1.1. Objetos utilizados	16
2.1.2. Usuarios	18
2.1.2.1. Alumnos	18
2.1.2.2. Docentes	18
2.1.2.3. Técnicos de la ceye	19
2.1.3. Secuencia de actividades	19
2.1.3.1. Actividades previas a la práctica	19
2.1.3.2. Práctica en simulador masculino	20
2.1.3.3. Práctica en simulador femenino	21
2.1.4. Problemáticas detectadas	23
2.1.4.1. Problemáticas de los simuladores	23
2.1.4.2. Problemáticas detectadas en la secuencia	24
2.1.5. Objetivo general	24
2.1.6. Análisis de productos	24

CAPÍTULO 2

2.1.6.1. Análogos	25
2.1.6.2. Inspiración	27
2.1.7. Requerimientos	29
2.2. Proceso de diseño	31
2.2.1. Desarrollo de alternativas de diseño	31
2.2.1.1. Bocetos y modelos	31
2.2.2. Desarrollo y estudio de la simulación	34
2.3. Reflexiones	37

CAPÍTULO 3

3.1. Presentación del diseño	38
3.1.1. Concepto de diseño	38
3.2. Exposición del proyecto	38
3.2.1. Descripción detallada	38
3.2.1.1. Soporte	38
3.2.1.2. Interior	39
3.2.1.3. Genitales	41
3.2.2. Secuencia de armado	43
3.2.2.1. Simulador masculino	43
3.2.2.2. Simulador femenino	44
3.2.3. Diagramas de uso	45

CAPÍTULO 3

3.2.3.1. Simulador masculino	45
3.2.3.2. Simulador femenino	46
3.3. Ergonomía	48
3.3.1. Diagramas ergonómicos	48
3.4. Procesos de fabricación	55
3.4.1. Costos	58
3.5. Impacto ambiental	59
3.6. Registro de modelo de utilidad	59
3.6.1. Ventajas frente a patentes registradas	59
3.6.2. Novedades	60
3.6.3. Experimentación	60
3.7. Conclusiones	61

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía	62
--------------	----

FIGURAS

Índice de figuras	63
-------------------	----

TABLAS

Índice de tablas	67
------------------	----

ANEXOS

A.	Reglamento y normatividad	68
B.	Secuencia de actividades	69
C.	Instructivo de Armado	78
D.	Juego de Planos	82

CAPÍTULO



1.1 ÁMBITO GENERAL

1.1.1. CIRUGÍA

“Es la ciencia que trata las enfermedades, mediante aplicación de conocimientos, destrezas, aptitudes y actitudes de orden científico, técnico, ético y humanitario en beneficio del paciente.” (Martínez, 2005, p.179)

La cirugía es la actividad, en que los médicos conjuntan habilidades, comportamientos y conocimientos en donde el paciente siempre se ve beneficiado, tal como lo menciona el Doctor Salvador Martínez en la cita anteriormente mostrada.

Podemos considerar a la Cirugía como un conocimiento básico para un médico ya que funge como el eje central que sienta las bases para continuar su formación en las distintas especialidades médicas y según el Doctor Torres, “la mano aparece como un ingrediente esencial del acto quirúrgico, el cual sin duda representa una invasión y agresión cruenta en el paciente, con el objetivo supremo de beneficiar, de curar, de remediar, de mejorar, etc...” (Torres, F. 2004)

En todo momento, un médico cirujano debe tener la certeza de decidir cuál es la mejor opción terapéutica para cada caso en particular, y ofrecer al paciente la eliminación de una patología de

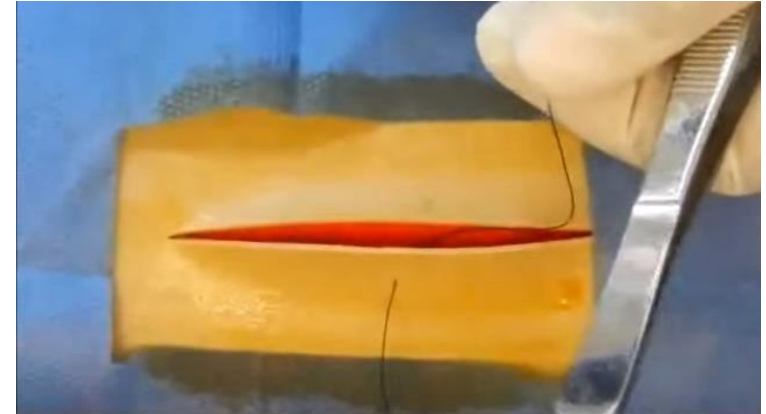


Figura 1. *Práctica de Sutura de herida y retiro de puntos, Facultad de Medicina, UNAM, 2013.*

una manera tan humana que no deje duda de la capacidad profesional y ética que permita evitar cualquier riesgo en el paciente intervenido.

Con lo anterior, mencionamos también el concepto del Dr. Juan Hepp donde dice que la cirugía en sí muestra “la competencia en el diagnóstico y tratamiento de las patologías que se resuelven mediante procedimientos quirúrgicos” (Hepp, Juan. 2008). Con esto, se engloban las capacidades de cada médico para poder analizar el caso específico de un paciente; por ejemplo, en la *Figura 1*, podemos observar un método de enseñanza para la sutura de heridas, lo cual permite posteriormente al cirujano determinar la atención a la que deberá ser sometido un paciente real en caso de presentar un caso similar.

A continuación, se desglosa la evolución de la enseñanza de la cirugía, y las características que debiera mostrar un cirujano durante su formación.

1.1.1.1. LA EVOLUCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA CIRUGÍA

La enseñanza de la cirugía ha tenido un proceso largo y estricto en el cual sucedieron un sinnúmero de acontecimientos para lograr su independencia como rama quirúrgica.

El Doctor Enrique Graue, 2006 menciona que en el primer tercio del siglo XX, los enfermos se concentraron en áreas de atención hospitalaria y de la misma manera los médicos tuvieron que encargarse de la resolución de sus problemas. Por tal motivo en 1882, William Stewart Halsted, creó el sistema de residencias en el hospital Johns Hopkins. A partir de ese momento el médico que residía en la institución de salud se le conoce como: *médico residente*. Estos vivían, aprendían y practicaban en un hospital y, no era sino hasta entonces, por autorización de sus mentores, que abandonaron el recinto hospitalario para incorporarse como médicos externos o dedicarse a la actividad profesional.

Posteriormente, con el gradual desarrollo de los sistemas educativos, se integraron las residencias médicas a las universidades y se desarrollaron programas educacionales estructurados con el objetivo de adquirir conocimientos y destrezas por años de entrenamiento.

Sin embargo, el aprendizaje médico quirúrgico siempre ha requerido particularidades especiales y no ha sido hasta fechas recientes que se ha puesto un especial énfasis en el entrenamiento gradual y sistemático sobre las habilidades particulares y competencias que debe adquirir y desarrollar un cirujano.

Para tener una mejor comprensión de esta evolución Graue, 2006 desarrolló la siguiente tabulación donde se comparan los cambios que se generaron a partir de la experiencia del aprendiz-tutor para crear un programa estructurado.

DEL BINOMIO APRENDIZ-TUTOR AL PROGRAMA ESTRUCTURADO

El Aprendiz-Tutor	El programa estructurado
La cirugía como arte y destreza	La cirugía como ciencia y destreza
Entre más trabajo, mayores destrezas	El trabajo organizado y orientado a la adquisición de destrezas
Ver y hacer	Entrenamiento formal en conocimientos destrezas específicamente programadas
Resolución de problemas por experiencia	Resolución de problemas basado en evidencias
Evaluación por el Tutor-profesor	Evaluación basada en resultados

Tabla 1. *Evolución del programa de evaluación para las destrezas y habilidades de los estudiantes de cirugía, Facultad de Medicina, UNAM.*

Independientemente de que la enseñanza de la cirugía hace que el estudiante domine los detalles y el arte propio de ella, existen algunas aptitudes y características por las cuales los estudiantes de cirugía se deben distinguir: Destrezas manuales y Habilidades visuoespaciales.

1.1.1.1. Destrezas manuales

Las destrezas quirúrgicas son resultado de una educación gradual y de un entrenamiento constante.

1.1.1.2. Habilidades visuoespaciales

Según Graue, 2006 mediante estas habilidades se consigue una representación mental de objetos tridimensionales, que permite analizarlos en sus partes y características, comprenderlos en sus rotaciones y traslaciones, y “recomponerlos”, de un estado de dos dimensiones, a la representación tridimensional original.

Las habilidades visuoespaciales, se aplican en la vida cotidiana, para representar mentalmente tareas físicas o manuales al ser ejecutadas. En el caso de la cirugía, han sido examinadas en el FAT (*Field articulation test*). Habiéndose demostrado ser de gran utilidad en la predicción de futuras habilidades quirúrgicas. La correlación en este sentido ha sido de alta significación, encontrándose que aquellos aspirantes que calificaban alto en esta habilidad, aprendían y se desarrollaban mucho mejor que aquellos que obtenían índices bajos.

El mismo autor menciona también cómo se aprenden las destrezas quirúrgicas:

Más allá de la habilidad motora del movimiento de manos, muñecas y dedos que un cirujano pueda llegar a tener, lo que ha de desarrollar son destrezas de percepción del entorno (habilidades perceptuales), a los que debe añadir un conjunto coordinado de movimientos y de habilidades motoras capaces de actuar simultáneamente, seleccionando en forma rápida la respuesta adecuada para los eventos que puedan presentarse en ese entorno anatómico. (Graue, 2006, párr. 27.)

Para conseguir lo anterior, el cirujano debe pasar por 3 diferentes etapas que son esenciales para su correcta maduración:

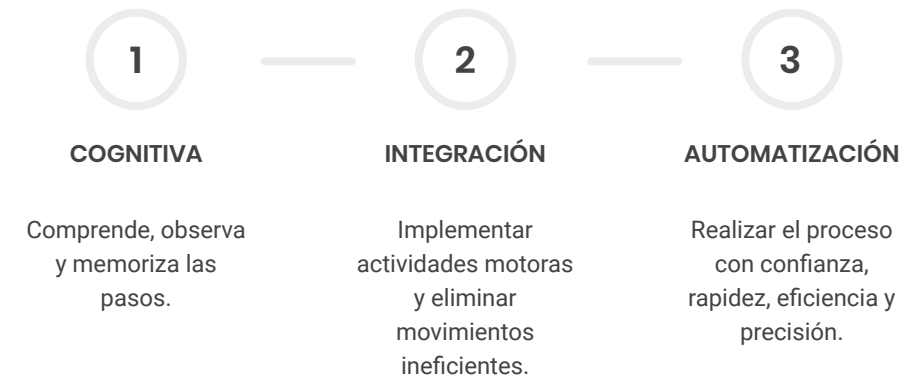


Figura 2. Etapas de maduración de un cirujano.

1.1.1.2.1. Etapa Cognitiva

En ella, el aprendiz debe comprender con claridad la tarea a realizar, debe observar y memorizar los pasos que debe seguir.

1.1.1.2.2. Etapa De Integración

Una vez memorizados todos y cada uno de los pasos y posibles eventualidades, el cirujano en formación deberá aprender a realizar todas aquellas habilidades motoras necesarias para realizar la tarea, al tiempo que deberá eliminar todo movimiento ineficiente para la realización de un determinado procedimiento. En esta etapa son de gran importancia las prácticas de laboratorio quirúrgico, en sus diferentes modalidades, a fin de automatizar movimientos.

1.1.1.2.3. Etapa de Automatización

Al repetir un procedimiento frecuentemente, creará circuitos neuronales motores que lo conducirán a la automatización y con ello llegarán a la confianza, rapidez, eficiencia y precisión que a su vez redundará en una mejor percepción del entorno quirúrgico lo que le permitirá evolucionar hacia estrategias quirúrgicas más complejas.

Puesto que el paciente solicita al cirujano un trato competente, eficiente, seguro, y de alta calidad, estas destrezas y habilidades en la enseñanza de Cirugía también se implementaron en México.

El derecho de las personas como pacientes, ha restringido el ejercicio de la cirugía tomando al paciente como elemento central de un aprendizaje novicio. De hecho, las agrupaciones para la protección de animales expresan su inconformidad con la utilización de animales de laboratorio para el aprendizaje de las técnicas quirúrgicas. Es por ello que el uso de simuladores ocupa hoy en día un lugar fundamental en la enseñanza de la cirugía.

Con la incorporación de simuladores se busca la mejora de las capacidades técnicas y el conocimiento de la cirugía por parte de los estudiantes. Sin embargo, la utilización de modelos de simulación genera también requisitos indispensables de cubrir por parte del docente.

Estos requisitos (Fortes, 2012, p. 2) los resume en los siguientes cuatro puntos:

- Una identificación objetiva y clara de las necesidades que tiene el alumno por aprender.
- Un diseño sistemático y que implique una metodología pedagógica probada sobre la capacidad del simulador de generar las competencias a través del uso de éste por el alumno.
- Una evaluación estructurada del desempeño del alumno, que le permita asesorar su velocidad en el aprendizaje de las competencias quirúrgicas específicas de ese modelo de simulación que está utilizando.
- Una validación de la eficiencia en su avance educativo que hace el propio alumno.

El aprendizaje de la cirugía implica, no sólo el dominio de la teoría y las bases anatómo-fisiológicas de las enfermedades quirúrgicas,

sino también la adquisición de las habilidades y destrezas psicomotoras del aprendizaje, que le permitirá ejecutar una terapéutica de manera segura.

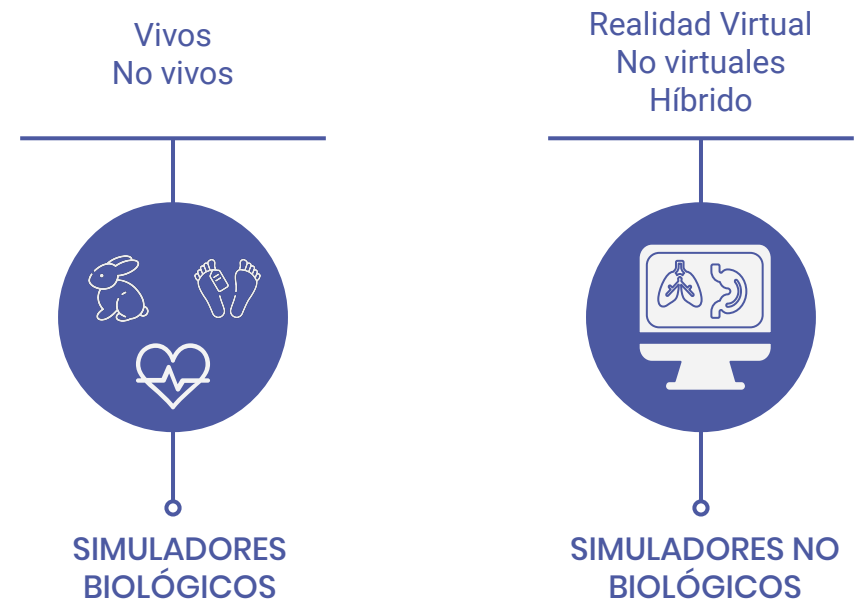


Figura 3. *Simuladores biológicos y simuladores no biológicos*

Con el esquema anterior, entenderemos cuáles son los dos grandes grupos de simuladores donde se han realizado prácticas quirúrgicas. Sin embargo, el uso de animales es una práctica cada vez más rechazada por la sociedad y hacemos énfasis en que a partir del año 2017, la Facultad de Medicina dejó de usar animales que se sustituyeron por modelos morfo-anatómicos.

1.1.1.2. SIMULADORES BIOLÓGICOS VIVOS Y NO VIVOS

Hemos de destacar que durante la evolución de la enseñanza de habilidades quirúrgicas en medicina se ha recurrido a varias estrategias de aprendizaje, desde el uso de modelos biológicos vivos (humanos y animales) y/o no vivos (cadáveres) hasta el uso de simuladores no biológicos, todo esto con el fin de no herir al paciente en el momento de la práctica clínica.

1.1.1.2.1. Humanos.

La experiencia se adquiere a través de los pacientes, de los que el médico y el cirujano, deben aprender y de esta forma aplicar en otros pacientes los conocimientos adquiridos.

En la Curva 1 se muestra el posible índice de complicaciones vs. el número de casos efectuados de un determinado procedimiento (Graue, 2006, párr. 42), en ella se aprecia como la curva desciende en la medida en que la experiencia del cirujano aumenta como consecuencia de la eliminación y prevención de errores.

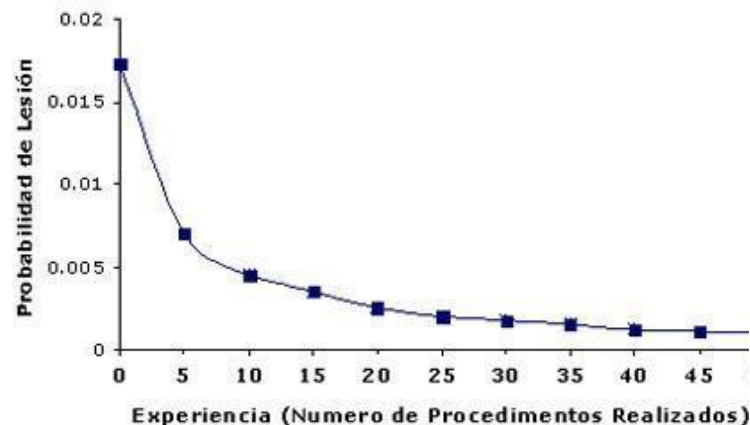


Figura 4. Curva de aprendizaje 1

El reto en la enseñanza de la cirugía es minimizar esta curva, procurar que durante ella las complicaciones sean mínimas y que la automatización y destrezas necesarias, lleguen lo más pronto a formar parte de la experiencia del cirujano.



Figura 5. Intervenciones Quirúrgicas en el Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"

1.1.1.2.2. Animales

Graue, 2006 describe la cirugía en animales:

Los *wet labs* o laboratorios quirúrgicos no simulan condiciones reales, solo crean destrezas y automatización de ciertas maniobras quirúrgicas, pero no exponen al aprendiz a las situaciones que implican los seres vivos, por ello se han empleado los laboratorios de cirugía animal.

Al margen de las consideraciones éticas que sobre la vida animal existen y de los costos de mantenimiento e higiene de los bioterios, lo cierto es que tampoco la cirugía en animales es aplica-

ble integralmente a la cirugía en un ser humano por lo que este tipo de entrenamiento quirúrgico, no tiene una aplicación universal, como paso previo a la cirugía humana.

Sin embargo, ha demostrado ser especialmente útil en el adiestramiento para realizar anastomosis viscerales y vasculares (particularmente el usar perros) y en cerdos, para la consecución de habilidades y destrezas en colecistectomía laparoscópica.



Figura 6. Alumnos de Posgrado realizando Práctica de Cirugía Laparoscópica en cerdos en el año 2017.

1.1.1.2.3. Cadáver

“Cadáver es el cuerpo de un ser vivo, muerto.”

(Parra, 2013, p.91)

Tiene origen latino y viene de “cadavere”, vinculado al verbo cadere (caer o caído). En español el “cadáver” se refiere al cuerpo humano, pero, en otros idiomas describen también al cuerpo muerto de un animal.



Figura 7. Médicos residentes del Instituto de Ciencias Forenses realizando una práctica quirúrgica.

Según la Ley General de Salud, cadáver es el cuerpo humano en el que se ha comprobado la pérdida de la vida. Así mismo, en el artículo 346, protege al cadáver para evitar ser considerado objeto de propiedad y exige que sea tratado con respeto y dignamente.

Los cadáveres se han convertido en bienes muy apreciados para la academia y la ciencia médica en general.

Las instituciones educativas que requieran cadáveres para investigación y docencia, lo declaran a la Secretaría de Salud. Para disponer de un cadáver, se debe contar con el certificado de defunción y la permisión del disponente originario. La institución educativa aplicará los medios para su conservación, de no ser así, deberá devolverlo.

La disposición de un cadáver para efectos de investigación y docencia, como se ha logrado apreciar, parece ser como el manejo de cualquier objeto menos de un cuerpo humano, sin embargo, lo interesante a ser considerado, es el hecho de que la noción etimológica del cadáver dedicado a estos fines ya no puede ser la misma, pues no se da un cadáver (carne dada a los gusanos), sino un cadáscien (carne dada al conocimiento). (Parra, 2013, p.93)

1.1.1.3. SIMULADORES NO BIOLÓGICOS

En los últimos años, el trato del paciente en la educación médica ha sido considerado bajo dos tenores:

- Su seguridad corre riesgo al ser atendidos por alumnos inexpertos.
- Se niegan a colaborar con actividades educativas.

A consecuencia del segundo punto (más que del primero), se ve como alternativa la práctica con simuladores ya que, aparte de no afectar a algún ser vivo, hay ciertas ventajas como la conveniencia de poder programar las prácticas, el uso "libre" del tiempo, la estandarización, la eficiencia y la facilidad para la evaluación al laborar en ellos.

Los simuladores médicos son una representación de las funciones básicas del cuerpo; se clasifican en:

- No virtuales: maniquís, órganos de materiales duros, muñecos para uso de instrumentos quirúrgicos, etc.
- De realidad virtual: mediante un software representan un ambiente controlado y realista del procedimiento médico.

Son tan perfectamente descriptivos, sensibles y precisos, que se convierten en una opción equivalente para el estudio de procedimientos médicos, lográndose adquirir las habilidades y destrezas necesarias sin exponer a un paciente a los riesgos de un individuo poco experimentado. (Parra, 2013, p.93)

Entonces, a través de estos tipos de simuladores es posible alcanzar capacidades psicomotoras necesarias para la práctica profesional de la medicina sin poner en riesgo a los pacientes.

El referente para la enseñanza ha sido la pirámide de Miller, que muestra las etapas por las que transcurre el aprendizaje con el uso de simuladores. El alumno: 1. 'sabe'. 2. 'sabe cómo' 3. 'muestra cómo' 4. 'hace'.

Se han propuesto cinco pasos en la didáctica de destrezas a cargo del profesor:

- Visión de conjunto (overview).
- Demostración de la destreza.
- Repetición del procedimiento por el preceptor describiendo en detalle cada paso.
- Los estudiantes hablan de la destreza y hacen preguntas.
- Los estudiantes ejecutan la destreza.

La evaluación de las habilidades técnicas de los estudiantes de pregrado y a los cirujanos en formación (valorando movimientos, técnicas, y procedimientos) durante el entrenamiento (ver figura 8) ha sido considerada como una forma de garantía de calidad para el futuro, sin embargo, el aprendizaje quirúrgico se basa en un modelo de apreciación dejando completa responsabilidad de los entrenadores para evaluar la técnica.

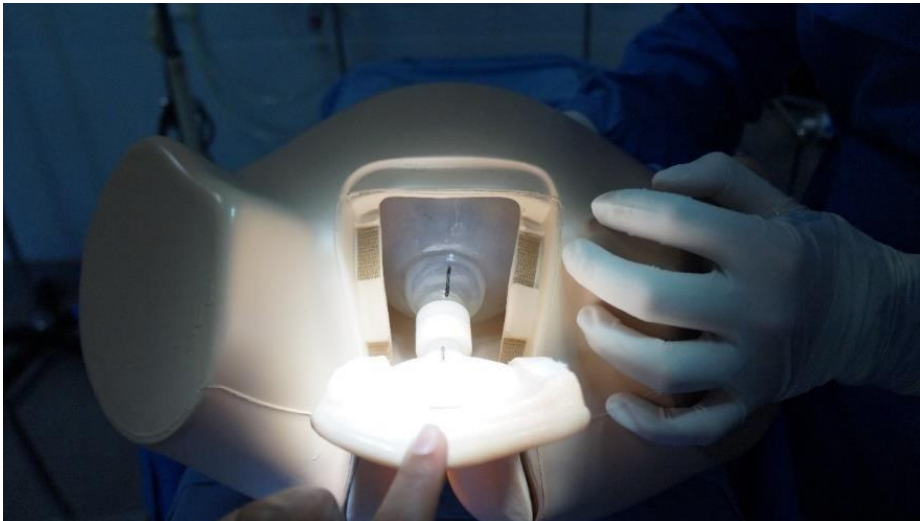


Figura 8. Alumnos de Pregrado realizando Práctica de Drenaje Vesical en simuladores.

1.2. DESARROLLO GENERAL DEL ÁREA

1.2.1. DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

El Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fue fundado en 1956, se encuentra ubicado en Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 3000, CP. 04510, Circuito Interior, Facultad de Medicina Edificio D, es uno de varios departamentos que forman parte de la Facultad de Medicina y es el encargado de impartir cursos a los estudiantes de pregrado y cirujanos en formación para adquirir destrezas quirúrgicas todo esto con el fin de no herir al paciente en el momento de la práctica clínica, tal como lo menciona su misión y visión:

Misión. Enseñar los conocimientos y destrezas de la cirugía con calidad, armonía, actualizados, basados en evidencias, con tecnología educativa activa y crítica, evaluando constantemente el proceso enseñanza aprendizaje, abordando los aspectos curriculares de pre y posgrado, así como los de educación continua; ampliando su fortaleza con investigación básica, clínica y educativa aplicables al corto tiempo e innovando con materiales educativos y desarrollos tecnológicos quirúrgicos. Anónimo (Sin fecha)

Visión. Ser el departamento líder de la educación en cirugía y centro de referencia de la investigación quirúrgica a nivel nacional e internacional. Anónimo (Sin fecha)

El Departamento está conformado por cuatro áreas: administración, investigación, quirófanos y recepción; siendo la más concurrida por la población estudiantil el área de quirófanos donde se llevan a cabo cursos y prácticas.

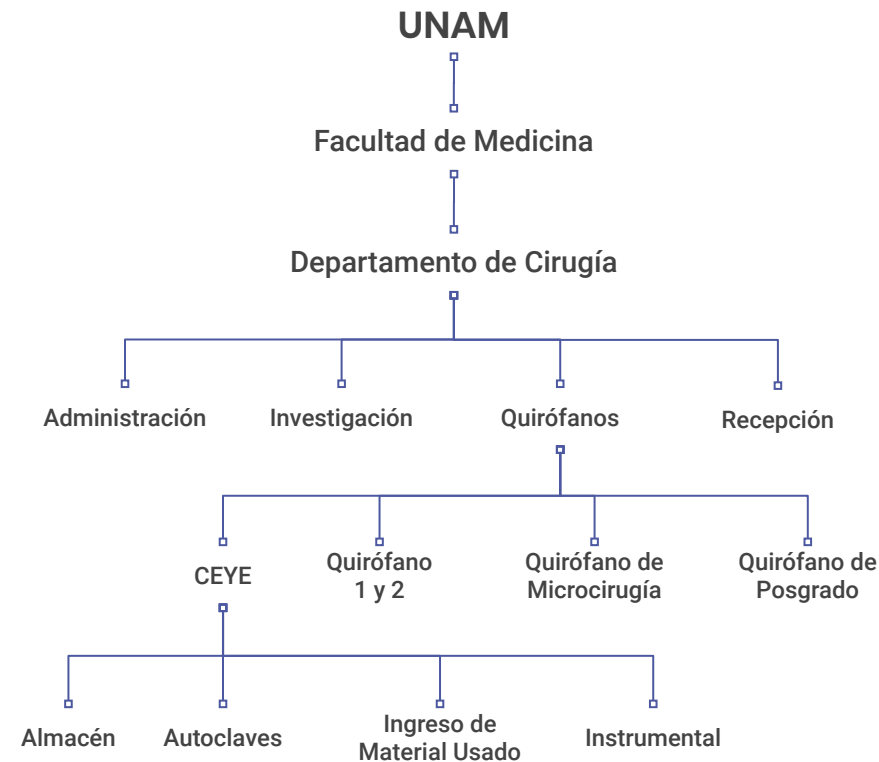


Figura 9. Organigrama del Departamento de Cirugía, UNAM.

1.2.1.1. ÁREA DE QUIRÓFANOS

Se divide en tres áreas y según las actividades dependerá el grado de esterilización y normatividad en cada sitio.

1.2.1.1.1. Zona negra

Primera zona de restricción. Incluye oficinas, admisión quirúrgica, baños y vestidores. En esta zona es necesario el uso de bata clínica y es donde el personal se coloca el atuendo quirúrgico. La comunicación con la zona gris es a través de una trampa de botas para el personal.

1.2.1.1.2. Zona gris

Se requiere portar el uniforme completo (pijama de algodón, cubrepelo, cubreboca y botas)

Las secciones son:

- Área de lavado quirúrgico
- Central de equipos
- Cuarto de anestesia
- Sala de recuperación
- Cuarto de rayos X
- Cuartos sépticos
- Sala de recuperación postoperatoria
- Central de Equipos y Esterilización (CE y E)

1.2.1.1.3. Zona blanca

Es el área de mayor restricción y comprende la sala de operaciones, lugar donde se lleva a cabo la intervención quirúrgica. Entre las características de la zona destacan el tamaño de la sala, las puertas que eliminan las corrientes de aire, piso resistente al agua y conductor de corrientes, mesa de operaciones, mesa auxiliar, tripié y trípode, lámpara quirúrgica e instrumental quirúrgico.

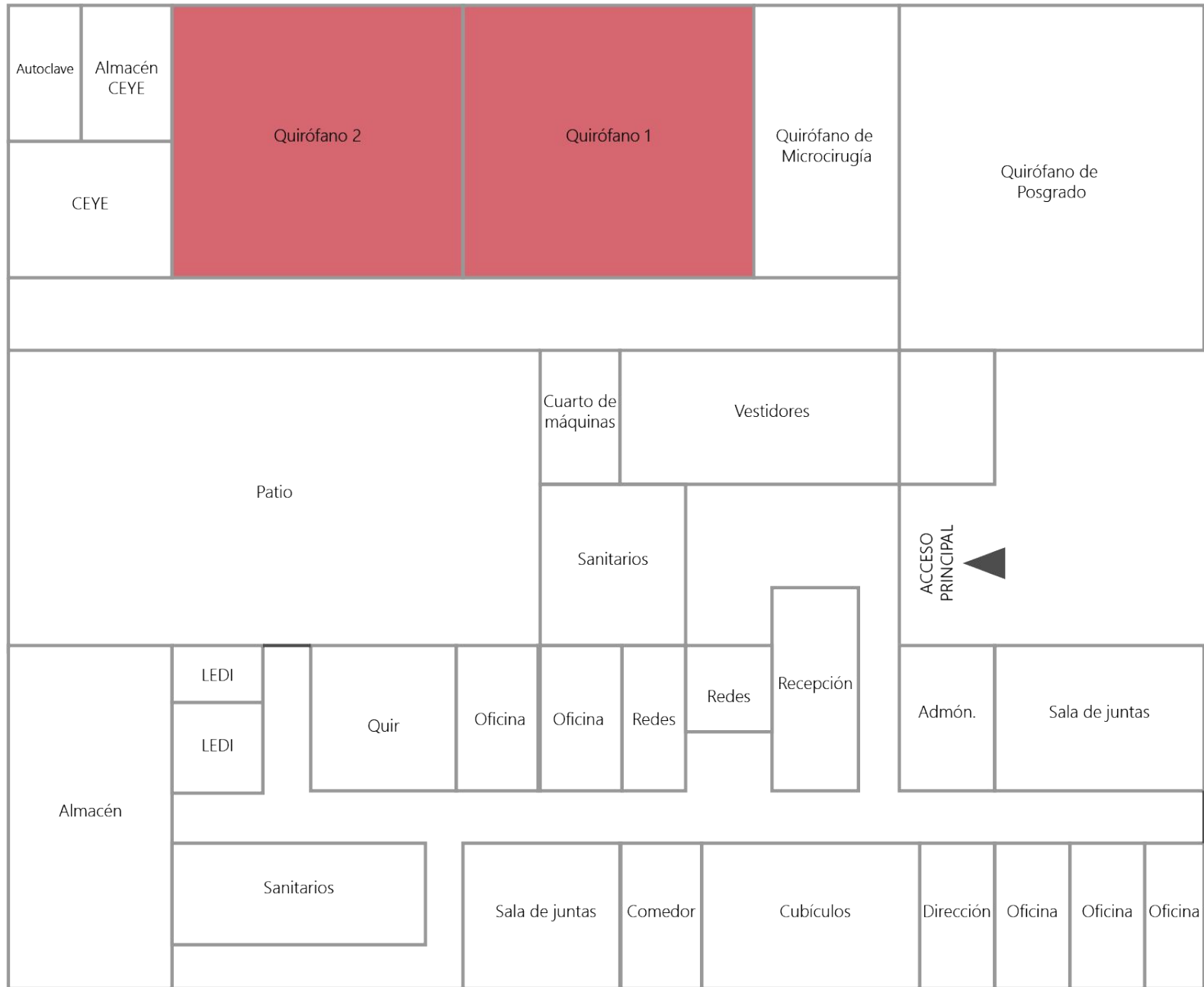


Figura 10. Planta del Departamento de Cirugía, Quirófanos de Enseñanza 1 y 2 (Área azul)

1.2.1.2. PLAN DE ESTUDIO

Los avances de la cirugía en el siglo XXI han permitido un cambio en los Planes de Estudio de la mayoría de las escuelas y para los futuros Médicos Cirujanos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) no fue la excepción.

A partir del año 2003 se comenzó a elaborar el Plan de Estudios 2010, su creación surgió a partir de varios factores que exigían un nuevo perfil de egresado; cambios tecnológicos y sociales relacionados directamente con el perfil epidemiológico de la sociedad mexicana, así como nuevos modelos y técnicas de aprendizaje que se veían reflejados en las habilidades de los médicos. Tal como el doctor Jiménez lo menciona. *“Los planes de estudio de la actualidad se están basando en competencias, donde el sujeto demuestra el haber adquirido conocimientos y destrezas para ser competente en su profesión, a través de una educación dinámica, participativa e interactiva”*. (J. L. Jiménez, comunicación personal, 14 de octubre de 2019). Debido a ello, en el segundo año de la licenciatura de Medicina de la UNAM, se imparte la asignatura “Introducción a la Cirugía”, estructurada conforme a los nuevos lineamientos. El curso comprende tanto la parte teórica de 68 horas con su carga de 50%, como la parte práctica con 68 horas con su carga de 50%, lo que equivale a 136 horas integrales por cada alumno.

La asignatura, según el doctor Jiménez *“requiere del uso de facilitadores del aprendizaje como son las estrategias de enseñanza: aprendizaje basada en problemas, medicina basada en evidencias, recreando múltiples ejemplos, analogías, metáforas, comparaciones activas y prácticas multidisciplinarias”*. (J. L. Jiménez, comunicación personal, 14 de octubre de 2019).

1.2.1.3. PRÁCTICAS

Es aquí donde hacemos hincapié en cuanto al propósito de las prácticas, donde el alumno se familiariza con las maniobras básicas que debe realizar todo médico general. Para cumplir dicho propósito, se cuenta con 12 prácticas para el desarrollo de habilidades médico-quirúrgicas.

Para el año 2019 se realizaban 12 prácticas (Ver Figura 11), en todas ellas se utilizan simuladores no biológicos para cumplir los objetivos planteados.

Una de esas prácticas es la *Colocación de Sonda uretral* y se considera una técnica esencial en la terapéutica de patología urinaria ya que es la más utilizada en el ámbito hospitalario. Esta tarea pareciera ser fácil; sin embargo, pueden surgir dificultades en su ejecución y, por lo tanto, complicaciones graves. La importancia de la correcta ejecución de este procedimiento radica en la práctica de los alumnos, lamentablemente el Departamento de Cirugía sólo cuentan por el momento con 4 simuladores, 2 de sexo masculino y 2 de sexo femenino, los cuales son insuficientes para la generación de alumnos mencionados previamente.

Práctica 1

Comportamiento y presentación en los escenarios de atención médica y quirúrgica.

Práctica 2

Técnicas de lavado de manos quirúrgico por arrastre y con soluciones alcoholadas, Higiene de manos con soluciones alcoholadas, lavado de manos con agua y jabón.

Práctica 3

Técnicas de colocación de guantes y colocación de bata quirúrgica.

Práctica 4

Actividades de los integrantes del equipo quirúrgico.

Práctica 5

Técnicas de asepsia y antisepsia, en simuladores.

Práctica 6

Aplicación de la Lista de Verificación.

Práctica 7

Técnica de Tacto Rectal en Simulador.

Práctica 8

Técnica de puntos simples, sarnoff.

Práctica 9

Colocación de Sonda nasogástrica.

Práctica 10

Colocación de Sonda uretral.

Práctica 11

Técnica de inyección intramuscular.

Práctica 12

Técnica de canalización venosa periférica.

Los fines para los que se utiliza este procedimiento son variados. Puede utilizarse para facilitar la expulsión de la orina, como lo mencionamos anteriormente, para controlar la diuresis (cantidad de orina en un tiempo específico), tratar intra o postoperatorio en ciertas intervenciones quirúrgicas, en casos de escaras genitales se controla la higiene adecuada o para los tratamientos de enfermedades crónicas en las que hay dificultades para orinar.

Dentro del ámbito hospitalario y en el consultorio médico, el médico general debe conocer, comprender y aplicar el uso adecuado, sus indicaciones, contraindicaciones y la técnica correcta para la instalación de la sonda de drenaje urinario; porque es un procedimiento esencial tanto en el paciente quirúrgico o no quirúrgico. Por lo tanto, el estudiante de medicina debe familiarizarse con este procedimiento para aplicar de forma correcta esta habilidad adquirida.

Para ello, es necesario conocer la anatomía del aparato genitourinario así como los genitales tanto del sexo masculino como del sexo femenino, ya que la técnica cambia según sea el caso.

1.2.1.3.1.1. Técnica en paciente masculino.

La uretra masculina consta de 3 porciones: la prostática, la membranosa de característica débil y delgada, y la porción esponjosa, que es más resistente y dilatable. La uretra, de aproximadamente 20 cm de longitud, no es uniforme en diámetro ni en dirección, por lo cual se deberá tomar el pene y colocarlo suavemente en ángulo recto con respecto al cuerpo, e introducir la sonda debidamente lubricada; con esto, solamente se tendrá que pasar una curva en la uretra membranosa para llegar a la vejiga, y no una "s", si es que el pene se mantiene en situación anatómica. Se debe introducir la sonda unos 24 cm, aproximadamente hasta romper la barrera del trigono, ubicada al inicio de la vejiga; se acostumbra introducirla hasta la empuñadura, teniendo así seguridad de que no se insuflará el globo dentro de la uretra.

Figura 11. *Lista de Prácticas Seguras, 2019.*

1.2.1.3.1. Colocación de sonda de drenaje vesical

Una sonda vesical es un tubo fino y flexible que se utiliza para ayudar en la expulsión de la orina. La sonda se introduce en la uretra para llegar a la vejiga y así permite un drenaje continuo de la orina.

La orina comenzará a fluir al estar la punta del catéter en la uretra membranosa, y deberá hacerse pasar unos 3 a 4 cm más para así llegar a la vejiga. Ver Figura 12 y 13.

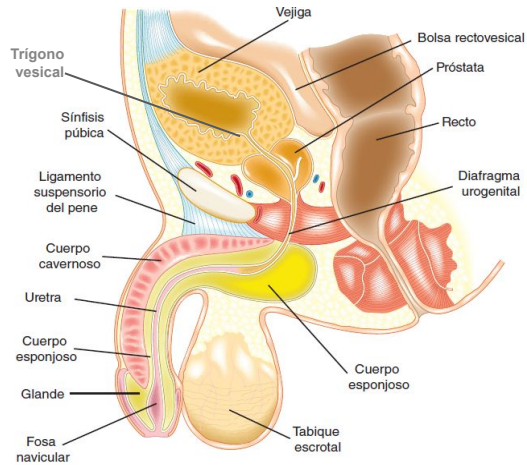


Figura 12. Relaciones entre la vejiga, la próstata, las vesículas seminales, el pene, la uretra y el contenido del escroto.

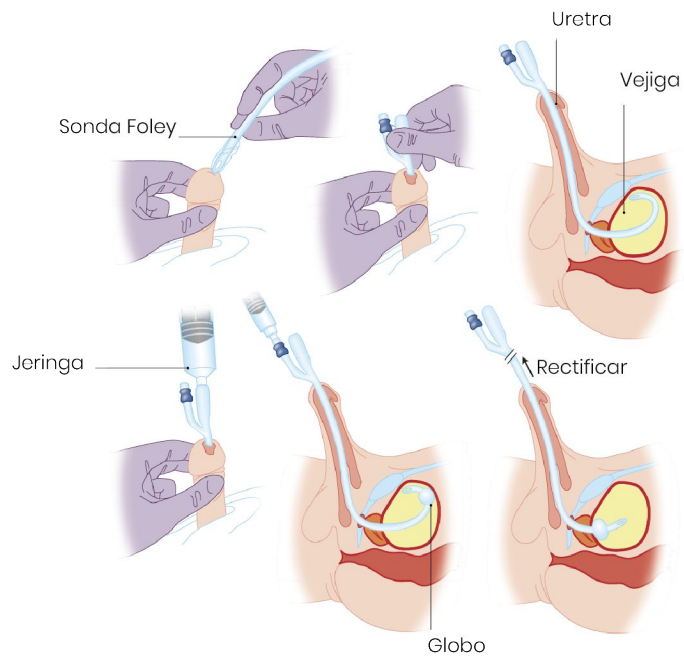


Figura 13. Representación gráfica de la colocación de sonda en anatomía masculina.

1.2.1.3.1.2. Técnica en paciente femenino.

Se deberán separar los labios mayores y menores de la vulva e intentar visualizar el orificio de la uretra; éste estará localizado inmediatamente por delante del orificio de la vagina y a 2.5cm por debajo del clítoris, pudiendo presentarse en forma de orificio circular fruncido o como una depresión. Si no es posible localizarlo, se puede intentar buscarlo con la punta de la sonda; esto se debe realizar con suma delicadeza, pues constituye una experiencia incómoda tanto para la paciente como para el ejecutante. No debe olvidarse que la uretra femenina es de aproximadamente 4 cm, y el globo y resto del extremo distal de la sonda aproximadamente suman lo mismo, por lo cual la orina empezará a fluir por la sonda antes de que el globo desaparezca por el meato. Será necesario introducir la sonda otros 4 cm una vez que la sonda desaparezca, para así poder empezar a inflarlo con la certeza de que está completamente dentro de la vejiga. Ver Figura 14, 15 y 16

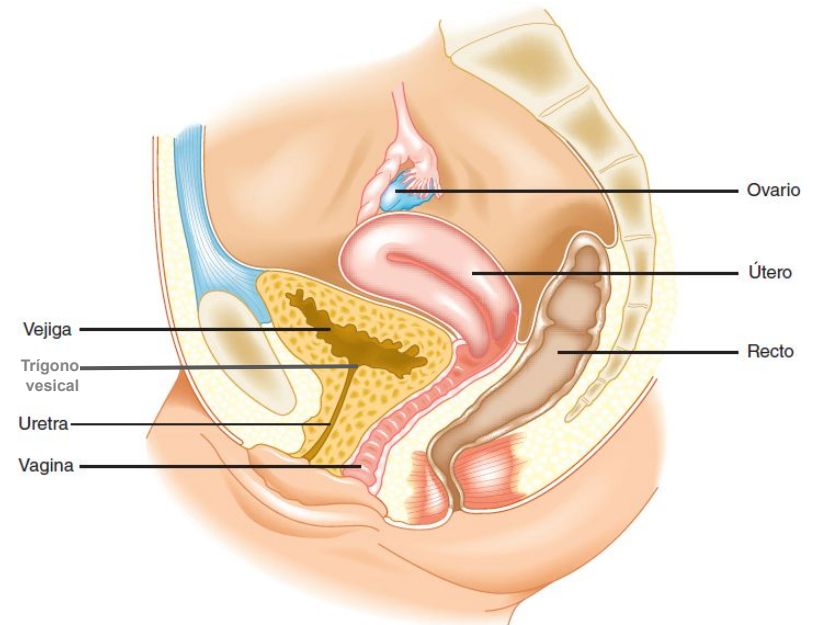


Figura 14. Anatomía y relaciones entre la vejiga, la uretra, el útero y los ovarios, la vagina y el recto.

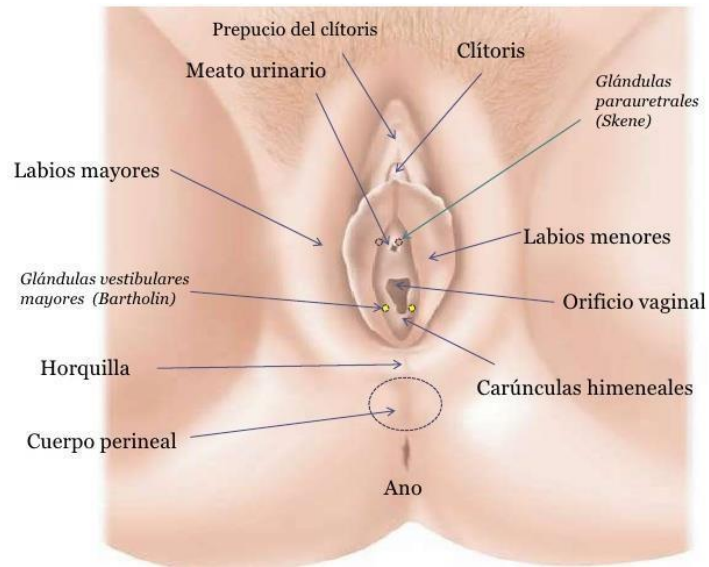


Figura 15. Anatomía genital externa femenina

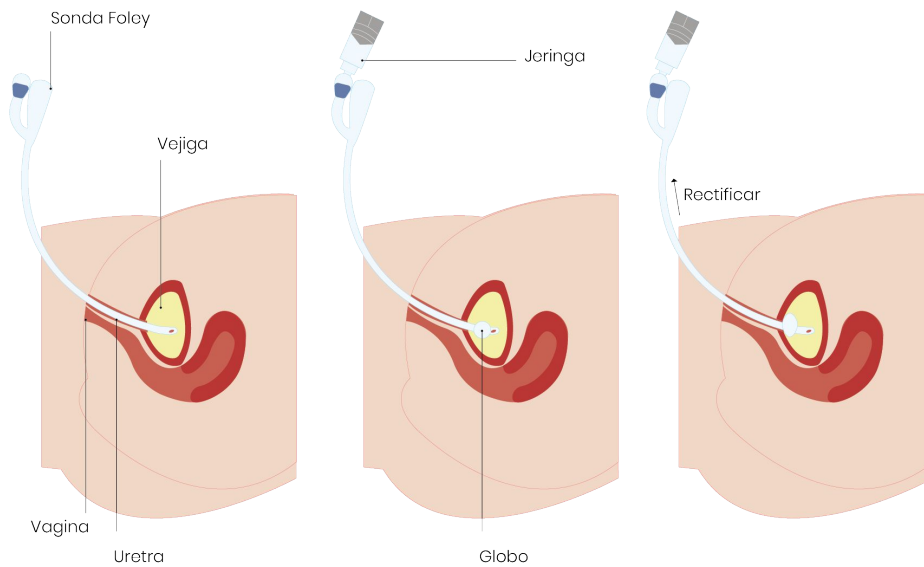


Figura 16. Representación gráfica de la colocación de sonda en anatomía femenina

Entonces, teniendo estos conocimientos adquiridos los estudiantes pueden llevar a cabo esta práctica en los simuladores disponibles en el Departamento de cirugía. A través de estos, como lo mencionamos anteriormente, pueden adquirir las habilidades y destrezas necesarias.



Figura 17. Simulador masculino para la práctica de Drenaje Vesical más reciente con el que cuenta el Departamento de Cirugía.

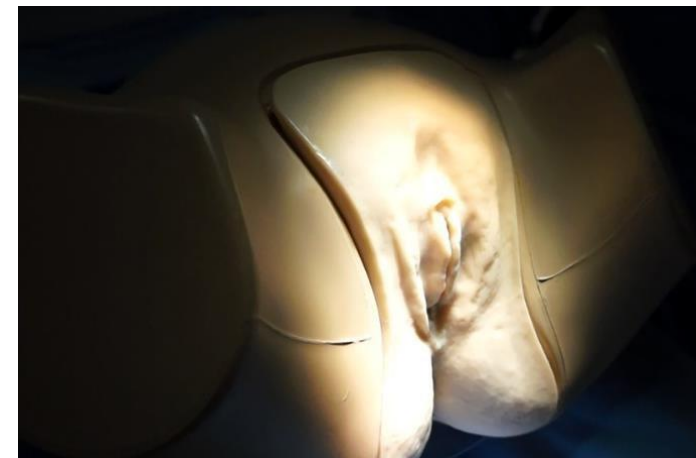


Figura 18. Simulador femenino para la práctica de Drenaje Vesical más reciente con que cuenta en Departamento de Cirugía.

1.2.1.4. ¿QUIÉN CERTIFICA AL ESTUDIANTE?

La observación directa de las habilidades quirúrgicas en el quirófano es el "estándar de oro" en términos de validez. La grabación de vídeo de las operaciones es útil para su posterior análisis y cuando se requiere una evaluación externa y se recomienda reforzar con la realimentación al estudiante.

El debate resultante, tanto públicos como dentro de la profesión, se ha centrado en la necesidad de una evaluación objetiva e independiente de la habilidad quirúrgica, y un interés significativo de investigación se ha desarrollado en esta área.

En el contexto internacional para evaluar el análisis de movimientos de manos se han utilizado dos instrumentos de evaluación del desempeño de habilidades quirúrgicas, Objective structured assessments of technical skills (OSATS) e Imperial College Surgical Assessment Device (ICSAD), estos dos métodos han mostrado relación significativa entre experiencia y desempeño: además de adecuada correlación para la evaluación en diversas tareas.

1.3. REFLEXIONES

De acuerdo a los datos que observamos, los simuladores no biológicos representan un área de gran oportunidad para el diseño industrial, sobretodo en México, ya que no existen proveedores nacionales de éstos artefactos y su uso para las prácticas mencionadas se vuelve imprescindible.

En el caso de las Universidades, éstas se ven obligadas a pagar altos costos por la compra e importación de simuladores extranjeros y de igual forma al momento de necesitar una pieza de refacción. En el peor de los casos, se compran un número reducido de simuladores los cuales terminan siendo insuficientes para la población estudiantil y finalmente después de cierto tiempo, éstos quedan inservibles al no poder conseguir las refacciones necesarias.

Por tal motivo, en el siguiente capítulo a partir de una matriz de diseño, analizamos el contexto, los usuarios involucrados y la secuencia de actividades para completar la práctica de Colocación de sonda de Drenaje Vesical e identificar las problemáticas y necesidades para proponer un diseño centrado en nuestros usuarios.

CAPÍTULO

2



2.1. MATRIZ DE DISEÑO

Comenzaremos por describir el contexto en el cual se llevará a cabo la práctica. Este es al interior de los Quirófanos de enseñanza del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dentro de los 2 Quirófanos de Enseñanza del Departamento de Cirugía, se ubican 6 Unidades Quirúrgicas donde se reparten los alumnos para realizar las prácticas. Dos grupos, de aproximadamente 30 alumnos, ingresan en el mismo horario a los Quirófanos por lo que se sugiere que a cada Unidad Quirúrgica le corresponda un equipo de 5 alumnos.

Las prácticas son supervisadas por el profesor encargado de cada grupo y, generalmente, un pasante de medicina. Sin embargo, para llevar a cabo la práctica, es requisito solicitar material en la Central de Equipos y Esterilización.

2.1.1. CONTEXTO

En la siguiente figura se puede observar la configuración espacial de los Quirófanos de Enseñanza 1 y 2.

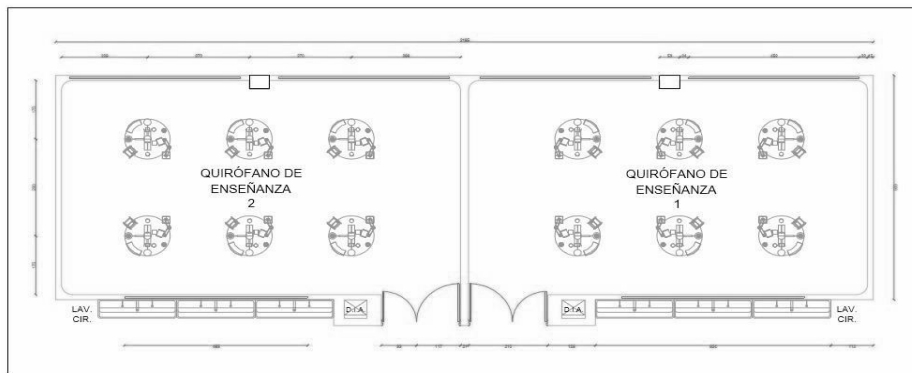


Figura 19. Planta del Quirófano 1 y 2 del Departamento de Cirugía y objetos utilizados.

2.1.1.1. Objetos utilizados

Los objetos utilizados durante la práctica se clasifican en mobiliario quirúrgico, equipo y accesorios.

El mobiliario quirúrgico se encuentra dentro los quirófanos y los objetos que se utilizan son:

Mesa de operaciones. Lugar dónde se coloca el simulador. Debe ser metálica, con un colchón cubierto con caucho regulable a diferentes alturas por un sistema hidráulico o mecánico que puede suministrar diferentes posiciones.

Mesa auxiliar o de riñón. Se usa para colocar la ropa, el material e instrumental que se requiere para el procedimiento quirúrgico y que no es de uso continuo durante la operación

Mesa de Pasteur. Tiene forma rectangular, está construida de acero inoxidable y se utiliza como recurso de apoyo para la enfermera circulante y el anestesiólogo

Mesa de Mayo. Es una mesa de altura variable, con una barra de soporte apoyada en una base. Posee un marco para una charola rectangular de acero inoxidable que se coloca arriba y en sentido transversal al paciente, a una altura conveniente del campo quirúrgico. Se emplea para colocar los instrumentos que serán de uso continuo durante la intervención.

Cubeta de patada. Es de acero inoxidable, lo que le brinda durabilidad y limpieza; se coloca sobre carretillas que facilitan su desplazamiento con el pie. En estas cubetas se depositan los materiales de desecho durante la intervención quirúrgica (fómites)

Tripié o trípode. Se usa para colgar las bolsas de plástico o frascos que contienen las soluciones que se administran al enfermo

Banco de altura. Sirve para apoyar un pie o elevar la altura de alguno de los integrantes del equipo quirúrgico.

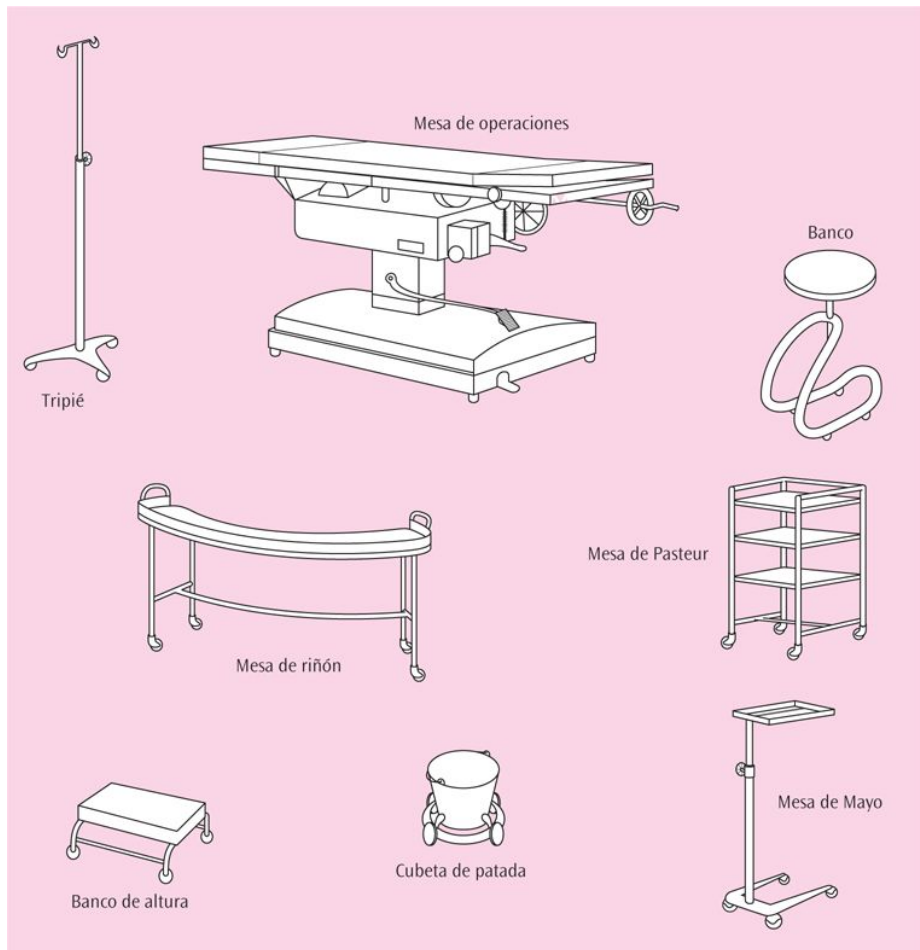


Figura 20. Ilustración gráfica del mobiliario quirúrgico.

El equipo es todo el material auxiliar que se requiere para completar la práctica satisfactoriamente y se compone por:

Simulador de Drenaje Vesical. Los simuladores permiten la introducción de la sonda a través del orificio uretral. El departamento cuenta con dos simuladores masculinos y dos simuladores femeninos

Instrumental quirúrgico. El instrumental quirúrgico deberá ser de acero inoxidable para ser resistente a la corrosión cuando se expone a sangre y líquidos corporales, soluciones de limpieza, esterilización y condiciones atmosféricas. Se clasifica en Instrumental de campo, instrumental de diéresis o corte, instrumental de hemostasia, instrumental de exposición o de separación, instrumental de disección, instrumental de síntesis o sutura e instrumental de oclusión.

Sonda Foley calibre 14 F o 16 F. Los catéteres o sonda Foley son tubos flexibles, generalmente de látex, que se utilizan en la cateterización urinaria con el propósito de drenar la orina. El tamaño de un catéter se describe usando la escala de Charrière (Ch) o escala francesa (F)

Jeringa Hipodérmica de 10 ml. La jeringa es un instrumento compuesto de un tubo con un émbolo para introducir líquidos en el organismo.

Gautes de nitrilo. Los gautes de nitrilo tienen el objetivo de asegurar la seguridad del operario y a su vez permitir realizar el trabajo con una muy alta precisión. Con los gautes de nitrilo el usuario queda protegido tanto del contacto directo de bacterias, virus o fluidos contaminados.

Jalea Lubrificante. La jalea lubricante aséptica está indicada para facilitar el cateterismo ya sea rectal, vaginal y uretral. Reduce al mínimo las molestias y evita dolor o daño al paciente.

2.1.2. USUARIOS

Delimitamos a 3 tipos de usuarios que realizan actividades dentro de los Quirófanos: Alumnos de Licenciatura, Profesores y Técnicos de la CEyE.

2.1.2.1. Alumnos

Características de la matrícula total de la Licenciatura de Médico Cirujano en el ciclo 2018-2019.

La matrícula escolar de Pregrado en el periodo 2018-2019, corresponde a un total de 8,594 alumnos. En cuanto al sexo, 5,488 (63.8%) son mujeres y 3,106 (36.2%) son hombres. La edad promedio es de 22 años. De los alumnos inscritos, 8,579 (99.8%) son de nacionalidad mexicana y sólo 15 (0.2%) alumnos son de origen extranjero. Tipo somático: Ectomorfo

AÑO	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
1	1,492	649	2,141
2	890	488	1,378
3	1,328	805	2,133
4	569	360	929
5	656	444	1,100
SS	553	360	913
Total	5,488	3,106	8,594

Tabla 2. Matrícula por sexo y ciclo escolar, periodo 2017-2018



Figura 21. Alumnos del Departamento de Cirugía

2.1.2.2. Docentes

La planta académica de la Facultad de Medicina está constituida por 4,220 nombramientos distribuidos de la siguiente manera: 3,393 profesores de asignatura, 174 ayudantes de profesor, 301 profesores de carrera, 5 investigadores, 342 técnicos académicos en docencia, 1 jubilado docente y 4 profesores eméritos. El 80% de ellos son hombres y el 20% restante son mujeres. Oscilan entre los 36 y 60 años. Tipo somático: Ectomorfo



Figura 22. Docente del Departamento de Cirugía

2.1.2.3. Técnicos de la CEyE

El 80% de ellos son mujeres y el 20% restante hombres. Oscilan entre los 36 y 60 años. Tipo somático: Ectomorfo



Figura 23 y 24. Técnicos del CEyE del Departamento de Cirugía.

2.1.3. SECUENCIA DE ACTIVIDADES
















2.1.3.1. Actividades previas a la práctica.

Antes de dar inicio a la práctica de Drenaje Vesical, un grupo de aproximadamente 30 estudiantes acompañados por el docente, ingresan a las instalaciones del Departamento de Cirugía donde deberán realizar una serie de actividades hasta llegar al quirófano donde se llevará a cabo la simulación de dicha práctica con simuladores masculino y femenino.



Figura 25. Diagrama de actividades previas a la práctica de Drenaje Vesical en simulador.

2.1.3.2. Práctica en simulador masculino

1	2	3	4	5
Colocar el simulador en la mesa de operaciones.	Humedecer genitales.	Lavado de genitales.	Enjuagar genitales.	Limpieza de Glante y Surco
				
6	7	8	9	10
Enjuagar genitales.	Secar el glante.	Cambio de guantes	Inflar el globo para verificar estado de la sonda	Desinflar el globo.
				
11	12	13	14	15
Sujetar el pene con una gasa y retraer prepucio. (si aplica)	Rectificar la uretra.	Lubricar sonda para facilitar el recorrido en la uretra. Usualmente se coloca el lubricante en el dorso de la mano.	Mantener el pene en ángulo recto con respecto al cuerpo e introducir toda la sonda. Para más detalle del proced. ir a la p.12	Inflar globo en la vejiga y jalar la sonda para rectificar su correcta colocación.
				

16

17

Conectar sonda a la bolsa colectora.

Fijar sonda en la pierna del paciente. (en este caso al simulador)



NOTA. Durante la práctica, el usuario siempre permanecerá al costado del simulador. Para revisar la secuencia de actividades detallando duración, equipo y mobiliario utilizado y participantes ir al Anexo B en la página 69.

2.1.3.3. Práctica en simulador femenino

1

2

3

4

5

Colocar el simulador en la mesa de operaciones.

Humedecer

Lavado de genitales

Realizar antisepsia

Limpieza de labios menores y mayores



6

7

8

9

10

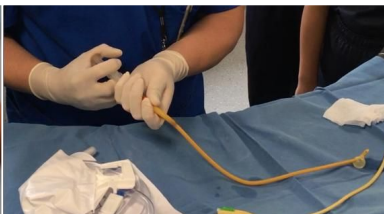
Enjuague

Cambio de guantes.

Inflar el globo para verificar estado de la sonda.

Desinflar el globo

Lubricar sonda para facilitar el recorrido en la uretra.



11

Identificar el meato uretral para no colocar la sonda en la vagina.

**12**

Introducir la sonda delicadamente aprox. 10 cm. Para más detalle del proced. ir a la p.13

**13**

Inflar globo en la vejiga y jalar la sonda para rectificar su correcta colocación.

**14**

Conectar sonda a bolsa conectora.

**15**

Fijar sonda en la pierna del paciente (en este caso al simulador).



NOTA. Durante la práctica, el usuario siempre permanecerá al costado del simulador. Para revisar la secuencia de actividades detallando duración, equipo y mobiliario utilizado y participantes ir al Anexo B en la página 74.

2.1.4. PROBLEMÁTICAS DETECTADAS

Por generación hay un promedio de 1100 alumnos. Para apoyar en las prácticas se cuenta con la siguiente cantidad de simuladores: 1 simulador de Venocclisis, 1 simuladores de Drenaje Vesical y 2 simuladores Nasogástricos

Por lo tanto:

- La escasez del equipo genera poca habilidad motora en los estudiantes para las operaciones de las prácticas
- Los simuladores son extranjeros, lo que dificulta la reposición de piezas dañadas.
- El desarrollo de destrezas sólo se puede hacer dentro del Departamento de Cirugía con la supervisión y aprobación de un instructor.
- Se complica que el instructor de prácticas evalúe correctamente cada operación de los alumnos.
- El autoaprendizaje no es explotado ya que se necesita una guía casi personalizada, evitando que el practicante tenga confusiones.
- Se dificulta la limpieza después de cada

2.1.4.1. Problemáticas de los simuladores

Al realizar la simulación de la práctica de Colocación de sonda que sugiere el Departamento de Cirugía, resaltan algunas dificultades o áreas de oportunidad para resolver el producto de apoyo didáctico:

- Las dimensiones fisiológicas no corresponden a la morfología del mexicano.
- En el simulador masculino no se contemplan aquellas características del genital de un ser humano, tal como el prepucio
- El área que realmente se ocupa es el sistema urinario y genitales, por los que las piernas están de más.



Figura 26. *Simulador de cateterismo masculino KOKEN, (izq.)*

Figura 27. *Simulador de cateterismo masculino NASCO (der.)*



Figura 28. *Simulador de cateterismo femenino KOKEN, (izq.)*

Figura 29. *Simulador de cateterismo femenino NASCO (der.)*

2.1.4.2. Problemáticas detectadas en la secuencia

Simulador masculino. El simulador KOKEN (Figura 26) no está diseñado para contener líquido que represente la orina por lo que al momento de conectar la sonda a la bolsa colectora no se obtendrá ningún tipo de fluido.

- La práctica no se puede llevar a cabo completamente ya que no hay contenedor para simular orina, por lo tanto no hay líquido que drenar.
- Lo que simula la uretra no puede separarse del simulador por lo tanto la única forma de limpiarlo es a chorro de agua.
- Los alumnos dejan para después la limpieza de los simuladores, el lubricante llega a endurecerse y al ser muy estrechos los conductos dificulta su limpieza, pueden obstruirse o quedar percutidos permanentemente.

En el Simulador NASCO (Figura 27) encontramos lo siguiente:

- El pene está muy rígido y no tiene ninguna movilidad.
- Para limpiar los restos del lubricante se necesita retirar la tapa con desarmador lo cual dificulta la limpieza en pocos minutos.

Simulador femenino. Respecto al Simulador Japonés (Figura 28), podemos referir que:

- En el modelo biológico la anatomía genital externa de la mujer cuenta con dos orificios (meato urinario y vagina) pero el simulador sólo cuenta con el Meato.
- El orificio que representa el meato urinario se está desgarrando provocando deformaciones y poca funcionalidad en la práctica. .

- Los alumnos dejan para después la limpieza de los simuladores, el lubricante llega a endurecerse y al ser muy estrechos los conductos dificulta su limpieza, pueden obstruirse o quedar percutidos permanentemente.

El Simulador Estadounidense (Figura 29) destacan los siguientes puntos:

- Los labios menores no pueden apartarse para dejar ver el clítoris, el meato urinario y el orificio vaginal.
- Para limpiar el simulador de los restos del lubricante se necesita retirar la tapa con desarmador lo cual dificulta la limpieza en pocos minutos.

Considerando las problemáticas anteriores es necesario diseñar un simulador que permita realizar el procedimiento de manera adecuada y que promueva la evolución de destrezas en los estudiantes de medicina.

2.1.5. OBJETIVO GENERAL

Diseñar simulador de Drenaje vesical masculino y femenino para estudiantes de pregrado de la Facultad de medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México que cursan las materias del área clínica en el Departamento de Cirugía; con el fin de desarrollar y mejorar habilidades y destrezas quirúrgicas antes de realizar el procedimiento en un paciente.

2.1.6. ANÁLISIS DE PRODUCTOS

Se realizó un análisis de los productos análogos y de inspiración que hay en el mercado con el objetivo de evaluarlos y rescatar los elementos útiles o descartar las problemáticas que presentan.

Dentro de los productos análogos se analizaron productos directos, es decir con la misma función, y productos indirectos, que tienen una función similar. Así como con los productos de inspiración se visualizan las aplicaciones que se realizaron en el diseño.

2.1.6.1. Análogos

OBJETOS DIRECTOS



Set de simulador de cateterismo
BÁSICO

El set de simulador de la marca 3b Scientific está conformado sólo por los elementos esenciales que se requieren para completar la práctica (genitales, uretra y vejiga) y cumplir con los objetivos de enseñanza; algo que podemos rescatar para el diseño. Sin embargo, en las uretras sobretodo la masculina no hay una representación real y acercada a la anatomía del ser humano por lo que el usuario no tiene complicaciones al introducir la sonda, cosa que no sucede en la práctica.

Precio \$24, 045.00MXN



Set de simulador de cateterismo
PRO

Algo rescatable del simulador de la marca 3b Scientific es su aspecto realista y la facilidad para intercambiar genitales. Sin embargo, al compartir un mismo cuerpo no se respetan las diferencias entre la anatomía femenina y masculina. Las uretras se representan mediante un tubo de silicón que no viene preformado con las características de cada sexo. Además no hay manera de reemplazar alguna de las piezas y será forzoso contactar al proveedor.

Precio \$34, 294.00MXN



Simulador de cateterismo
femenino

El simulador de la marca Koken es el más acertado en cuanto a un aspecto realista ya que los materiales se ven y se sienten de una buena calidad. Sin embargo, presenta el mismo problema que todos los anteriores; la abstracción de la uretra no es la adecuada. Además no hay manera de reemplazar alguna de las piezas y será forzoso contactar al proveedor para comprar refacciones.

Precio \$45, 287.00MXN



Simulador de cateterismo
masculino

Una ventaja del simulador marca Koken sobre el resto de simuladores es la ventana transparente que permite ver el trayecto de la sonda foley.

Además, es el único simulador que respeta la anatomía de la uretra. Sin embargo, todas las piezas están pegadas y no hay manera de desarmar el simulador por lo que hace casi imposible su limpieza y por lo tanto reduce su vida útil. Tampoco se puede simular orina con este modelo.

Descontinuado

OBJETOS INDIRECTOS



Prótesis de extremidad superior

La finalidad del guante cosmético de la marca Allende ortopedia es imitar la forma realista y tonalidad similar a la piel del usuario/paciente, por tal motivo nos interesaba conocer su proceso de producción pero sobre todo el procedimiento para combinar pigmentos. En el simulador aplicamos la técnica de mezclar distintos pigmentos para obtener un tono mucho más parecido a la piel mexicana ya que el pigmento color "piel" no se asemejaba al tono deseado.



Prótesis mamaria externa

Al contrario del guante cosmético, la prótesis de la marca Médica ortopedia no la seleccionamos por su aspecto si no por la consistencia suave y flexible del material y la sensación tersa al tacto, característica que necesitábamos replicar en la piel del simulador, usualmente este tipo de prótesis se producen en silicón de grado médico y nos resultó útil para seleccionar la dureza del silicón con el que vaciamos los genitales y el recubrimiento del cuerpo que simula la dermis en el simulador.

2.1.6.2. Inspiración

OBJETOS ANALIZADOS



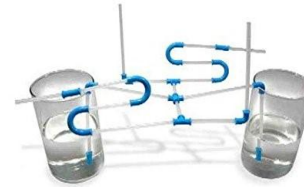
Juguete sexual Kingcock

El dildo de la marca Pipedream lo seleccionamos como producto de inspiración por tener un aspecto "ultra-realista" como lo llama la marca. Para el simulador se busca replicar el mismo proceso de producción: modelo esculpido a mano y vaciado en silicón.



Megablocks

A partir de los Megablocks de la marca Fisher Price se pretende retomar el armado de piezas que encajan unas con otras. En el simulador se busca que todas las piezas tengan un espacio designado y funcionen mediante el principio "macho-hembra"



Strawz

Los strawz de la marca NuOp Design funcionan como conectores de pajillas, en un inicio lo relacionamos con el parecido a la uretra pero al final este principio podría funcionar para conectar cada uno de los elementos con los que cuenta el simulador.



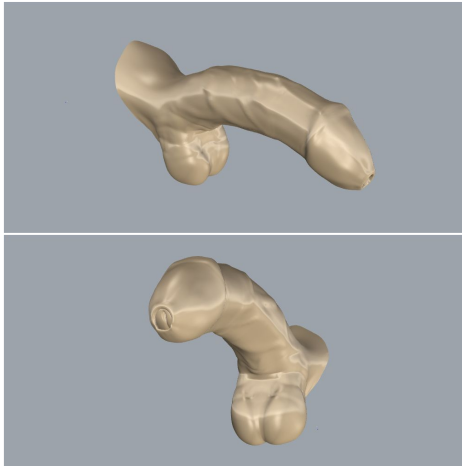
Botella "squeeze"

Las botellas tipo "squeeze" cuentan con una válvula de silicón que crea una barrera hermética que evita que el líquido del interior se derrame. Para el simulador se necesita crear una barrera muy similar para contener el agua que simulará la orina y sólo al momento que la sonda entre en la vejiga deje salir un poco de líquido.

Inspiración

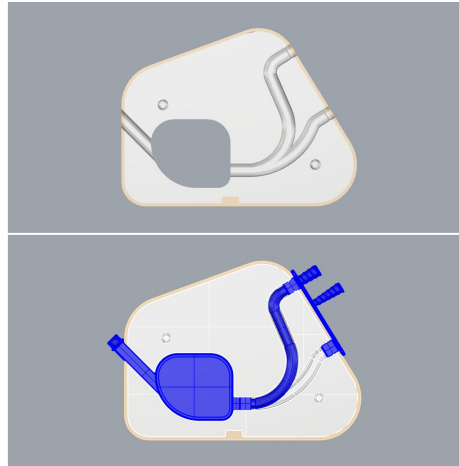
APLICACIÓN EN SIMULADOR

Juguete sexual Kingcock



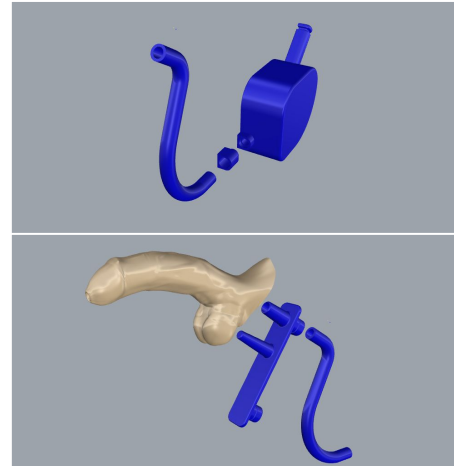
A partir de la impresión 3D de un modelado de genital masculino "ultra-realista" se tomaron moldes, se realizaron vaciados de silicón y conseguimos la apariencia del genital que estábamos buscando.

Megablocks



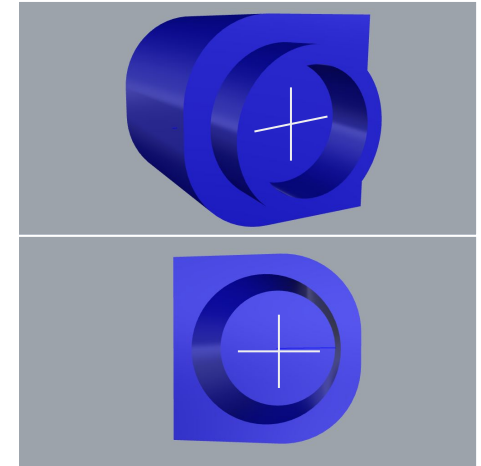
Los elementos internos (en color azul) ensamblan perfectamente en el cuerpo (en color gris). Además, las cavidades realizadas en el cuerpo funcionan de guía para los usuarios al momento del armado.

Strawz



Diseñamos conectores para unir todos los elementos internos entre sí y poder separarlos para facilitar la limpieza o el reemplazo de piezas.

Botella "squeeze"



Se diseñó una pieza de silicón con un corte en cruz para asegurar el hermetismo

2.1.7. REQUERIMIENTOS

	¿QUÉ?	¿PARA QUÉ?	¿CÓMO?
GENERALES	Diseñar simulador de Drenaje Vesical para el Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina.	Para solucionar la escasez a la que se enfrenta el recinto así como para que los alumnos practiquen la colocación de sonda de drenaje vesical y desarrollen las habilidades requeridas para minimizar los riesgos de lastimar al paciente.	Comprender los puntos críticos de la práctica, identificar las problemáticas de los simuladores actuales y entender las necesidades de nuestros usuarios.
	Diseñarlo de tal manera que sólo se ocupen los elementos necesarios para completar la práctica satisfactoriamente.	Para reducir el uso de materiales y bajar el costo de producción.	Considerar sólo elementos como genitales, uretra femenina, uretra masculina y vejiga. Dejar fuera elementos como cuerpo completo, piernas o torso que no son indispensables para la práctica. Considerar el proceso de producción de impresión 3D, manteniendo un relleno del 50% con un patrón tipo panal de abeja.
GENITALES	Simular los genitales externos femeninos: Labios menores, labios mayores, meato urinario, pliegues inguinales, vagina y pubis.	Para reconocer la disposición anatómica y la correcta limpieza de los genitales antes de introducir la sonda.	Realizar una réplica de la anatomía, cuidando dimensiones, textura, color y forma. Opciones: modelado por computadora o realizar un modelo esculpido a mano.
	Simular los genitales externos masculinos: Pubis, pliegues inguinales, pene, escroto, glande, surco balanoprepucial, meato y prepucio.	Para reconocer la disposición anatómica y la correcta limpieza de los genitales antes de introducir la sonda.	Realizar una réplica de la anatomía, cuidando dimensiones, textura, color y forma. Opciones: modelado por computadora o realizar un modelo esculpido a mano.
SOPORTE	Representación de la dermis	Para sensibilizar la interacción del usuario con los genitales.	Utilizar materiales como silicón o PCV y simular textura con vinipiel, color con pigmentos, espesor adecuado y rigidez.
	Un elemento que refiera la disposición del aparato genitourinario.	Para mantener todos los elementos integrados: genitales, conducto uretral y vejiga.	Considerando bajos relieves o desbastes para restringir la ubicación de los elementos.

	¿QUÉ?	¿PARA QUÉ?	¿CÓMO?
INTERIOR	Simular función de la vejiga. (Contenedor hermético)	Para contener el líquido que simulará la orina y no se derrame.	Generar un barrera en el contenedor con silicon, PVC o látex que no permita la salida del agua.
	Contener máximo 500 ml de líquido en la vejiga	Además de simular la orina será muy importante que el usuario obtenga líquido a través de la sonda ya que es un indicador que ha llegado a la vejiga.	Retomando los elementos de productos analizados como el uso de bolsa de suero para suministrar el líquido a la vejiga.
	Representar el conducto uretral masculino y femenino. Ver Figura 13 y 16 en las páginas 13 y 14.	Simular el recorrido de la sonda Foley dentro del paciente	Mediante un tubo de silicon o PVC con las siguientes características: 20 cm de longitud en hombres. 8-10 cm de longitud en mujeres. 5 mm de diámetro de la uretra Considerar diámetro de las curvaturas para no obstaculizar el paso de la sonda.

2.2. PROCESO DE DISEÑO

2.2.1. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

2.2.1.1. Bocetos y Modelos

Como alternativas de diseño, se propone que los Simuladores tanto masculino como femenino compartan el mismo soporte con una sólo vejiga y contar con genitales y uretra de cada sexo por separado que se ensamblen en dicho soporte. De esta manera cumplimos con el requerimiento de reducción de material ya que aprovechamos los elementos que tienen en común ambos sexos.

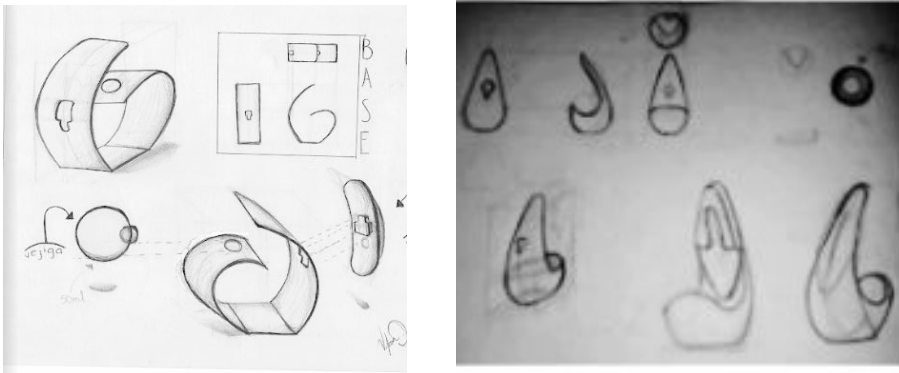


Figura 30. Boceto de Alternativa 1.

Figura 31. Boceto de Alternativa 2. Ambas para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical.

La figura 30 propone un soporte metálico rolado y troquelado en la que se ubica la vejiga, en la parte posterior, y el genital en la parte anterior siendo unidas estas últimas dos piezas (materializadas en silicón) por medio del conducto uretral que pende entre una y otra.

En la figura 31, el soporte tiene más trabajo en la parte estética. Se propone en un polímero rotomoldeado de forma alargada que retoma la curva de esta parte del cuerpo femenino en posición decúbito supino y comunica que el genital debiese ser colocado en una posición establecida, la vejiga estaría contenida dentro de la parte posterior del soporte plástico.

Las siguientes Alternativas muestran una idea más completa acerca de los componentes que se requieren para tener un producto eficiente para el procedimiento de Drenaje Vesical.

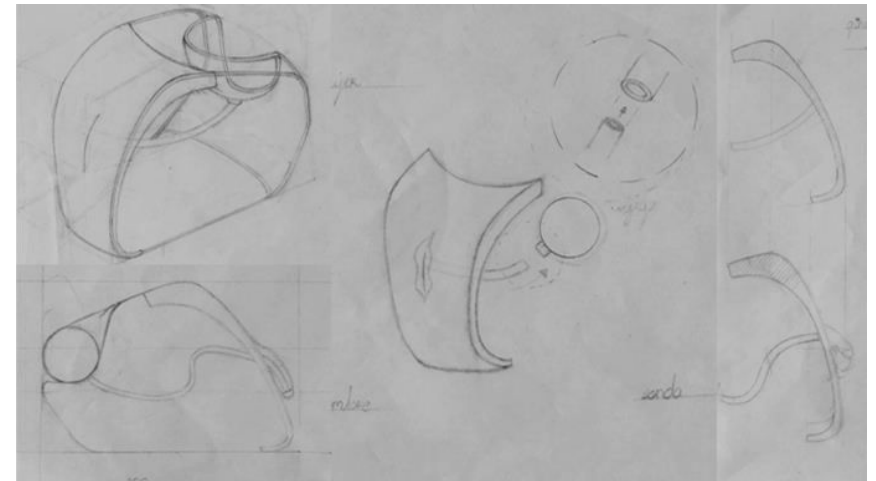


Figura 32. Boceto de Alternativa 3 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical

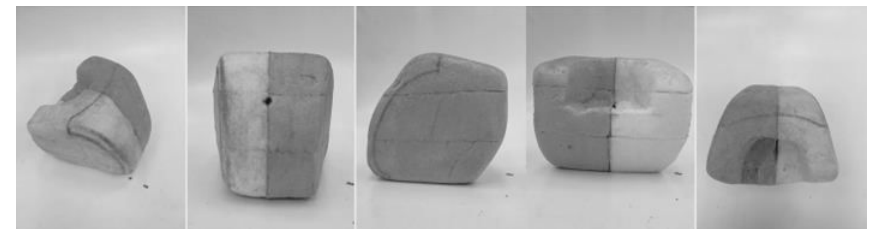


Figura 33. Modelo de Alternativa 3 en espuma de poliuretano. Escala 1:1

En la alternativa 3 (Ver figura 32 y 33) se propone un soporte transparente donde se pueda visualizar hacia el interior, su forma adopta la inclinación que sugiere la posición decúbito supino de la persona al realizar el procedimiento. Dicho soporte sería producido por rotomoldeo, ya que se pretende un interior hueco para que el conducto uretral se disponga dentro de éste y que la vejiga descansa en el bajo relieve de la parte posterior. Los genitales, producidos en silicón, se conectan en la perforación ubicada en la parte frontal del soporte.

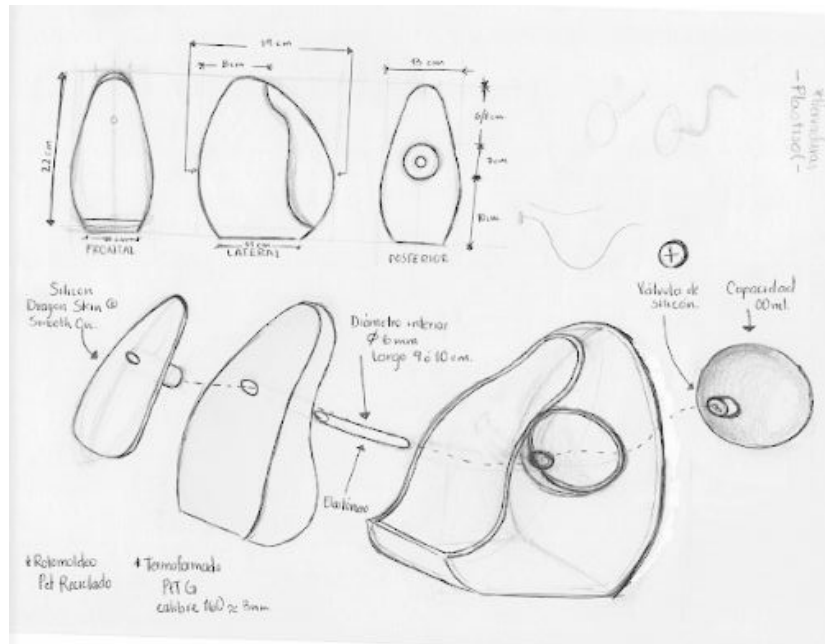


Figura 34. Boceto de Alternativa 4 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical.

En la Alternativa 4 (Ver figura 34) se visualiza el interior, su forma refiere la inclinación de 60° que sugiere la posición decúbito supino. Se consideran 6 piezas conectadas entre sí: 1. Genital (vaciado en silicón), 2. Soporte para genital (PET rotomoldeado), 3. Conducto Uretral (manguera de PVC), 4. Base envolvente (PET rotomoldeado), 5. Esfínter (válvula de silicón) y 6. Vejiga (vaciado en silicón).

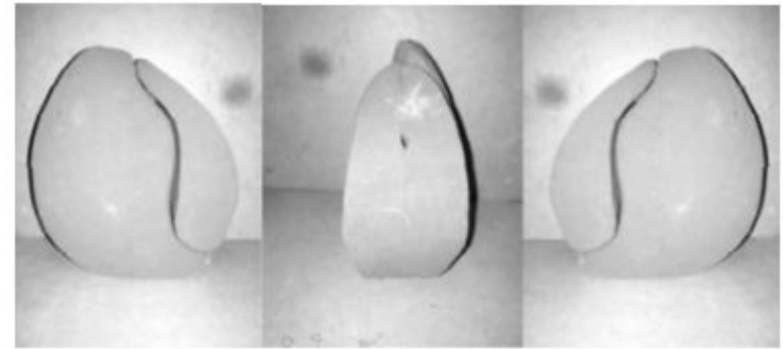


Figura 35. Modelo de Alternativa 4 en espuma de poliuretano. Escala 1:1



Figura 36. Modelos de Alternativas 3 y 4 en espuma de poliuretano con pasta automotiva para proceso de Termoformado. Escala 1:1

A partir de los bocetos se realizaron modelados en espuma para realizar un primer prototipo termoformado, tal como se muestra en las figuras 35 y 36. Se tomó en consideración el proceso para obtener el soporte del simulador, así como aprovechar el proceso de manufactura para ubicar espacialmente la vejiga y los conductos uretrales brindando así la forma teóricamente sugerida para los últimos.

En esta propuesta, tomándola como Alternativa 5, se tienen en consideración 8 piezas: 1. Genital (vaciado en silicón), 2. y 3. Soporte con conductos uretrales y vejiga (PET G termoformado), 4. Esfínter masculino (válvula de silicón), 5. Esfínter femenino (válvula de silicón), 6. y 7. Imán de Neodimio (para unir Envolvertes), 8. Tapón de silicón (para evitar que la "orina" se derrame).

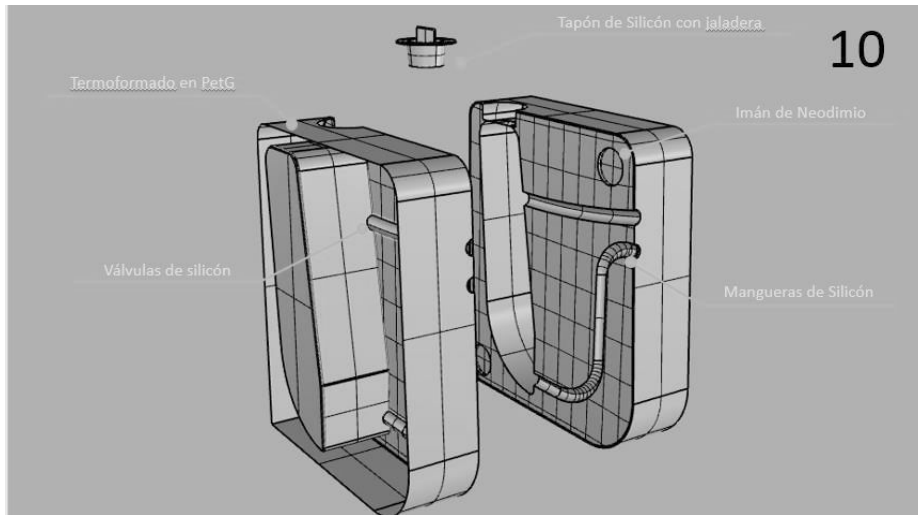


Figura 37. Vista explosiva de la Alternativa 5 donde se muestran sus elementos. Modelado en CAD.

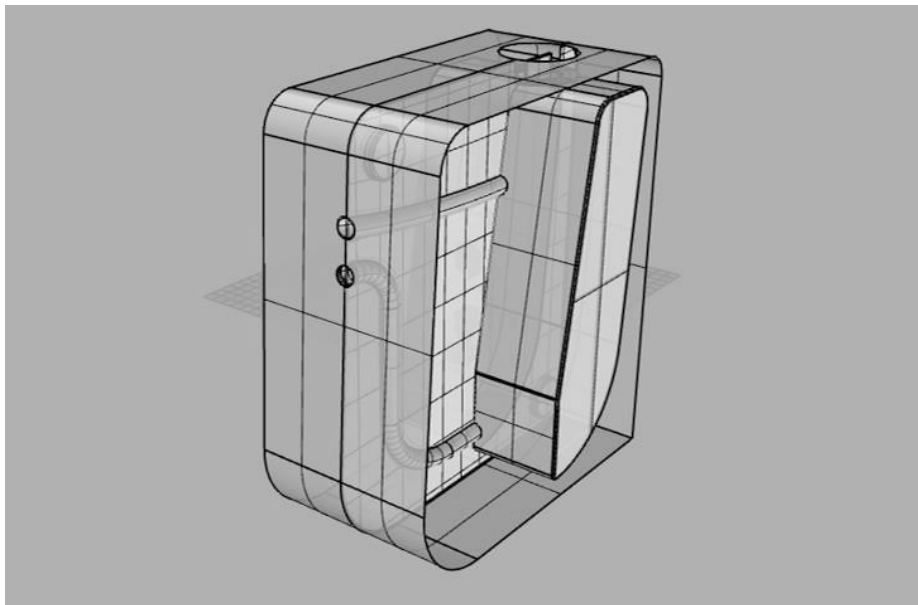


Figura 38. Modelado en CAD de Alternativa 5

Para evaluar esta alternativa, fue necesario hacer el modelo en escala 1:1. Por ello, se realiza un maquinado del molde para la realización del termoformado en este caso de estireno ya que el costo es más bajo que el del PETG y nos permite un acercamiento para evaluarlo.



Figura 39. Modelos de MDF 15mm con Router de Control Numérico. Escala 1:1



Figura 40. Termoformado con estireno calibre 80. Escala 1:1

2.2.2. DESARROLLO Y ESTUDIO DE LA SIMULACIÓN



Figura 41. Simulación del procedimiento en prototipo rápido.

Como parte de la evaluación del diseño, durante la materia de Seminario de titulación de la carrera de Diseño Industrial se realizó la simulación de actividades para el procedimiento de drenaje vesical. Estas se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del Laboratorio de Ergonomía de la Facultad de Estudios Superiores Aragón

Tomando el percentil 5° femenino y 95° masculino se hace un estudio del procedimiento donde destacaron los siguientes puntos:

- La altura de la superficie recomendada para que se realice el procedimiento es de 898 - 1040 mm para percentil 5° femenino y de 973 - 1121 mm para percentil 95° masculino.
- La forma de los conductos uretrales se asemejan a la anatomía humana y al ser una envoltura transparente, los usuarios tienen completa visión de su intervención.
- Se requiere un material que permita la adherencia o evite el derrape del simulador sobre la superficie.

Con el análisis de la simulación y otras simulaciones posteriores, se concluyó que el material y el proceso propuestos inicialmente no eran adecuados para el diseño.

El proceso de termoformado en Pet G no brindaba la estructura necesaria al cuerpo y por lo tanto la vida útil del simulador iba a ser corta, por tal motivo necesitábamos proponer un material con mayor rigidez y estructura que soporte la presión ejercida por los usuarios al colocar la sonda. Además de que contábamos con varios elementos que necesitaban unirse con exacta precisión y el termoformado hasta ese momento no brindaba la precisión requerida.

Investigamos nuevos procesos y materiales que se adaptaran a las necesidades del Departamento de Cirugía y debido a que recientemente habían adquirido una impresora 3D para realizar prototipos rápidos, trabajamos sobre un rediseño basado en impresión 3D el cual nos brindaba un sinfín de posibilidades.

La propuesta consistía en obtener la precisión requerida para ambas uretras y vejiga mediante la impresión de moldes. Posteriormente se realizaría un vaciado en resina de poliuretano, la cual cumplía con las características que estábamos buscando.

En las figuras 42 y 43, se muestran las piezas que conforman los moldes para la envoltura del simulador.

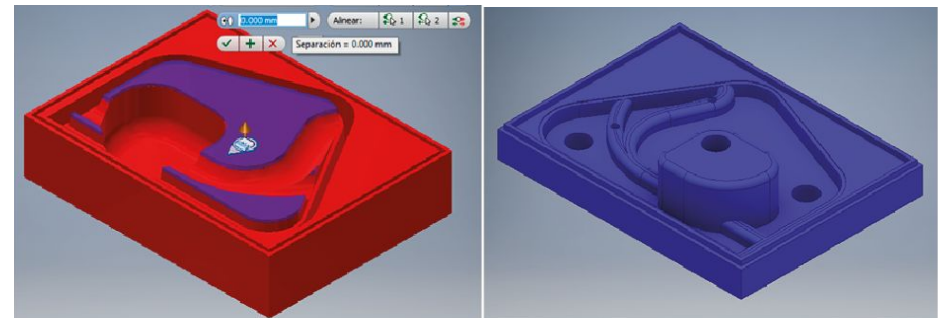


Figura 42. Parte superior del molde (der.)

Figura 43. Parte inferior del molde (izq)

Así mismo se realizaron modelados 3D con el resultado del vaciado para ensamblar todas las piezas del simulador y analizar el nuevo diseño.

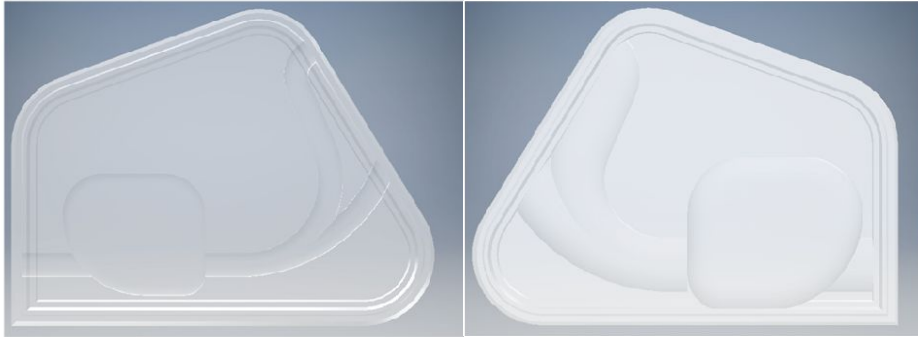


Figura 44. (der) Vista frontal: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" del simulador de drenaje vesical.

Figura 45. (izq) Vista posterior: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" del simulador de drenaje vesical.

Con esta propuesta se buscaba que el Departamento de Cirugía pudiera producir los simuladores requeridos sin necesidad de proveedores, ya que tanto archivos 3D como moldes estarían disponibles en cualquier momento que el Departamento los necesitara así como para seguir reproduciendo más simuladores.

Al reproducir las piezas en resina se cumpliría con lo observado en el estudio de la simulación:

- Permeabilidad visual (transparencia)
- Mantener la forma orgánica de los conductos uretrales y vejiga.
- Mayor estructura



Figura 46. Vista isométrica: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" y "Envolvente 2" del simulador de drenaje vesical en material translúcido (silicón).

Sin embargo, posterior al análisis de la propuesta de producción, se concluyó que el tiempo y el material requeridos para la impresión 3D de los moldes podría aprovecharse para imprimir las envolventes y facilitar aún más la producción a los médicos del Departamento. De esta manera se ahorran el proceso de vaciado, disminuye el costo en materiales y la producción de un simulador completo se obtiene en sólo una semana.

A partir de esta nueva propuesta, se realizaron una serie de pruebas de impresión con filamento transparente donde se pretendía seguir manteniendo permeabilidad visual en las envolventes 1 y 2. Sin embargo, la calidad del material dificultó la producción de las piezas y a pesar de ajustar varias veces los parámetros de impresión no se completó la impresión de ninguna de ellas. Se determinó que el filamento transparente de la única marca que existe por ahora en México no es compatible con el modelo de impresora del Departamento o cuenta con defectos de fábrica.



Figura 47. Impresión 3D a escala 1:2 de la pieza "Envolvente 2" en PLA transparente

Por tal motivo, se decidió que la producción de estas piezas se realizaría en filamento PLA Premium Color Plus con el que ya se habían realizado pruebas anteriormente y que presentó viabilidad por tiempos y calidad final del producto.

A continuación, se muestran las visualizaciones de lo que sería el último acercamiento al diseño final de nuestra propuesta. En ella, se proponían ventanas en los conductos uretrales para mantener la permeabilidad visual.



Figura 48 y 49. Visualización de Modelado 3D en isométrico de las piezas "Envolvente 1 y 2"

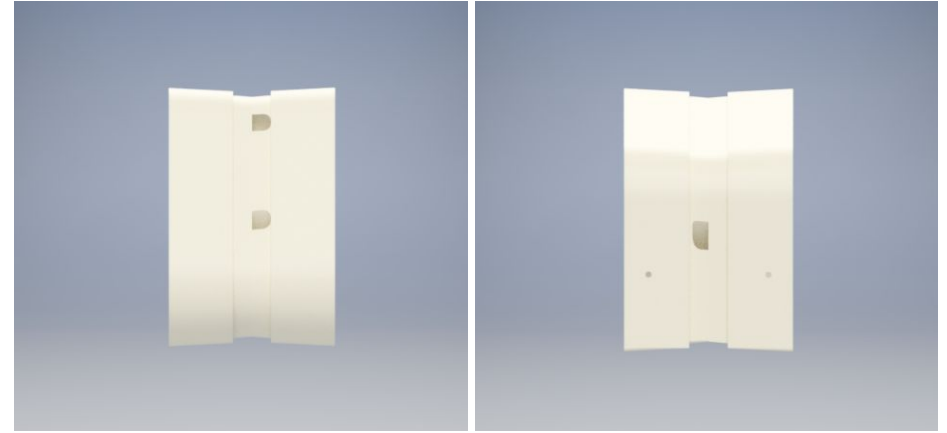


Figura 50. (der.) Visualización de Modelado 3D en vista frontal de las piezas "Envolvente 1 y 2" ensambladas.

Figura 51. (izq.) Visualización de Modelado 3D en vista posterior de las piezas "Envolvente 1 y 2" ensambladas.

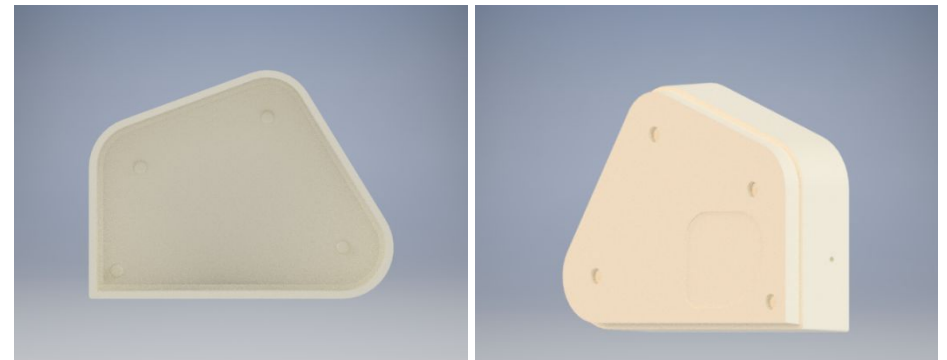


Figura 52. (der.) Visualización de Modelado 3D en vista lateral.

Figura 53. (izq.) Visualización de Modelado 3D en isométrico de la pieza "Envolvente 1".

2.3. REFLEXIONES

Tras el proceso de evaluación de diversos tipos de materiales y fabricación se decidió que el material ideal para este tipo de simuladores era el filamento PLA o ácido poliláctico ya que no emite gases nocivos al momento de su impresión en comparación a otros filamentos y además es un material natural y por lo tanto biodegradable. Sin embargo, la ventaja principal al seleccionar este material es que se aprovecha la disposición de la impresora 3D para fabricar el simulador dentro de las instalaciones del Departamento de Cirugía, donde tanto médicos como estudiantes pueden controlar su producción y mantenimiento. La limpieza del PLA es práctica y, al tener piezas intercambiables, los usuarios tendrán mayor flexibilidad de hacer el reemplazo de piezas correspondientes en caso de que alguna de éstas se vea averiada.

CAPÍTULO



3.1. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO

3.1.1. CONCEPTO DE DISEÑO

Sistema de simulación para reforzar el aprendizaje de los estudiantes de medicina del Departamento de Cirugía y practicar antes de realizar el procedimiento quirúrgico de Colocación de Sonda de Drenaje Vesical en mujeres y hombres adultos así como facilitar la evaluación del profesor sobre el desempeño de la práctica.

El simulador es una abstracción del sistema genitourinario, genitales y ángulos de la posición ginecológica decúbito supino más no una réplica del cuerpo humano, motivo por el cual sólo se representan los elementos necesarios: vejiga, orina, uretra y genitales.

3.2. EXPOSICIÓN DEL PROYECTO

3.2.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA

El simulador de drenaje vesical se compone de tres áreas: **Soporte**, **Interior** y **Genitales**. Cada uno con componentes más complejos que en conjunto permiten su buen funcionamiento.

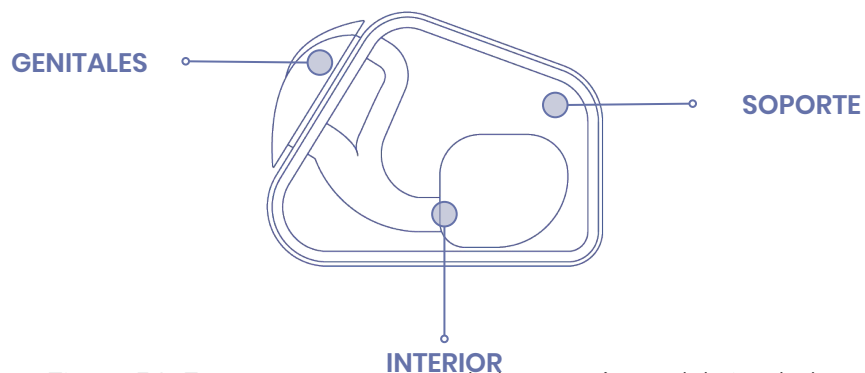


Figura 54. Esquema representando las tres áreas del simulador.

3.2.1.1. Soporte

El **Soporte** funciona como el cuerpo del artefacto. Se conforma de **cuerpo derecho** y **cuerpo izquierdo** que al ensamblarse mediante registros y **niveladores** siguen el principio de simetría axial. Adicionalmente, los cuerpos están recubiertos con una **banda de silicón**, el cual se fabrica aparte mediante un vaciado para posteriormente unirlo y simular la epidermis. Ver figura 55.



Figura 55. Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman el soporte

El **cuerpo derecho** tiene tres formas en bajo relieve visibles en su superficie: cavidad para vejiga, conducto uretral masculino y conducto uretral femenino (Ver figura 56); donde ensamblan los elementos del Interior detallados más adelante.

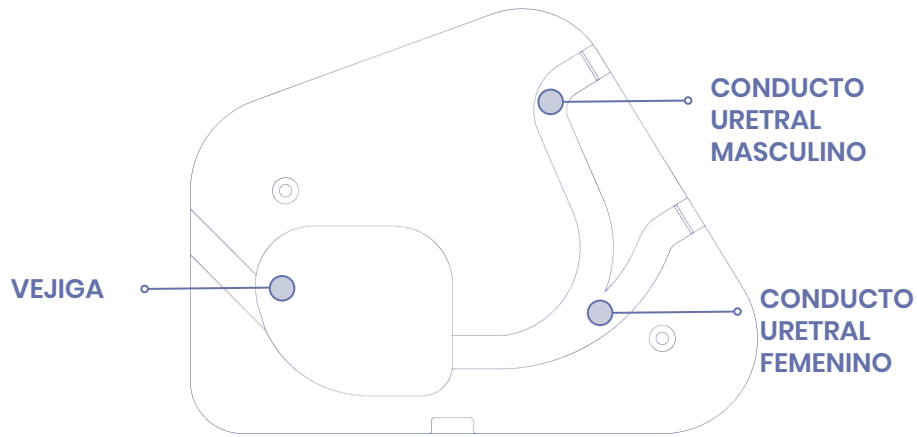


Figura 56. Vista frontal del cuerpo izquierdo

La forma es una abstracción del cuerpo humano al colocarse en decúbito supino, posición ginecológica que adopta al someterse al procedimiento de colocación de sonda de drenaje vesical. Se respetaron cuidadosamente dimensiones, ángulos y ejes de simetría.

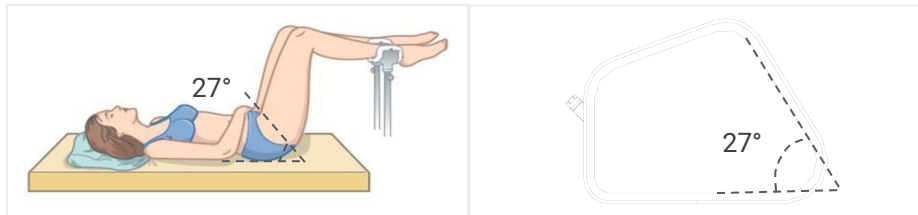


Figura 57. Comparación de imagen en posición ginecológica con vista lateral izquierda del simulador armado con genital femenino.

El **cuerpo izquierdo** cuenta con un desbaste de 3mm con la forma del contorno de la vejiga, de tal manera que al ensamblarse encajen todas las piezas perfectamente. Ver figura 58

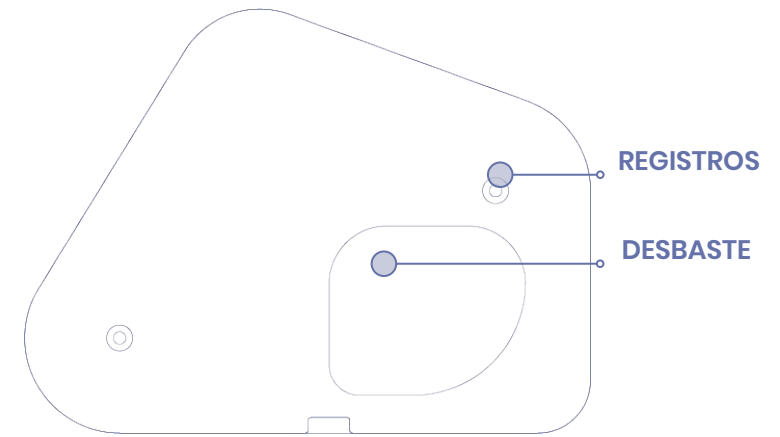


Figura 58. Vista frontal del cuerpo derecho

El proceso de producción de ambas piezas es por fabricación digital en filamento biodegradable PLA (Ácido Poliláctico) y vaciado de silicón para el recubrimiento.

Cabe mencionar que para las piezas impresas se ajustaron los parámetros de impresión del patrón y porcentaje de relleno con el objetivo de brindar resistencia a las piezas y disminuir la cantidad de material utilizado. Se propone un porcentaje de 40-50% de relleno con un patrón de panal de abeja.

3.2.1.2. Interior

El Interior se conforma de **vejiga, tapa para vejiga, conector con válvula, uretra femenina y uretra masculina**. Las uretras son intercambiables y la vejiga cuenta con un sólo conector por lo que no podrán estar conectadas al mismo tiempo. En la figura 59 y 60 se muestra el ensamble interno masculino y femenino.

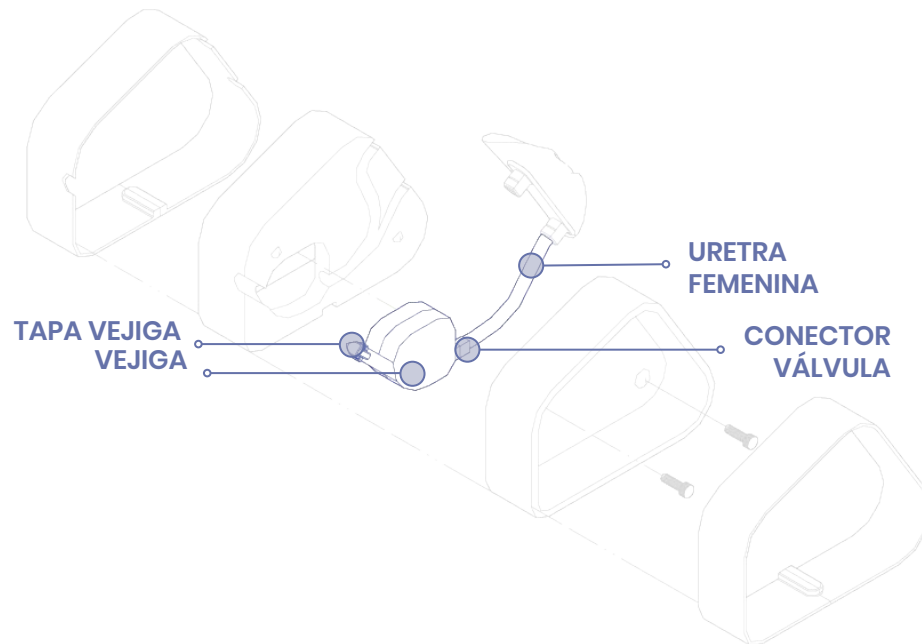


Figura 59. Explosiva del simulador destacando piezas que conforman el interior femenino

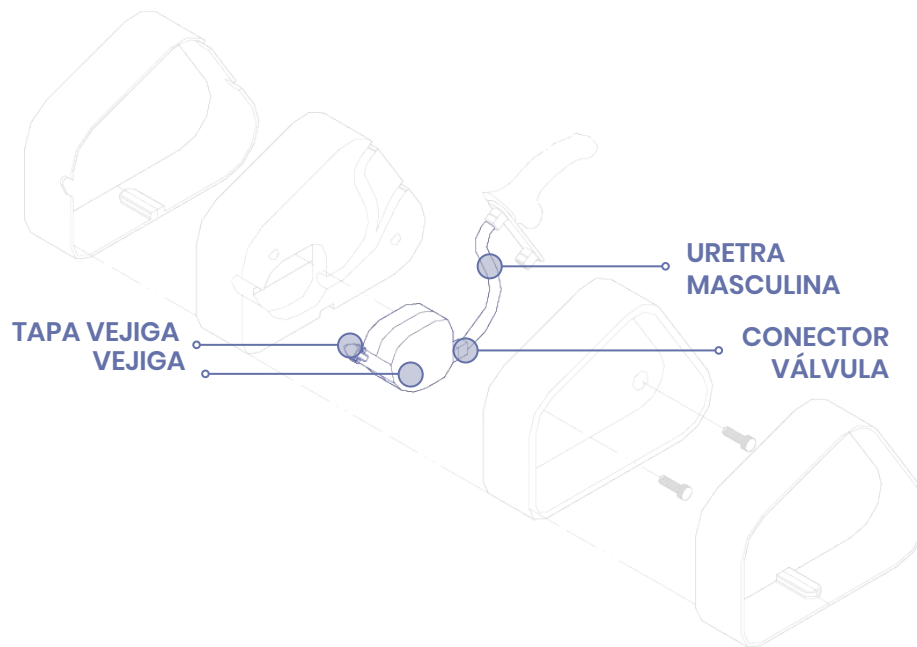


Figura 60. Explosiva del simulador destacando piezas que conforman el interior masculino

La **vejiga** funge como contenedor del líquido que simulará la orina. Para abastecer el líquido a la vejiga se diseñó una entrada estándar que permite conectar un equipo de venoclisis el cual se conecta a una solución de cloruro de sodio y administra el líquido a la vejiga. Forzosamente en un inicio se necesitará de una botella que pueda conectarse al equipo de venoclisis, en este caso una botella con solución de cloruro de sodio, sin embargo, una vez que se agote la solución el envase podrá rellenarse con agua y usarse por el resto de su vida útil. El proceso de producción de la vejiga es mediante fabricación digital en filamento biodegradable PLA.

La **tapa para la vejiga** evita el derrame de líquidos. Se coloca en el conducto por donde se administra el suero y se cierra una vez que el simulador ha dejado de usarse. Se produce mediante fabricación digital en filamento PLA flexible.

El **conector con válvula** se coloca en la vejiga y se adhiere mediante pegamento de cianoacrilato y su función es permitir el paso de la sonda y a su vez no dejar escapar el líquido. Para esta pieza aprovechamos las cualidades del silicón el cual tiene la suficiente flexibilidad para permitir el paso de la sonda sin ejercer demasiada fuerza y una vez que ésta se encuentra en la vejiga ser hermética. Su fabricación es mediante un vaciado de silicón a través de un molde impreso en filamento PLA y una vez desmoldada la pieza, se realiza un corte en cruz al centro del diámetro para permitir el paso de la sonda.

Finalmente, la **uretra** tanto femenina como masculina son de tubo de silicón prefabricado lo suficientemente flexible para tomar la forma de los conductos uretrales diseñados. Se buscó un tubo de silicón que tuviera el diámetro interno y longitud con similares a la anatomía del cuerpo humano. En la figura 61 y 62 mostramos la unión de todos los elementos del interior.

3.2.1.3. Genitales

Se diseñaron **genitales masculino y femenino** de silicón ambos con un conector de filamento PLA que permite la unión con los elementos internos. Los **conectores** quedan ahogados en el silicón al momento de realizar el vaciado y ensamblan mediante el principio "macho-hembra" en las cavidades que forman los conductos uretrales.

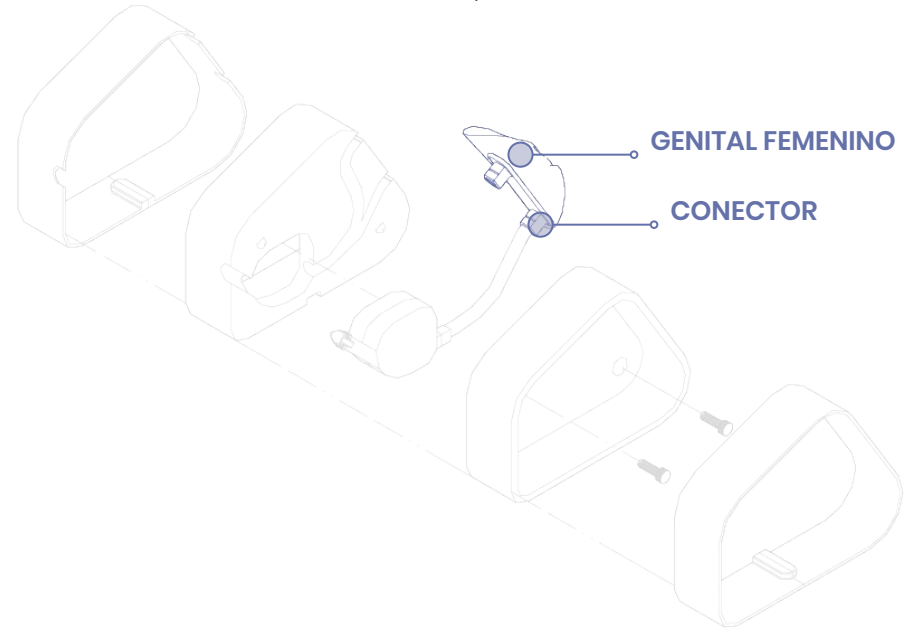


Figura 63. Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman los genitales femeninos

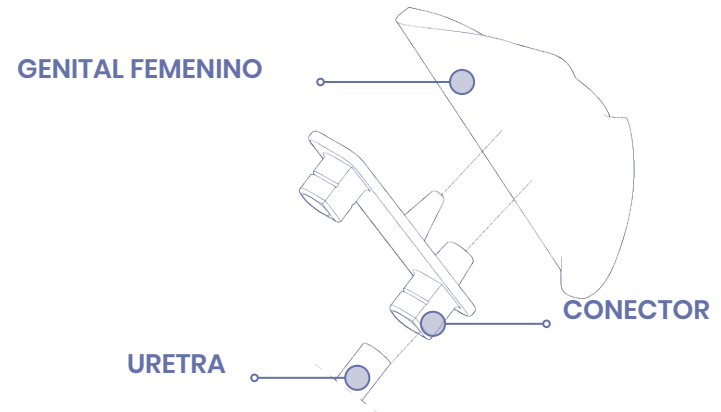


Figura 64. Ensamble del conector con el genital femenino

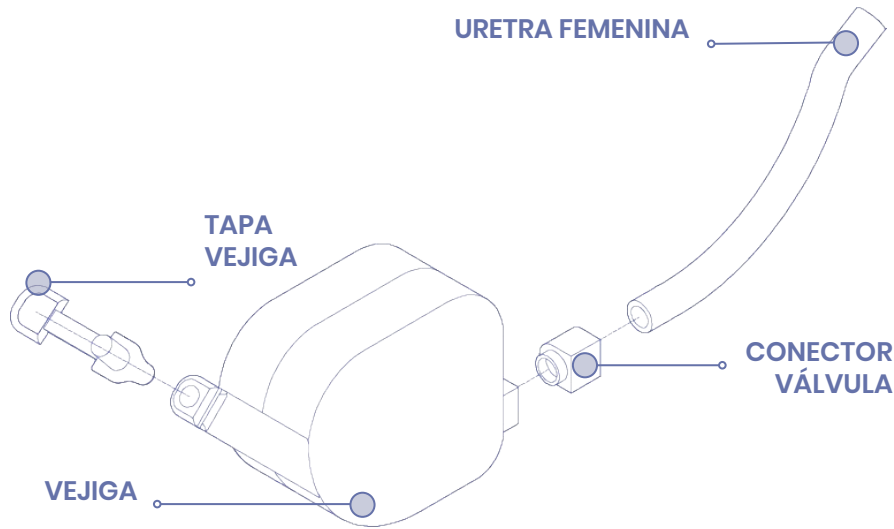


Figura 61. Ensamble de las piezas que conforman el interior femenino

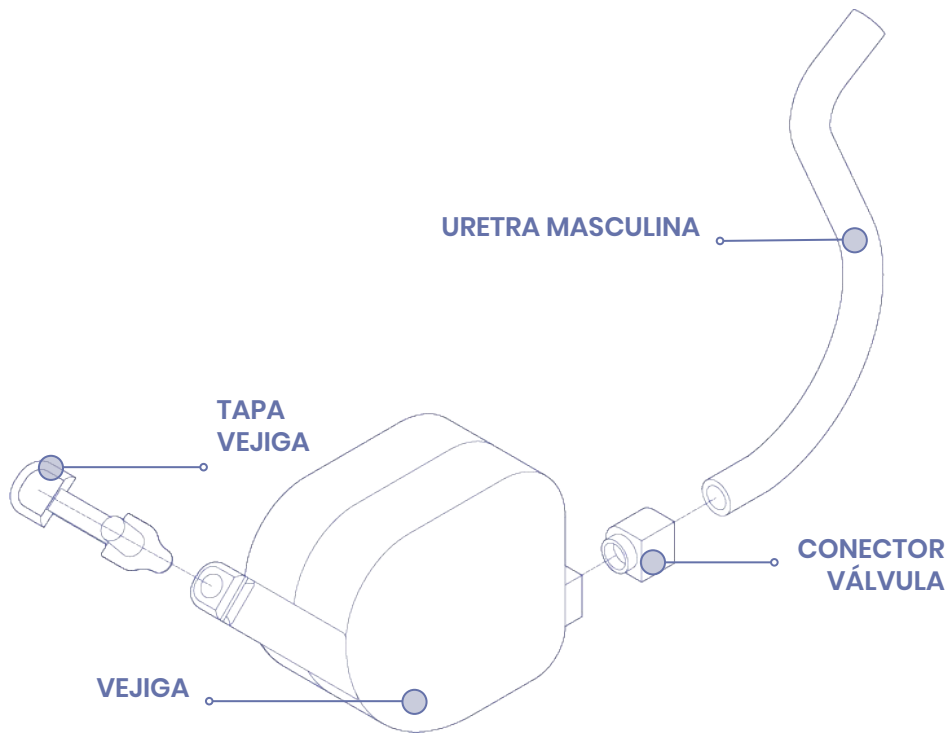


Figura 62. Ensamble de las piezas que conforman el interior femenino

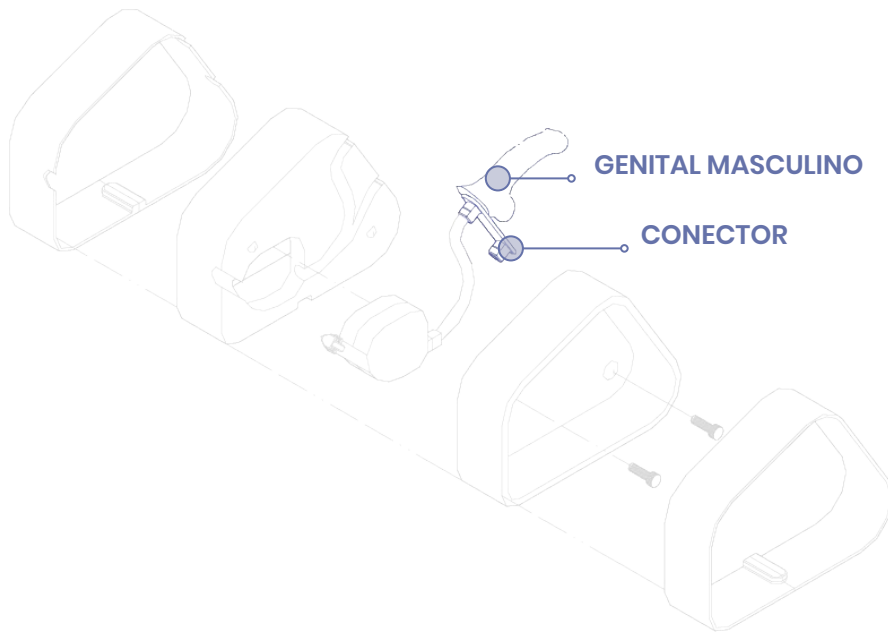


Figura 65. Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman los genitales masculinos

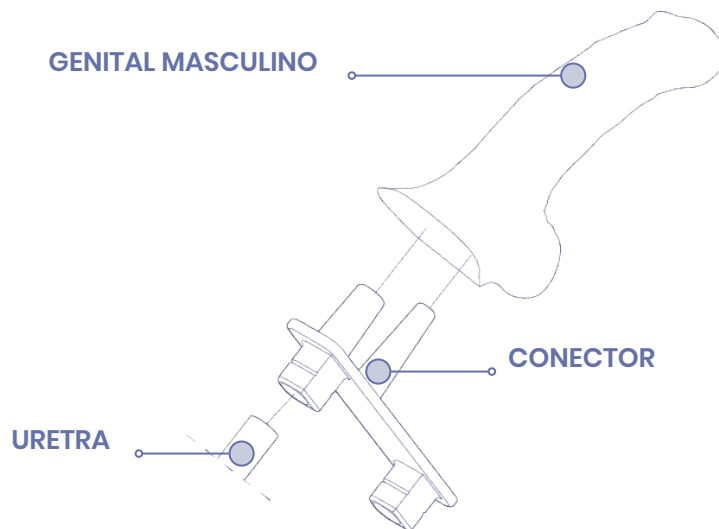


Figura 66. Ensamble del conector con el genital masculino

Una vez descritos cada uno de los elementos que conforman el simulador se presenta una tabla a manera de resumen detallando el componente, material con el que se creó y proceso de fabricación. Además de un instructivo de armado del simulador masculino y femenino.

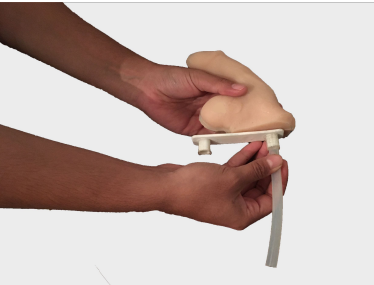
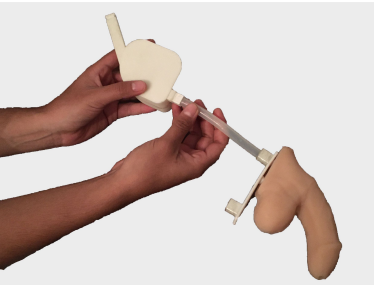





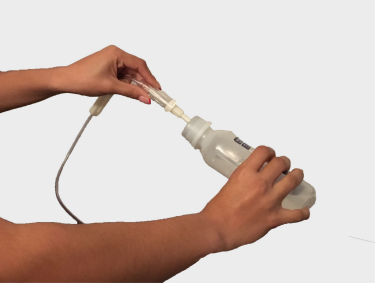


COMPONENTE	MATERIAL	PROCESO
Cuerpo derecho	Filamento PLA	Impresión 3D
Cuerpo izquierdo	Filamento PLA	Impresión 3D
Niveladores	Acero y nylon	Prefabricado
Banda de silicón	Silicón	Vaciado
Vejiga	Filamento PLA	Impresión 3D
Tapa para vejiga	PLA flexible	Impresión 3D
Conector con válvula	Silicón	Vaciado
Uretra femenina	Silicón	Prefabricado
Uretra masculina	Silicón	Prefabricado
Genital femenino	Silicón	Vaciado
Genital masculino	Silicón	Vaciado
Conector femenino	Filamento PLA	Impresión 3D
Conector masculino	Filamento PLA	Impresión 3D

Tabla 3. Tabla de componentes del simulador, material y proceso de fabricación.

3.2.2. SECUENCIA DE ARMADO

Para poder llevar a cabo la práctica de drenaje vesical, se debe realizar un armado adecuado del simulador. De este modo, presentamos la secuencia de armado del simulador como paso previo a su utilización en la práctica. Adicionalmente, se realizó un Instructivo de armado en versión imprimible para que alumnos y maestros lo tengan disponible al momento de la práctica y asegurarse que cada elemento se encuentra en el lugar adecuado (ver Anexo C en la página 78). Los elementos necesarios son: Simulador de Drenaje Vesical, equipo de venoclisis y botella con solución de cloruro de sodio o agua.

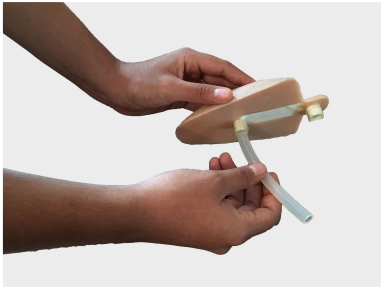
3.2.2.1. Simulador masculino

1	2	3	4	5
Coloca la uretra en el conector del genital.	Conecta la vejiga al otro extremo de la uretra.	Inserta los elementos internos en el cuerpo izquierdo (cuerpo con cavidades).	Asegurate que todos los elementos hayan quedado bien conectados entre sí y que embonen en el cuerpo.	Coloca el cuerpo derecho para cerrar el simulador..
				
6	7	8	9	10
Asegúrate que el cuerpo ensamble perfectamente.	Cierra el simulador con los niveladores. Insértalos en los dos orificios	Conecta el equipo de venoclisis a una botella con solución de cloruro de sodio o agua.	Coloca la botella en un tripié. Asegúrate que la botella esté por encima de la altura del simulador.	Conecta el equipo de venoclisis a la vejiga.
				

3.2.2.2. Simulador femenino

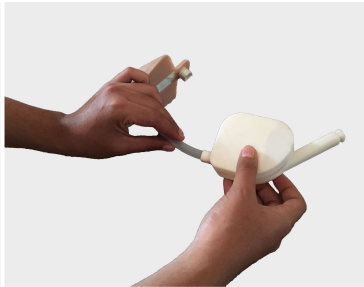
1

Coloca la uretra en el conector del genital.



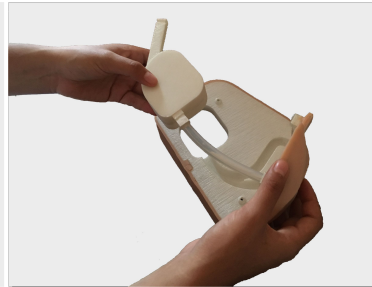
2

Conecta la vejiga al otro extremo de la uretra.



3

Inserta los elementos internos en el cuerpo izquierdo (cuerpo con cavidades).



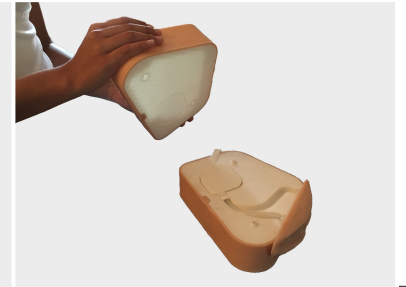
4

Asegurate que todos los elementos hayan quedado bien conectados entre sí y que embonen en el cuerpo.



5

Coloca el cuerpo derecho para cerrar el simulador..



6

Asegúrate que el cuerpo ensamble perfectamente.



7

Cierra el simulador con los niveladores. Insértalos en los dos orificios



8

Conecta el equipo de venoclisis a una botella con solución de cloruro de sodio o agua.



9

Coloca la botella en un tripié. Asegúrate que la botella esté por encima de la altura del simulador.



10

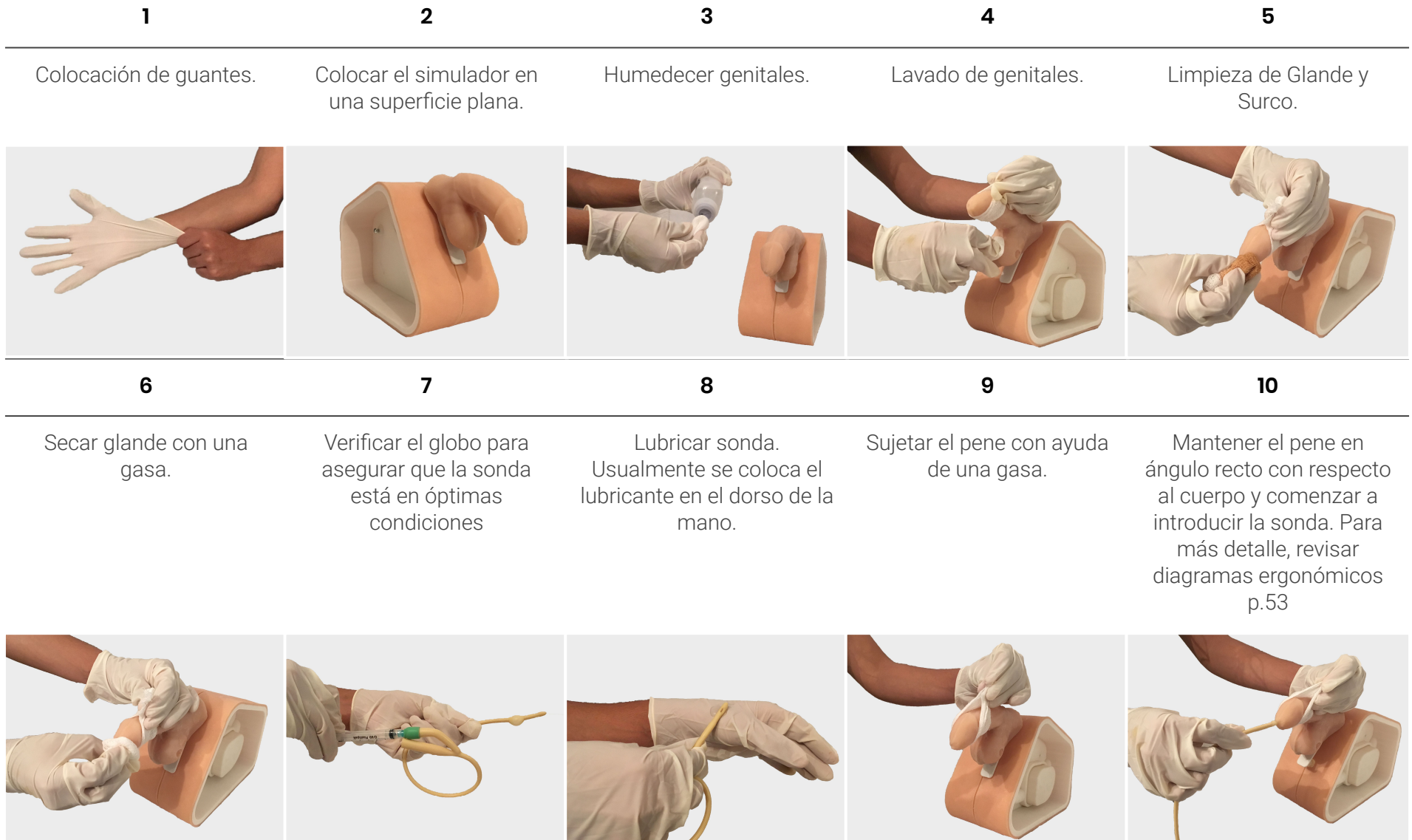
Conecta el equipo de venoclisis a la vejiga.



3.2.3. DIAGRAMAS DE USO

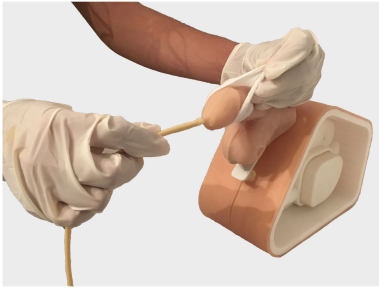
En los siguientes diagramas hacemos referencia en la Secuencia de actividades presentada en el Capítulo 2, donde se sigue cada uno de los pasos recomendados para llevar la práctica de drenaje vesical tanto en el Simulador masculino como en el Simulador femenino. Durante la práctica, el usuario siempre permanecerá, al costado del simulador.

3.2.3.1. Simulador masculino



11

Continuar introduciendo hasta sentir una presión para romper la barrera del trígono, en este caso la válvula de silicón. Para más detalle, ver diagramas ergonómicos p.54



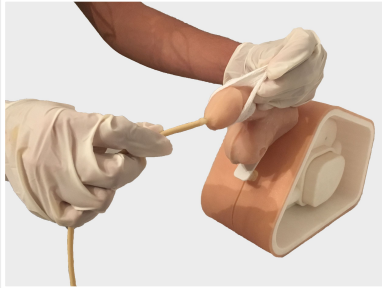
12

Introducir aprox. 24 cm de sonda para asegurarnos que ha llegado a la vejiga.



13

Inflar el globo y jalar para rectificar la colocación de la sonda. Para más detalle, ver diagramas ergonómicos p.54



3.2.3.2. Simulador femenino

1

Colocación de guantes.



2

Colocar el simulador en una superficie plana. El simulador ya tiene la posición ginecológica, decúbito supino



3

Humedecer genitales.



4

Lavar genitales.



5

Realizar antisepsia.



6

Limpeza de labios menores y mayores



11

7

Enjuague



12

8

Verificar el globo para asegurar que la sonda está en óptimas condiciones



9

Lubricar sonda. Usualmente se coloca el lubricante en el dorso de la mano.



10

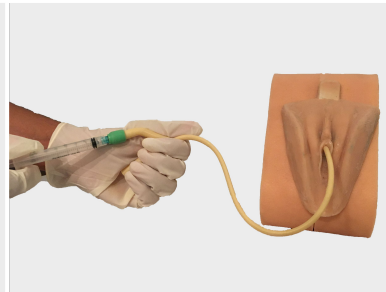
Identificar el meato urinario, ubicado entre el clítoris y la vagina. Para más detalle, ver diagramas ergonómicos p.52



Introducir delicadamente 10 cm de sonda para asegurarnos que ha llegado a la vejiga.



Inflar el globo y jalar para rectificar la colocación de la sonda. Para más detalle, ver diagramas ergonómicos p.54



3.3 ERGONOMÍA

Se utilizan los percentiles 5° y 95° de hombres y mujeres mexicanos de entre 18 y 24 años de edad para interactuar con el Simulador de Drenaje Vesical. En las figuras presentadas se puede ver una comparación entre los dos percentiles así como la relación con los puntos críticos dentro de la secuencia de actividades que permitirán concluir la práctica satisfactoriamente.

3.3.1. DIAGRAMAS ERGONÓMICOS

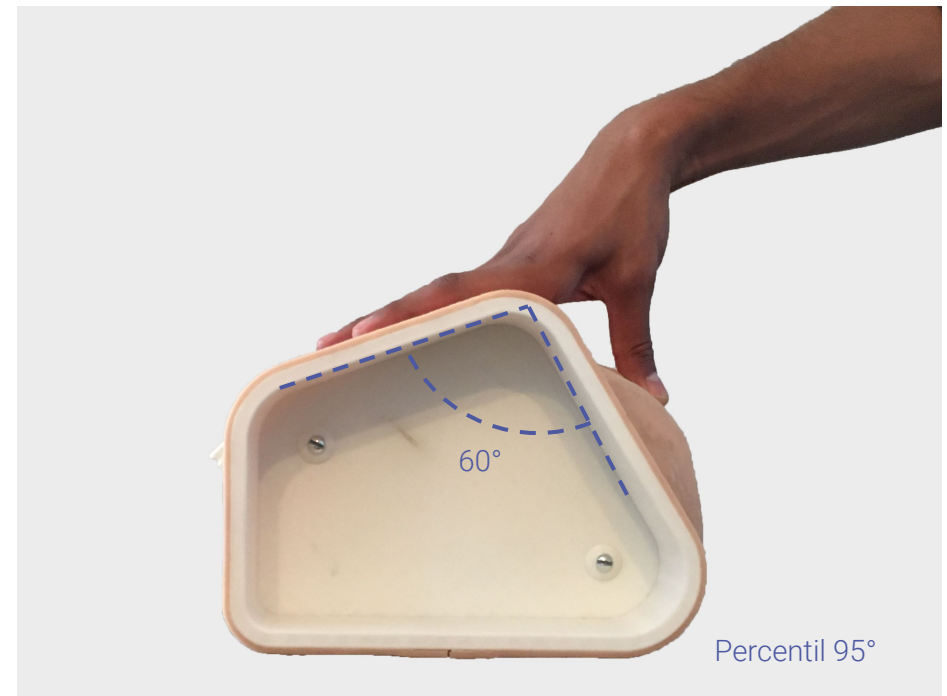
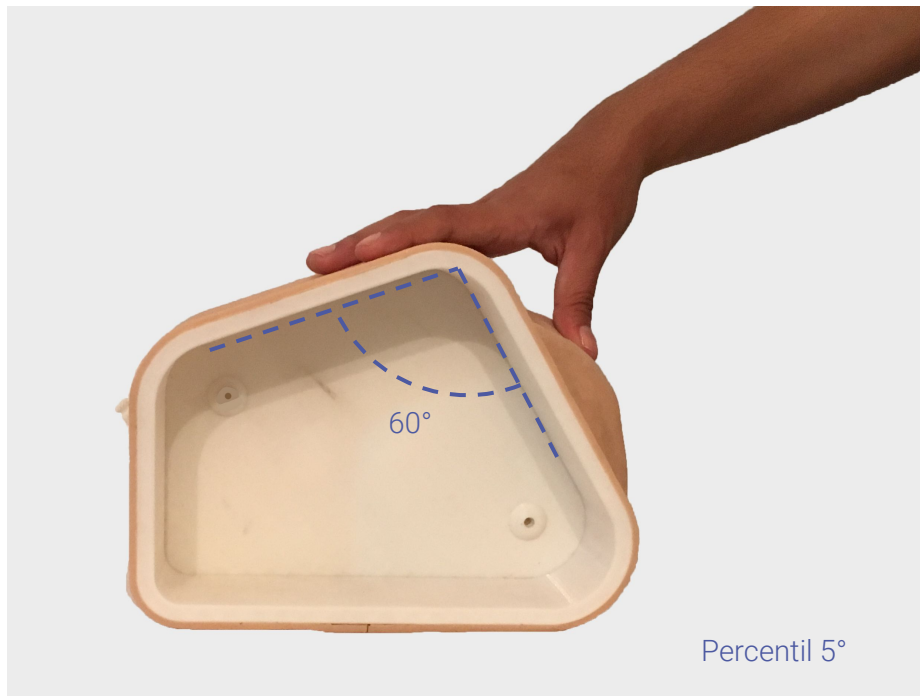


Figura 67 y 68. Vista lateral izq. del simulador evidenciando el ángulo que adopta el dedo índice del percentil 5° y 95° para sujetarlo y evitar que se deslice sobre la superficie.

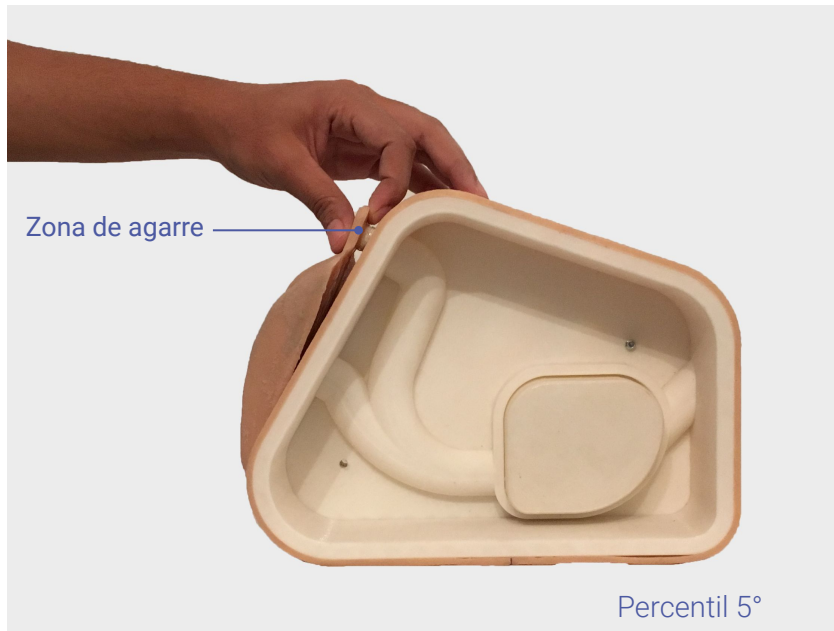


Figura 69 y 70. Vista lateral del simulador evidenciando el elemento de agarre que tiene el usuario para extraer el genital.

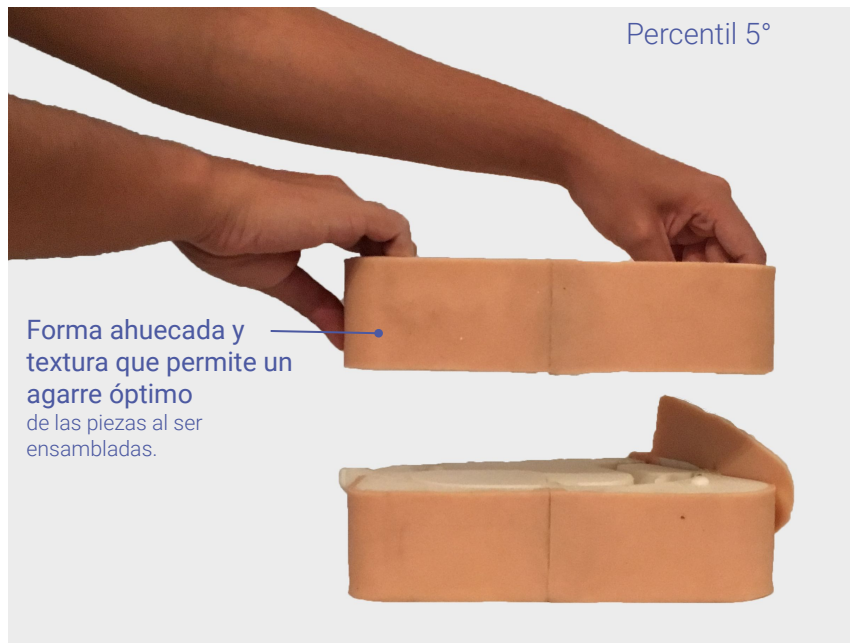


Figura 71 y 72. Vista inferior del simulador al momento del armado.

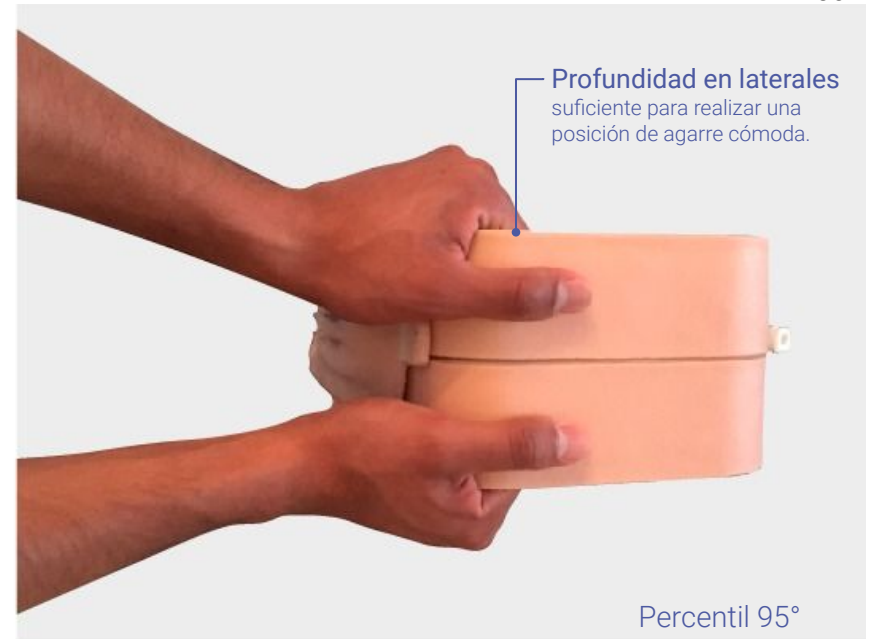


Figura 73 y 74. Vista Superior del simulador evidenciando el agarre a través de las muescas de los laterales para transportarlo.

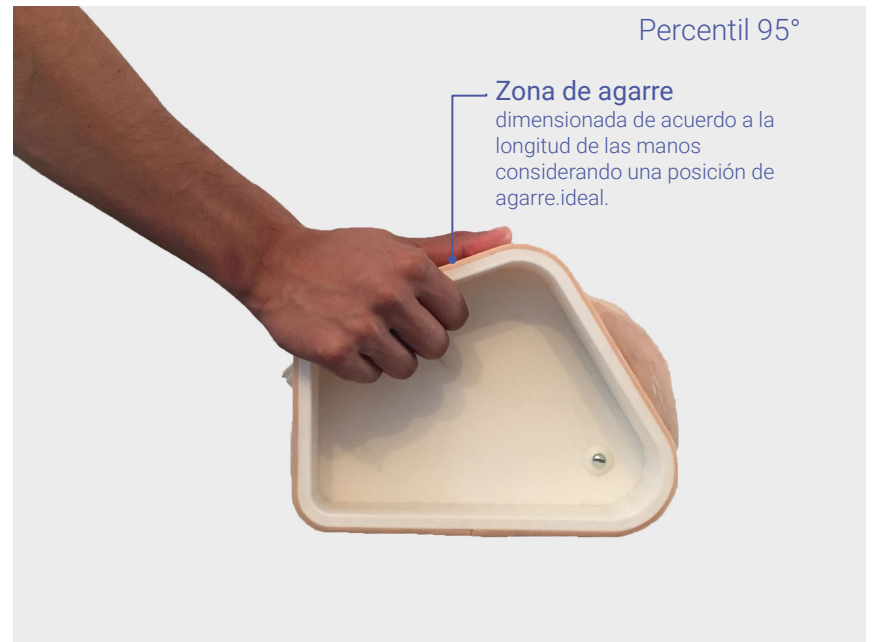


Figura 75 y 76. Vista lateral del simulador evidenciando el agarre a través de las muescas y detalle de la textura de la piel la cual facilita transportar el simulador.

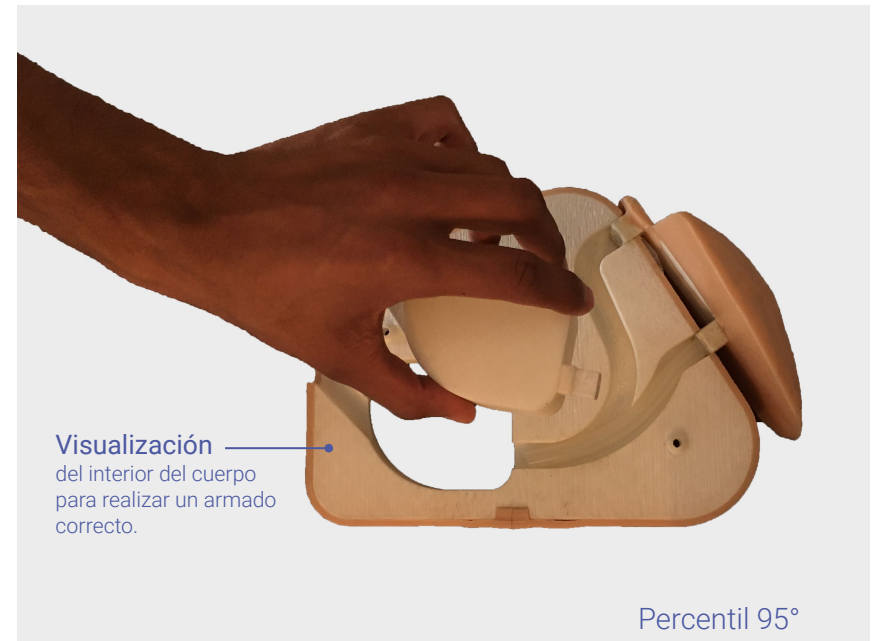
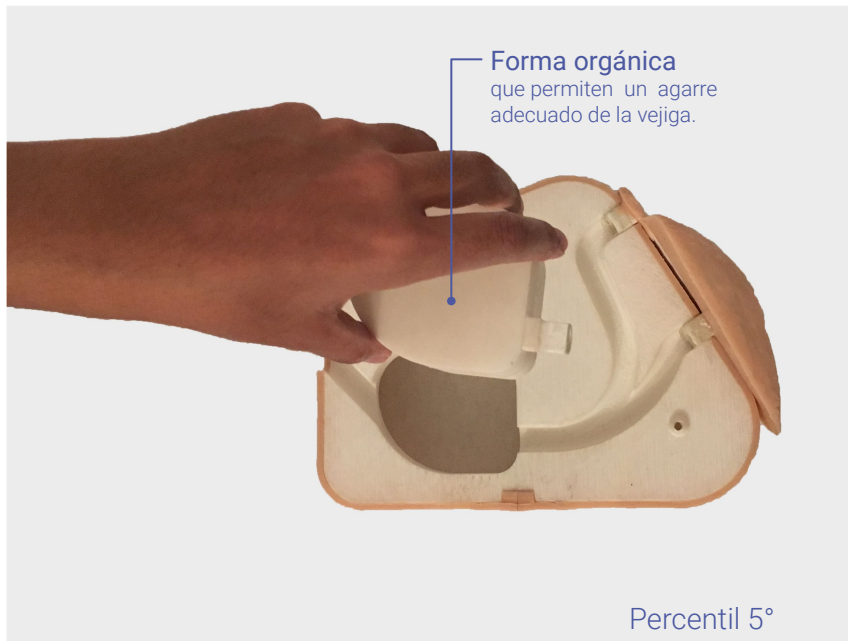


Figura 77 y 78. Vista superior del simulador. La forma de la vejiga permite un agarre adecuado y una ubicación correcta en el cuerpo.

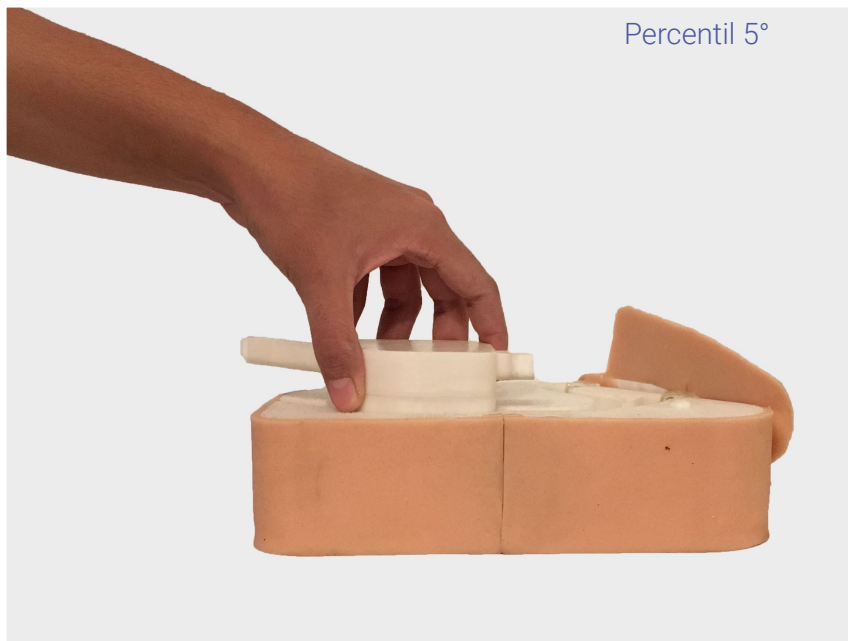


Figura 79 y 80. Vista inferior del simulador mostrando el armado por ensamble tipo "rompecabezas".

Separar los labios menores para identificar el meato urinario forma parte de la secuencia de uso en simulador femenino, paso 10.

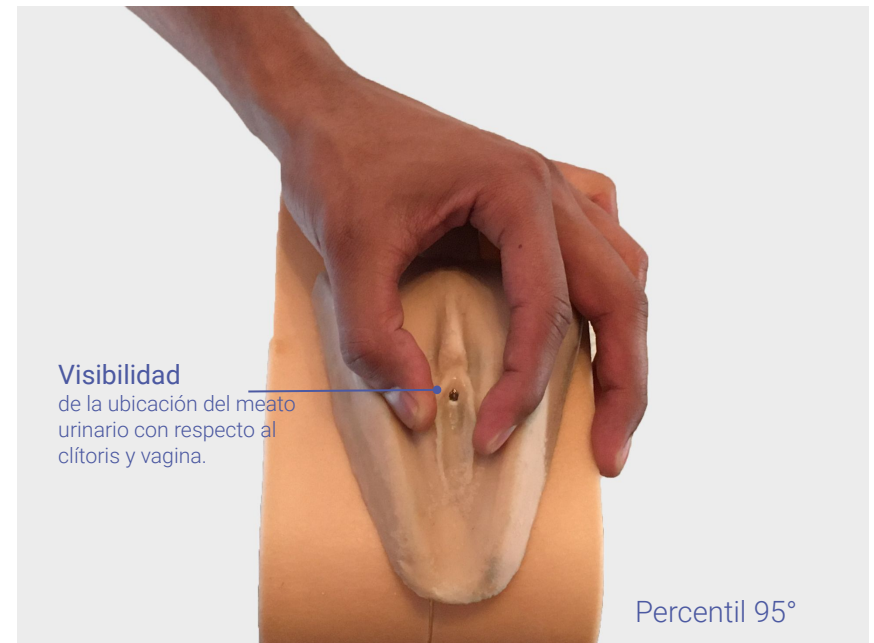


Figura 81 y 82. Vista frontal del simulador al momento que el usuario separa los labios mayores para descubrir el meato urinario.

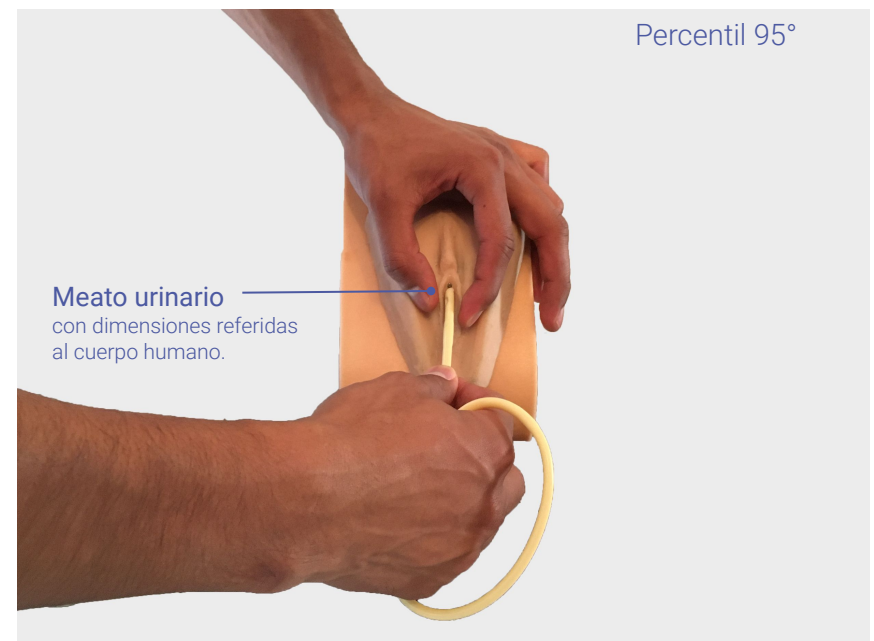


Figura 83 y 84. Vista frontal del simulador al momento de introducir la sonda foley.

Levantar el pene en ángulo recto forma parte de la secuencia de uso en simulador masculino, paso 10.

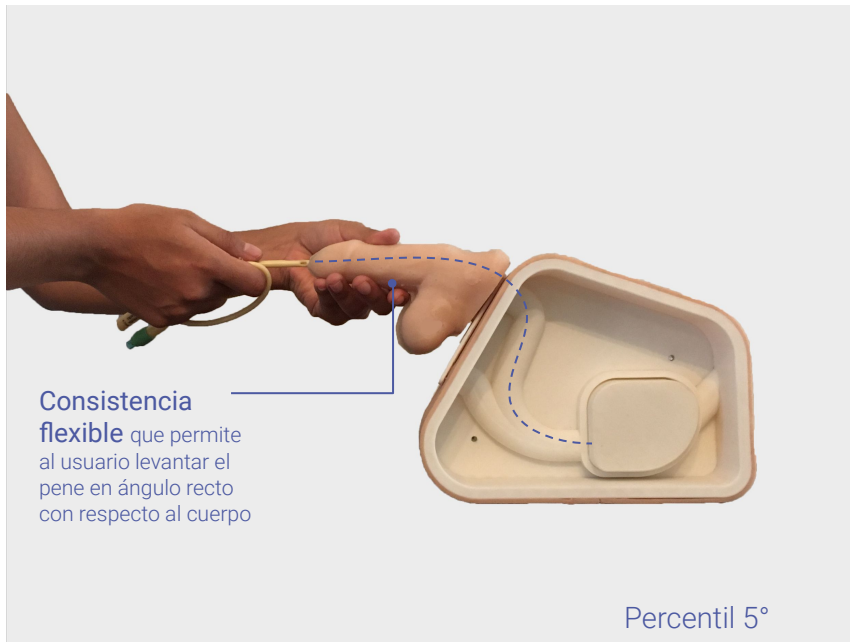


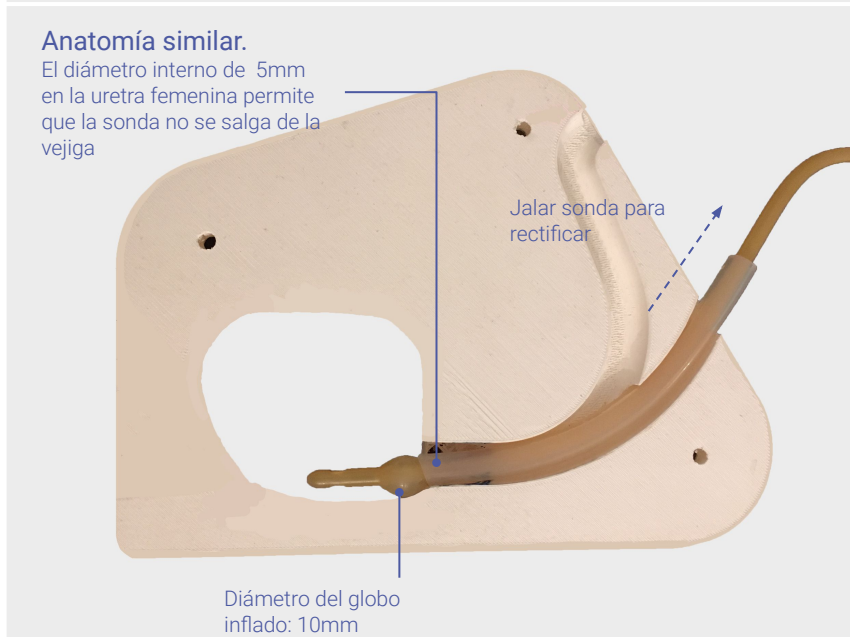
Figura 85 y 86. Vista lateral derecha del simulador evidenciando la flexibilidad del genital masculino al momento de introducir la sonda.



Figura 87 y 88. Vista lateral derecha del simulador evidenciando el agarre y postura del usuario al momento de introducir la sonda en el simulador femenino

Inflar globo y jalar sonda para rectificar colocación forma parte de la secuencia de uso en simulador masculino, paso 13 y en simulador masculino paso 12.

Simulador femenino



Simulador masculino

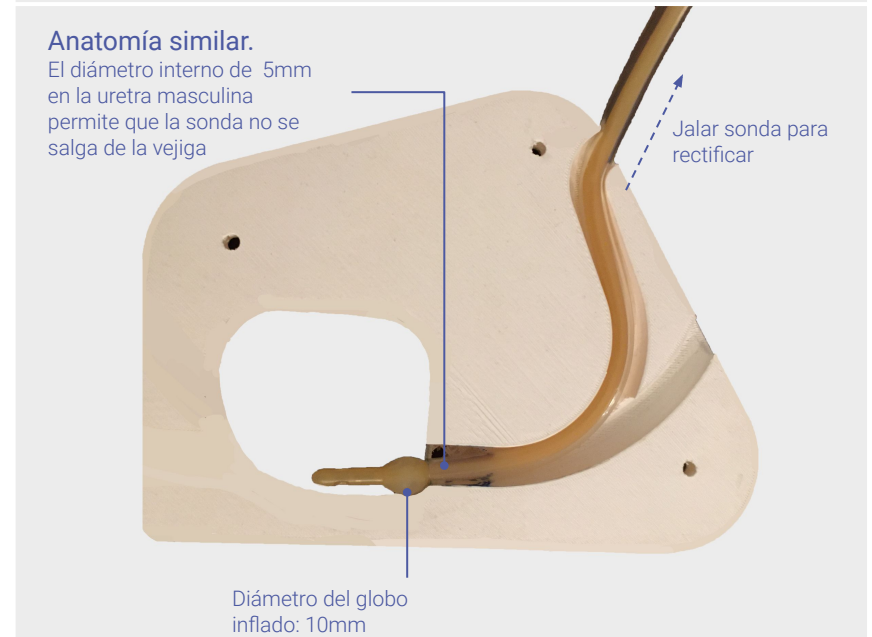
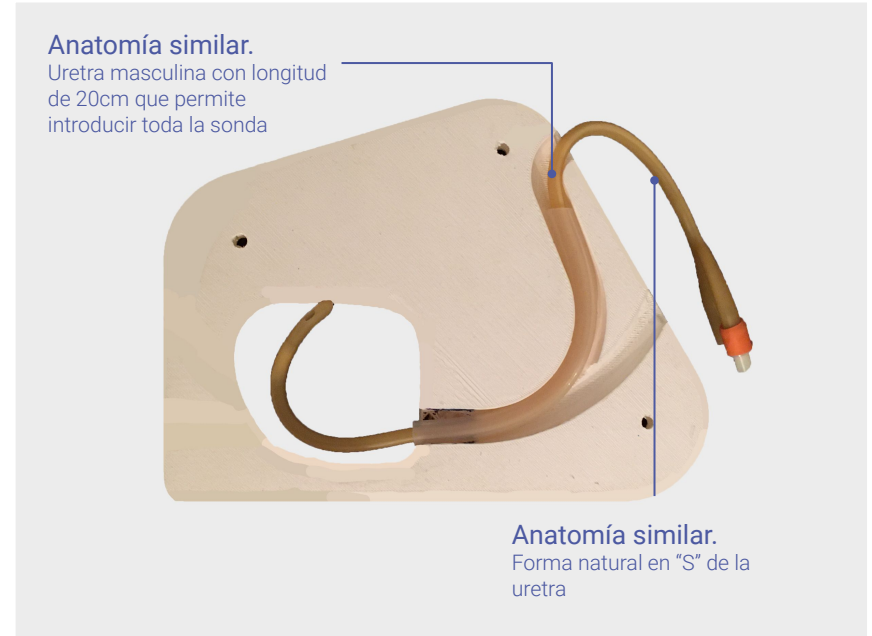


Figura 89 y 90. Vista lateral del cuerpo derecho evidenciando que el diámetro de la manguera de silicón permite que la sonda se quede en la vejiga al inflar el globo.

3.4. PROCESOS DE FABRICACIÓN

Los procesos de producción principales fueron: impresión 3D y vaciado de silicón con el objetivo de aprovechar la tecnología con la que cuenta el Departamento de Cirugía, sin embargo, hubieron procesos iniciales e intermedios que ayudaron en la obtención de las piezas finales.

Para las piezas impresas se utilizó un programa de modelado 3D donde fué posible detallar acabados y sobretodo diseñar elementos milimétricos que necesitaban ser extremadamente precisos como la conexión de la vejiga con el equipo de venoclisis y el molde para la válvula de silicón.

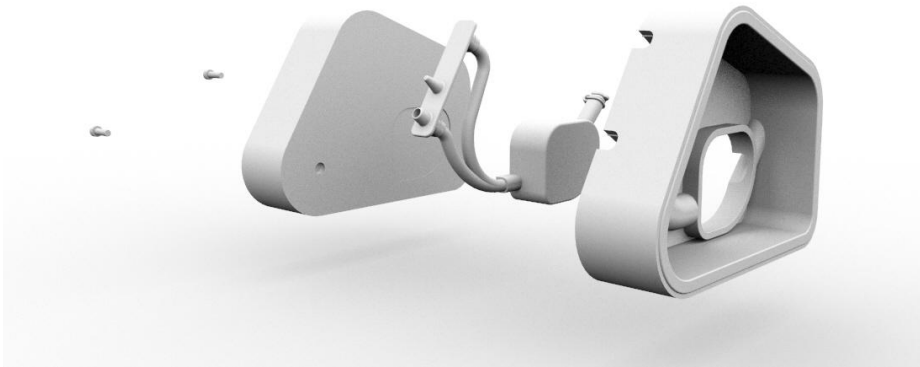


Figura 91. Modelado 3D del simulador de drenaje vesical en PLA

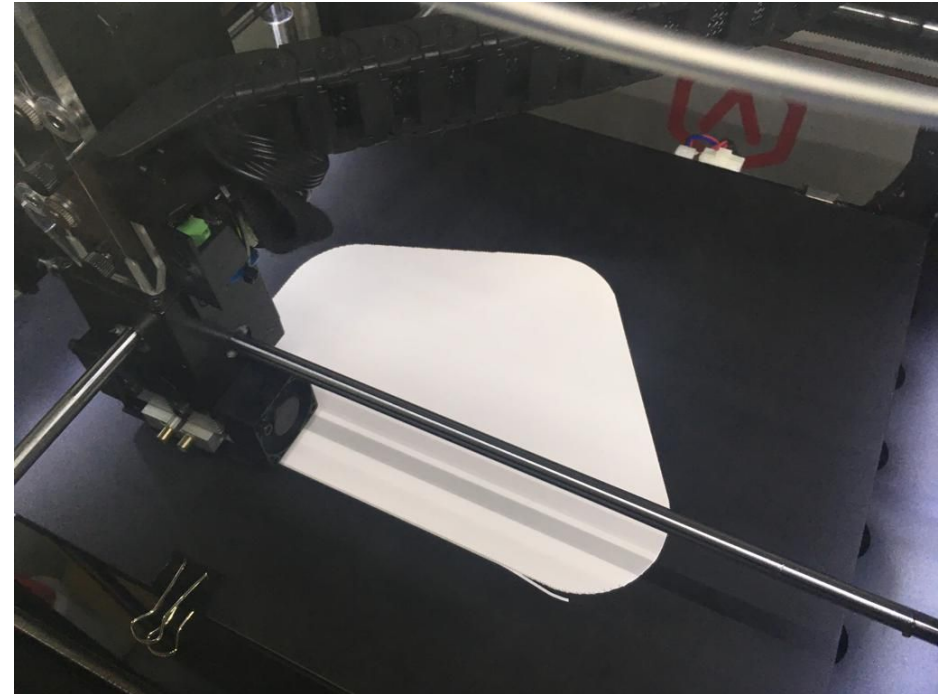


Figura 92. Impresión de las piezas en Impresora 3D ubicada en las instalaciones del ICAT, UNAM.

De igual forma, el proceso inicial de los genitales fué mediante impresión 3D. Decidimos iniciar el proceso a partir de un modelado 3D que tuviera la forma y dimensiones parecidas a la anatomía humana para después realizar ajustes sobre las piezas impresas. Los ajustes se realizaron con el fin de dar una apariencia más realista y se trabajaron mediante modelado con plastilina polimérica. Una vez que obtuvimos la apariencia deseada, se sacaron moldes de yeso para finalmente realizar el vaciado de silicón.

A continuación se muestra el proceso a seguir para obtener los genitales femenino y masculino.

Proceso de producción para genital femenino

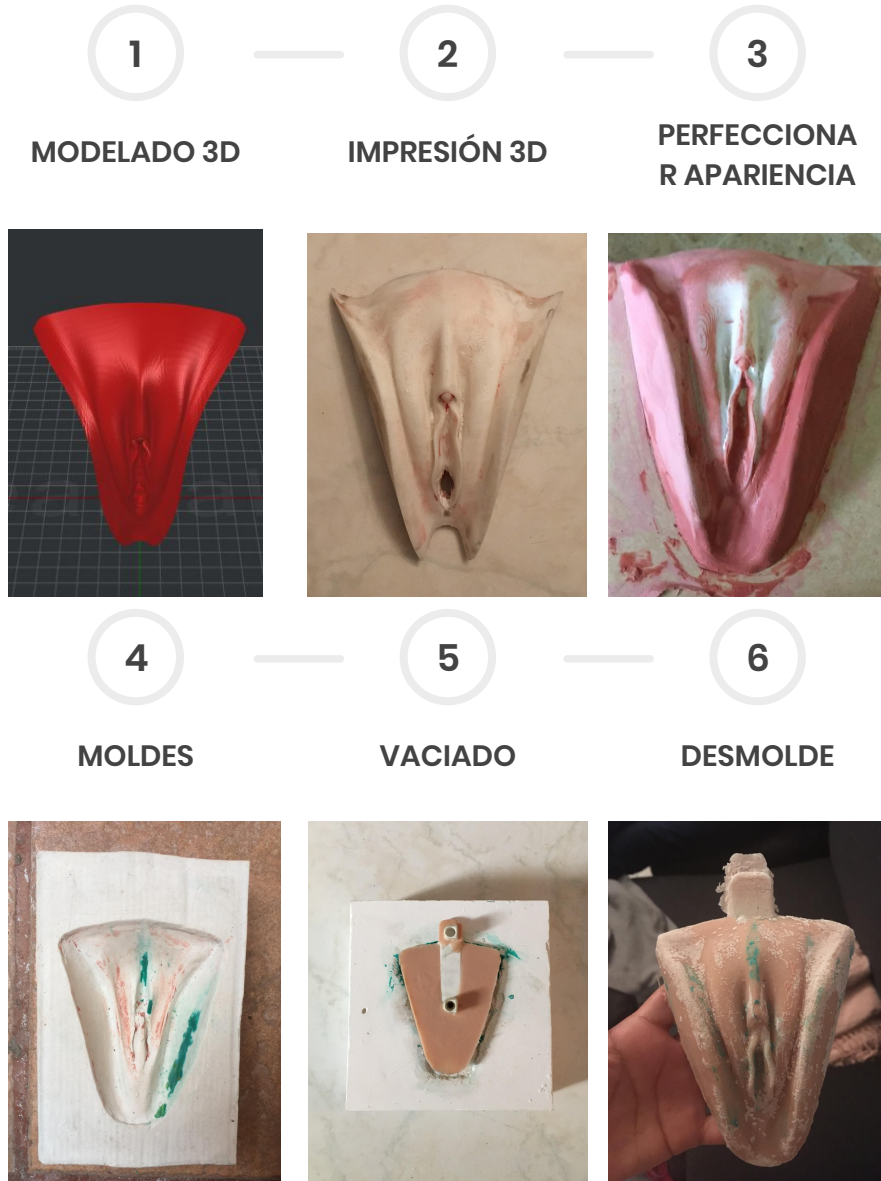


Figura 93. Proceso para obtener genital femenino.

Proceso de producción para genital masculino

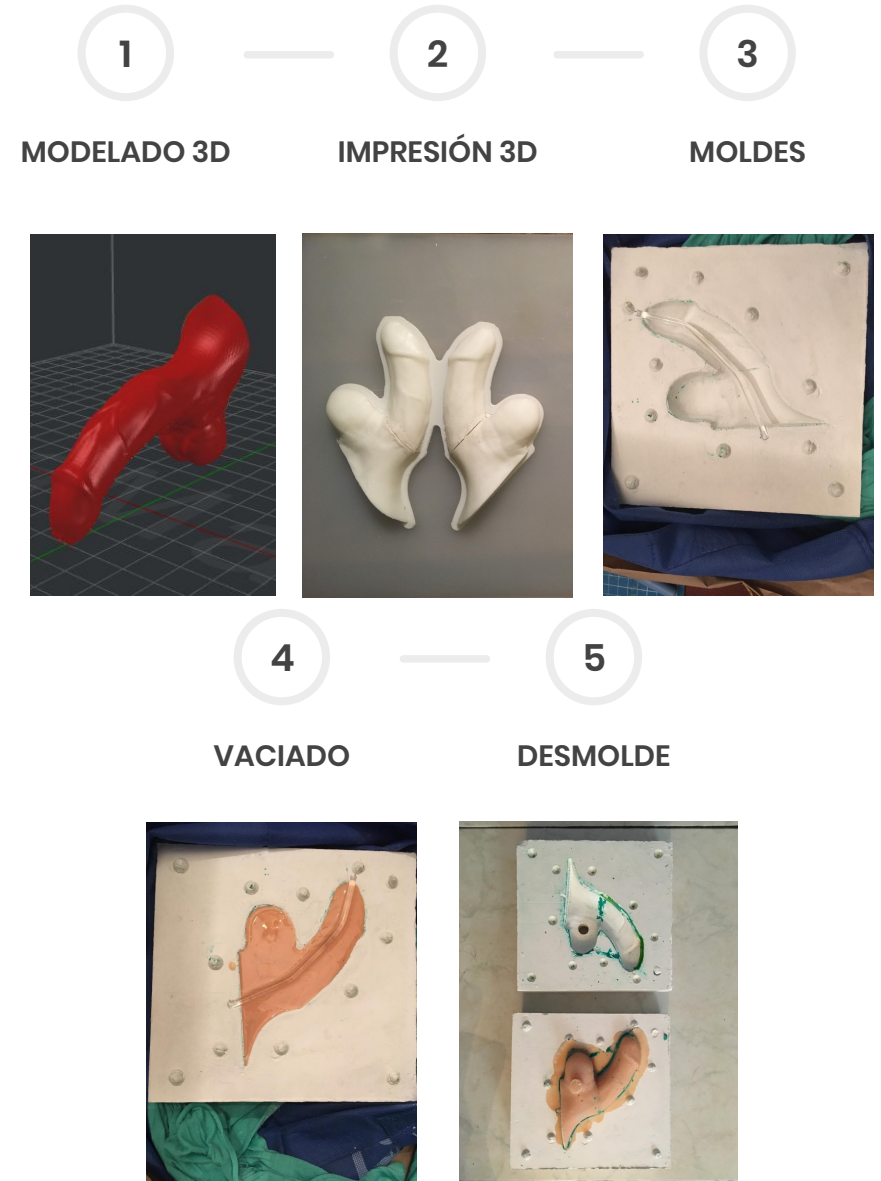


Figura 94. Proceso para obtener genital masculino

Para el recubrimiento o bandas de silicón se realizó un molde de mdf 3mm el cual se fabricó mediante corte láser debido a la precisión que se necesitaba para ensamblar con el cuerpo. Adicionalmente, se forró el molde con vinipiel para que el silicón tome la textura tipo piel una vez que catalice.



Figura 95. Prueba de vaciado de silicón sin pigmento.



Figura 96. Desmolde de prueba de bandas de silicón

Finalmente, se buscó mezclar pigmentos de tal manera que obtuvieramos un tono más parecido al tono de piel de los mexicanos, se realiza el vaciado y al desmoldar obtenemos dos piezas separadas que posteriormente son pegadas al cuerpo derecho e izquierdo mediante un adhesivo de cianoacrilato.

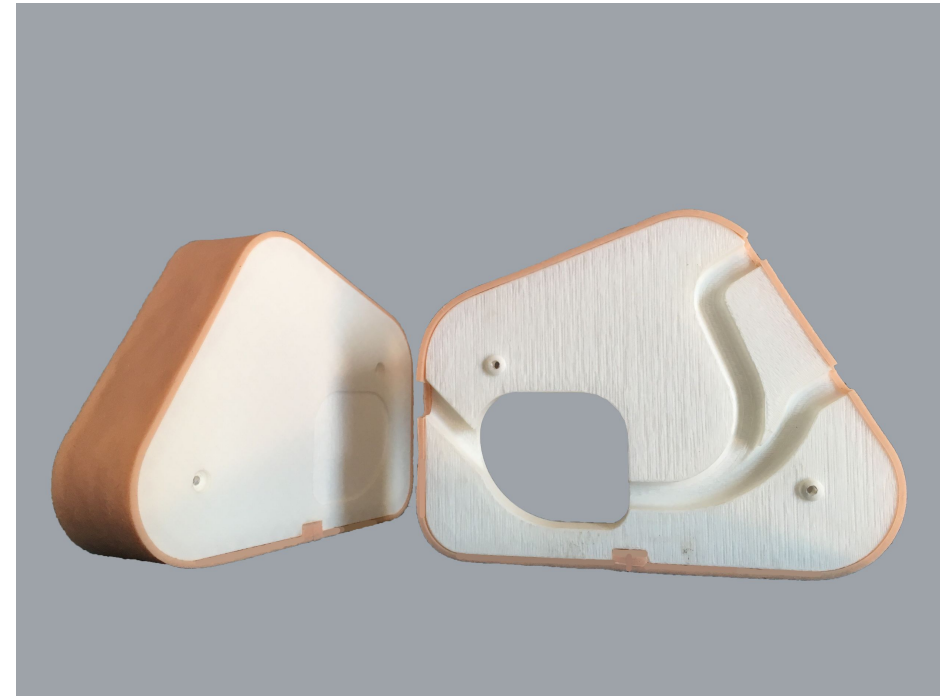


Figura 97. Acabado final de bandas de silicón unidas al cuerpo derecho e izquierdo.

3.4.1. COSTOS

A continuación, se desglosan las tablas de costos por material y maquila para el desarrollo de un simulador, así como costo de moldes.

PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3D Market	Filamento PLA Premium 1.75mm White Shark Color Plus	675.8	g	690	466.30
3D Market	Filamento Flexible Blanco 1.75 mm 1kg Color Plus	26	g	1,200	31.12
Mörph Industries	Dragon Skin FX PRO - Kit de Galón	750	ml	5,285	1,047.11
Mörph Industries	Silc Pig Flesh - Tarro 4 oz	1	ml	429.21	3.62
Lanceta	Tubo de silicón. ¼"x3/8"x3m	25	cm	1,383.88	115.32
El gran tlapalero	Nivelador diámetro 1" con cuerda 1/4" Sanmon	2	pz	6	6
Acriplas	Cianoacrilato Mayquim 77* 125 g	5	g	435	17.40
				TOTAL	1,656.87
MOLDES					
Magnum	Yeso odontologico	2	kg	25	50
Home Depot	Mdf 3mm. 66.5 x 14 cm	931	cm2	49	6.12
Kare Corte	Servicio de corte láser	10	min	30	30
Tapízalo	Vinipiel para tapicería	931	cm2	85	5.65
				TOTAL	91.77

3.5. IMPACTO AMBIENTAL

La mayor parte del simulador está constituido por plástico, razón por la cual la selección del material fue muy importante para nosotras. Se seleccionó el PLA por ser un filamento socialmente responsable con el entorno, ya que al estar en contacto con el agua y óxido de carbono se degrada fácilmente.

Con la intención de reducir la cantidad de material usado, se imprimieron todas las piezas con un patrón de relleno de “panal de abeja” para brindarle una mejor estructura y reducir el relleno hasta un 50%.

Asimismo, el diseño se realizó para que el simulador sea fácil y económicamente reparable. En primer lugar, eliminamos cualquier dificultad para realizar el desmontaje ya que no se necesita más que las manos para desarmarlo. Además, pensamos en la facilidad de la sustitución de las piezas; el usuario, en este caso el Depto. de Cirugía, cuenta con impresora 3D por lo que se les facilitarán los archivos para imprimir las piezas que requieran.

Finalmente, una vez desechados tanto el silicón como el filamento PLA, pueden ser reciclados en plantas de reciclaje o plantas de recuperación de residuos. Sin embargo, en el caso del filamento PLA, están surgiendo varios proyectos los cuales prometen reciclar y obtener nuevo filamento en sitio. Este tipo de máquinas permitirían al Departamento de Cirugía reutilizar el filamento en impresiones fallidas o incluso las piezas que necesitan reemplazo para crear nuevo filamento. De este modo, no hay necesidad de acudir a una planta de reciclaje.

3.6. REGISTRO DE MODELO DE UTILIDAD Y DISEÑO INDUSTRIAL

Uno de los objetivos finales del Departamento de Cirugía era que, una vez terminado, se realizarán los registros pertinentes que respalden el diseño del simulador de drenaje vesical con ayuda de la Coordinación de Innovación y Desarrollo de la UNAM.

Primeramente se tuvo que realizar la investigación pertinente de patentes similares registradas en las plataformas: Espacenet, IMPI, WIPO y Google Patents. En esta búsqueda, encontramos 13 patentes registradas; la mayoría de ellas son patentes provenientes del país de China.

3.6.1. VENTAJAS FRENTE A PATENTES REGISTRADAS

La principal ventaja respecto de la mayoría de los dispositivos que se encontraron en las patentes, es la versatilidad de su diseño, al estar construido en mitades favorece la fácil limpieza de todos sus elementos, además cuenta con uretra tanto masculina como femenina lo que permite al usuario intercambiar los genitales para su uso deseado. Así mismo, la selección de materiales y la cuidadosa abstracción del sistema genitourinario dan como resultado una mejor solución que los dispositivos anteriores.

La invención desarrollada, al ser un dispositivo de tamaño compacto, es fácil de transportar y usar en cualquier sitio; estas características facilitan la práctica de colocación de sonda de drenaje vesical en mujer y hombre.

La invención es una herramienta valiosa para incrementar el desempeño y eficiencia en la ejecución de movimientos para realizar procedimientos propios de actividades profesionales.

El simulador se puede emplear con otros propósitos, tal como:

- Enseñanza de la anatomía del aparato genital femenino y masculino a estudiantes, profesionales y técnicos de las ciencias de la salud.
- Ilustración de los elementos anatómicos del aparato genital femenino y masculino con el propósito de fomentar el autocuidado en la población en general.

3.6.2. NOVEDADES

Este diseño permite la posibilidad de la práctica constante de los profesionales de la ciencia de la salud brindando una experiencia cercana a la que se realiza con un paciente. Para brindar dicha experiencia se cuidaron las proporciones de los elementos que conforman el aparato genitourinario tanto como ningún otro simulador en el mercado.

Asimismo, nos aseguramos de alargar la vida útil del simulador por lo cual todas las piezas son desmontables para facilitar la limpieza de cada uno de sus elementos.

Finalmente, como un beneficio extra para nuestros usuarios, está diseñado de tal forma que no se requiere emplear proveedores externos para su fabricación. Se pensaron en métodos de fabricación digitales para obtener un modelo base y a partir de la primer pieza poder iniciar una producción más grande si así se desea.

3.6.3. EXPERIMENTACIÓN

Como parte del protocolo de registro se realizaron pruebas de validación de apariencia y contenido del simulador junto con dos grupos de usuarios en el Hospital General de México.

En un sólo grupo se reunieron Médicos pasantes y Urólogos del Hospital donde todos recibieron la misma explicación del procedimiento con el objetivo de estandarizar la realización del mismo.

Adicionalmente, se aplicaron distintos cuestionarios sociodemográficos a los participantes de acuerdo a su experiencia en el desempeño de colocación de sonda de drenaje vesical.



Figura 98. Médicos pasantes del Hospital General de México realizando el procedimiento de colocación de sonda de drenaje vesical en simulador.

3.7. CONCLUSIONES

Después de un largo proceso de diseño y de evaluar cada una de las propuestas, identificar sus problemáticas y realizar las mejoras pertinentes; finalmente hemos llegado a esta última versión que nos ha permitido probar su funcionalidad y reconocer el alcance que puede llegar a tener el proyecto.

Al incrementar el número de simuladores, se logra que al menos 6 estudiantes por unidad quirúrgica practiquen al mismo tiempo, con ésto último los indicadores de asertividad tendrán un cambio considerable en pro de las habilidades y automatización del procedimiento. Además, el Departamento de Cirugía tendrá la facilidad en reproducir las piezas ya que los procesos de fabricación y los materiales permiten tener una producción rápida, de bajo costo y de fácil acceso en caso de que se necesite reponer alguna pieza afectada.

Sin embargo, dentro de las evaluaciones se presentaron algunos retos, donde consideramos que todavía se podrían seguir trabajando en mejoras que potencien su uso práctico. A continuación mencionamos algunas.

- Las piezas con mayor desgaste serán los genitales por toda la manipulación que realizarán los alumnos para lograr introducir la sonda así como las uretras de silicón las cuales podrían llegar a obstruirse con el uso de la jalea lubricante. Por tal motivo recomendamos la limpieza después de la práctica de la uretra masculina y femenina así como del conducto uretral masculino en el genital mediante un escobillón para retirar cualquier rastro de jalea lubricante que pueda quedar y así evitar que éste seque y obstruya el paso de la sonda.

- La resistencia que causa el silicón al momento de introducir la sonda, si bien con el uso de un lubricante se facilita el paso de la sonda, aún existe una ligera fricción que en ocasiones no permite

que el usuario termine el procedimiento por lo que para siguientes reproducciones de los genitales se recomienda ensanchar los conductos uretrales.

- Así mismo, para el caso del simulador femenino la mayoría de los médicos concordaron que después de introducir aproximadamente 5 cm de sonda en una paciente, ésta ya hubiera drenado algo de orina, en el simulador el recorrido hasta la vejiga es de 10 cm por lo que se recomienda acortar esta distancia. No obstante, al realizar los ajustes de la uretra femenina se podrían modificar las dimensiones de la uretra masculina por lo que se recomienda trabajar en una propuesta junto con un especialista antes de imprimir una nueva versión para asegurarnos que el nuevo diseño se apega al aparato genitourinario de ambos sexos.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. (Sin fecha). Recuperado el 11 de octubre de 2019, de <http://cirugia.facmed.unam.mx/index.php/filosofia/>

Barbosa, X. M. (2011). *Inicios de la historia de la medicina en México: influencias y relaciones con el extranjero (1935-1960)*. Recuperado el 18 de septiembre de 2016, de <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhfm/hf-2011/hf1111d.pdf>

Dolci, G. F., Varela, J. S., & Montalvo, C. L. (2015). *LA FORMACIÓN DE MÉDICOS ESPECIALISTAS EN MÉXICO DOCUMENTO DE POSTURA*. (A. N. Medicina, Ed.) Recuperado el 2016 de septiembre de 18, de [http://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L30_ANM_Medicos_especialistas.p df](http://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L30_ANM_Medicos_especialistas.pdf)

Fortes, D. T. (2012). *Nuevas estrategias de enseñanza en cirugía general*. Recuperado el 20 de septiembre de 2016, de *Cirujano General* Vol. 34 Supl. 1: <http://www.medigraphic.com/pdfs/cirgen/cg-2012/cgs121n.pdf>

Graue, E. (2 de octubre de 2006). *Seminario: El Ejercicio Actual de la Medicina*. Recuperado el 2016 de septiembre de 19, de *La enseñanza de la cirugía*: http://www.facmed.unam.mx/sms/seam2k1/2006/oct_02_ponencia.html

Martínez, S. (2005). *Revista "Cirujano General"*, 27(2), Pág. 179.

Parra, J. C. (13 de junio de 2013). *SIMULADORES MÉDICOS, UNA ELECCIÓN RACIONAL Y ÉTICA DEL MANEJO DE CADÁVERES*. Recuperado el 20 de septiembre de 2016, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/enclav/v7n13/v7n13a5.pdf>

Doctor Enrique Graue Wiechers (2014). *INFORME ANUAL 2014*. Recuperado el 20 de septiembre de 2016, de http://www.facmed.unam.mx/_documentos/informe/2014/inf_2k14.pdf

Hepp, Juan (febrero 2008). Programa de la especialidad Cirugía General. Definiciones y propuestas de la Sociedad de Cirujanos de Chile. Chile: *Revista Chilena de Cirugía*. Recuperado el 14 de septiembre de 2019, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-40262008000100017

Torres, F. Seminario El Ejercicio Actual de la Medicina:El problema ético de la cirugía innecesaria. Ciudad de México: Facultad de Medicina, UNAM. Recuperado el 14 de septiembre de 2019, de http://www.facmed.unam.mx/eventos/seam2k1/2004/ponencia_oct_2k4.htm

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tratamiento de herida superficial. Práctica de Sutura de herida y retiro de puntos, Facultad de Medicina, UNAM, 2013.

<https://www.youtube.com/watch?v=G99V2bmj6B4> Fecha de consulta: 9 de octubre de 2016.

Figura 2. Etapas de maduración de un cirujano

Figura 3. *Simuladores biológicos y simuladores no biológicos*

Figura 4. *Curva de aprendizaje 1*

Figura 5. Intervenciones Quirúrgicas en el Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"

<http://edumed.imss.gob.mx/pediatria/nueshosp/pagcirugia.htm> Fecha de consulta: 05 de octubre de 2016.

Figura 6. Alumnos de Posgrado realizando Práctica de Cirugía Laparoscópica en cerdos. Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Agosto, 2016.

Figura 7. Médicos residentes del Instituto de Ciencias Forenses realizando una práctica quirúrgica.

<http://www.semefo.gob.mx/es/INCIFO/Necropsia> Fecha de consulta: 05 de octubre de 2016.

Figura 8. Alumnos de Pregrado realizando Práctica de Drenaje Vesical en simuladores. Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 9. Organigrama del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 10. Planta del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 11. *Prácticas divididas en fases de desarrollo de habilidades médico-quirúrgicas del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina, U.N.A.M* Fecha de consulta: 14 de octubre de 2019

Figura 12. *Relaciones entre la vejiga, la próstata, las vesículas seminales, el pene, la uretra y el contenido del escroto.* Fecha de consulta: 12 de octubre de 2016.

Figura 13. *Representación gráfica de la colocación de sonda en anatomía masculina.* Fuente: *Medicina de urgencias, 7e:* www.accessmedicina.com

Derechos McGraw-Hill Education. Derechos reservados Fecha de consulta: 6 de octubre 2019

Figura 14. *Anatomía y relaciones entre la vejiga, la uretra, el útero y los ovarios, la vagina y el recto.*

Figura 15. "Anatomía Genital Externa Femenina". Fuente: <http://es.slideshare.net/krysthellmemo/anatomia-genital-externo-masculino> Fecha de consulta: 12 de octubre de 2016.

Figura 16. Representación gráfica de la colocación de sonda en anatomía femenina.

Figura 17. Simulador masculino para la práctica de Drenaje Vesical más reciente con que cuenta en Departamento de Cirugía

Figura 18. Simulador femenino para la práctica de Drenaje Vesical más reciente con que cuenta en Departamento de Cirugía.

Figura 19. Planta del Quirófano 1 y 2 del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 20. Mobiliario quirúrgico. Salvador Martínez Dubois: Cirugía bases del conocimiento quirúrgico y apoyo en trauma, 5e: www.accessmedicina.com Derechos McGraw-Hill Education. Derechos Reservados

Figura 21. Alumnos del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 22. Docente del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 23 y 24. Técnicos del CEyE del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM. Septiembre, 2016.

Figura 25. Diagrama de actividades previas a la práctica de Drenaje Vesical en simulador.

Figura 26. Simulador de cateterismo masculino KOKEN, Japón.

Figura 27. Simulador de cateterismo masculino NASCO (E.U.A.)

Figura 28. Simulador de cateterismo femenino KOKEN, Japón.

Figura 29. Simulador de cateterismo femenino NASCO (E.U.A.)

Figura 30. Boceto de Alternativa 1 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical

Figura 31. Boceto de Alternativa 2 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical

Figura 32. Boceto de Alternativa 3 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical

Figura 33. Modelo de Alternativa 3 en espuma de poliuretano. Escala 1:1

Figura 34. Boceto de Alternativa 4 para desarrollo de Simulador para Drenaje Vesical

Figura 35. Modelo de Alternativa 4 en espuma de poliuretano. Escala 1:1

Figura 36. Modelos de Alternativas 3 y 4 en espuma de poliuretano con pasta automotiva para proceso de Termoformado. Escala 1:1

Figura 37. Vista explosiva de la Alternativa 5 donde se muestran sus elementos. Modelado en CAD.

Figura 38 Modelado en CAD de Alternativa 5

Figura 39. Modelos de MDF 15mm con Router de Control Numérico. Escala 1:1

Figura 40. Termoformado con estireno calibre 80. Escala 1:1

Figura 41. Simulación del procedimiento en Simulador de la propuesta 5

Figura 42. Parte superior del molde(der.)

Figura 43. Parte inferior del molde (izq)

Figura 44. (der) Vista frontal: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" del simulador de drenaje vesical.

Figura 45. (izq)Vista posterior: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" del simulador de drenaje vesical.

Figura 46. Vista isométrica: Modelado 3D de la pieza "Envolvente 1" y "Envolvente 2" del simulador de drenaje vesical en material translúcido (silicón).

Figura 47. Impresión 3D a escala 1:2 de la pieza "Envolvente 2" en PLA transparente

Figura 48 y 49. Visualización de Modelado 3D en isométrico de las piezas "Envolvente 1 y 2"

Figura 50. (der.) Visualización de Modelado 3D en vista frontal de las piezas "Envolvente 1 y 2" ensambladas.

Figura 51. (izq.) Visualización de Modelado 3D en vista posterior de las piezas "Envolvente 1 y 2" ensambladas.

Figura 52. (der.) Visualización de Modelado 3D en vista lateral.

Figura 53. (izq.) Visualización de Modelado 3D en isométrico de la pieza "Envolvente 1".

Figura 54. Esquema representando las tres áreas del simulador.

Figura 55. Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman el soporte

Figura 56. Vista frontal del cuerpo izquierdo

Figura 57. Comparación de imagen en posición ginecológica con vista lateral izquierda del simulador armado con genital femenino.

Figura 58. Vista frontal del cuerpo derecho

Figura 59. Explosiva del simulador destacando piezas que conforman el interior femenino

Figura 60. Explosiva del simulador destacando piezas que conforman el interior masculino

Figura 61. Ensamble de las piezas que conforman el interior femenino

Figura 62. Ensamble de las piezas que conforman el interior femenino

Figura 63. Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman los genitales femeninos

Figura 64. *Ensamble del conector con el genital femenino*

Figura 65. *Explosiva del simulador destacando las piezas que conforman los genitales masculinos*

Figura 66. *Ensamble del conector con el genital masculino*

Figura 67 y 68. *Vista lateral izq. del simulador evidenciando el ángulo que adopta el dedo índice del percentil 5° y 95° para sujetar el simulador y evitar que se deslice sobre la superficie.*

Figura 69 y 70. *Vista lateral del simulador evidenciando el elemento de agarre que tiene el usuario para extraer el genital*

Figura 71 y 72. *Vista inferior del simulador al momento del armado el cual funciona mediante ensamble por registros.*

Figura 73 y 74. *Vista Superior del simulador evidenciando el agarre a través de las muescas de los laterales.*

Figura 75 y 76. *Vista lateral del simulador evidenciando el agarre a través de las muescas y detalle de la textura de la piel la cual facilita ése agarre.*

Figura 77 y 78. *Vista superior del simulador. La forma de la vejiga permite un agarre adecuado y una ubicación correcta en el cuerpo.*

Figura 79 y 80. *Vista inferior del simulador mostrando el armado por ensamble tipo "rompecabezas".*

Figura 81 y 82. *Vista frontal del simulador al momento que el usuario separa los labios mayores para descubrir la uretra.*

Figura 83 y 84. *Vista frontal del simulador al momento de introducir la sonda foley.*

Figura 85 y 86. *Vista lateral derecha del simulador evidenciando el agarre y postura del usuario al momento de introducir la sonda en el simulador masculino.*

Figura 87 y 88. *Vista lateral derecha del simulador evidenciando el agarre y postura del usuario al momento de introducir la sonda en el simulador femenino.*

Figura 89 y 90. *Vista lateral del cuerpo derecho evidenciando que el diámetro de la manguera de silicón permite que la sonda se quede en la vejiga al inflar el globo.*

Figura 91. *Modelado 3D del simulador de drenaje vesical en PLA*

Figura 92. *Modelado*

Figura 93. *Proceso para obtener genital femenino.*

Figura 94. *Proceso para obtener genital masculino.*

Figura 95. Prueba de vaciado de silicón sin pigmento.

Figura 96. Desmolde de prueba de bandas de silicón.

Figura 97. Acabado final de bandas de silicón unidas al cuerpo derecho e izquierdo.

Figura 98. Médicos pasantes del Hospital General de México realizando el procedimiento de colocación de sonda de drenaje vesical en simulador.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución del programa de evaluación para las destrezas y habilidades de los estudiantes de cirugía, Facultad de Medicina, UNAM.

Tabla 2. *Matrícula por sexo y ciclo escolar, periodo 2017-2018*

Tabla 3. *Tabla de componentes del simulador, material y proceso de fabricación.*

ANEXOS

A. REGLAMENTO Y NORMATIVIDAD

Reglamento interno del área quirúrgica del depto. de cirugía

Los ESTUDIANTES de "Introducción a la Cirugía" deberán observar el siguiente reglamento, para que se proporcione el material quirúrgico:

1. Llegar 10 minutos antes del inicio de la práctica a los vestidores.
2. Queda estrictamente prohibido introducir alimentos.
3. El jefe de grupo recibirá y entregará a cada equipo quirúrgico las llaves de los casilleros, que utilizarán en los vestidores durante la realización de la práctica, las cuales tendrán que regresar al finalizar dicha práctica. Se retendrá la credencial en caso de no entregar todas las llaves y se devolverá la credencial hasta aclarar la situación.
4. Traer el uniforme quirúrgico completo de color azul puma, con nombre completo y que incluye: filipina, pantalón, gorro, cubrebocas y botas.
5. Deben colocarse el uniforme quirúrgico únicamente en los vestidores y dejar sus pertenencias en el casillero.
6. Los alumnos deberán portar el uniforme quirúrgico exclusivamente dentro de quirófano.
7. Cada casillero debe ser utilizado por dos alumnos.
8. Solicitar en la CEyE el material quirúrgico en el formato ex profeso que se le proporcionará y deberá firmarlo.
9. Presentar credencial vigente de la Facultad o INE y llevar pluma para firmar. No se entregará material si excede los 20 minutos de tolerancia o bien será solicitado por el profesor responsable.
10. Al inicio de la práctica el alumno deberá revisar que el material esté completo, si hubiere algún faltante reportarlo inmediatamente a su profesor y al personal de CEyE.
11. Entregar el material quirúrgico 10 minutos antes del término del horario de la práctica para realizar limpieza oportuna y adecuada de los quirófanos.
12. Al término de la práctica el alumno deberá entregar el equipo limpio, completo y la ropa ordenada. Si el alumno no cumplió con el punto (11); tanto el formato firmado y la credencial se retendrán hasta solucionar el problema.
13. Los alumnos no podrán permanecer en los quirófanos y/o en los vestidores después de la práctica quirúrgica.
14. En el caso de haber utilizado piezas biológicas se entregarán en bioterio conforme a la NOM 087 y lineamientos del uso de Modelos biológicos vivo y no vivos.
15. Los objetos punzocortantes se colocarán invariablemente en el contenedor rojo, conforme a la NOM 087.
16. En caso de no entregar oportunamente el material quirúrgico, será recibido después de atender a los siguientes alumnos que ingresan a su práctica.
17. Deberá mantener la mesa de operaciones en el círculo azul para evitar el daño de los pisos y dar buen uso del mobiliario y equipo quirúrgico.

B. SECUENCIA DE ACTIVIDADES

SIMULADOR MASCULINO

Nº	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
1	Informar al paciente el procedimiento a realizar.	1 min 17 seg	Alumno	Dar una breve introducción al paciente de lo que se le va a realizar	Simulador	
2	Lavado de manos.		Alumno	Realizar el lavado clínico aprobado por la O.M.S.	Lavamanos Dispensador de: jabón, clorhexidina y sanitas.	
3	Colocación de equipo.	3 min 50 seg	Alumno Ayudante (integrante del equipo)	El ayudante proporciona la toalla y se secan las manos, posteriormente la bata y finalmente dos pares de guantes.	Pinzas de Bard Parker Toalla Bata 2 pares de Guantes	Se requiere doble enguantado
4	Colocar al paciente en decúbito supino.		Alumno	Reposar el simulador sobre la mesa de operaciones quirúrgicas.	Mesa de operaciones	Respete siempre la intimidad y pudor del paciente. Movimientos limitados del simulador y carece de piernas
5	Humedecer		Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Vierta agua tibia sobre la región.	Gasa Solución Salina	

Nº	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
6	Lavado	20seg	Alumno Ayudante (integrante del equipo)	Con gasas enjabonadas lave el pubis, pliegues inguinales, pene y escroto.	Jabón Gasas	
7	Enjuague 1	10seg	Alumno y Ayudante	Posteriormente con agua limpie la zona.	Solución Salina Gasas	
8	Limpieza de Glande y Surco	10seg	Alumno y Ayudante	Retraiga el prepucio para la limpieza del glande y el surco balanoprepucial, comenzando en el meato y terminando en el surco	Solución salina y gasas	Se requiere doble Recuerde emplear una gasa para cada zona y desecharla posteriormente.
9	Enjuague 2	10seg	Alumno y Ayudante	Limpie la zona con abundante agua con el prepucio retraído.	Solución Gasas	No tiene prepucio.
10	Seque el glande.	5seg	Alumno y Ayudante	Con una gasa seca quite el exceso de agua	Gasas	
11	Drenar orina	*	Alumno y Ayudante	Coloque el cómodo lateral a las piernas del paciente, para drenar la orina que se obtenga al momento de introducir la sonda.	Cómodo	No tiene piernas
12	Cambio de guantes	12 seg	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Cambie los guantes desechables por los estériles.	Guantes	

Nº	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
13	Verificar el globo	*	Alumno	Tome la sonda vesical y verifique la integridad del globo	Sonda de Foley Jeringa	La capacidad del globo viene impresa en el empaque.
14	Desinflar el globo.	*	Alumno	Con ayuda de la jeringa extraiga el aire completamente. Rectifique.	Sonda de Foley Jeringa	En la simulación se omitió este paso
15	Sujetar el pene	2 seg	Alumno	Con la mano no dominante, sujete el pene.	Gasa	
16	Retraer el prepucio	2 seg	Alumno	Empleando una gasa retraiga el prepucio.	Gasa	No tiene prepucio
17	Rectificar la uretra	10seg	Alumno	Sosteniendo y traccionando suavemente el pene con la mano no dominante.	Gasa	
18	Lubrique la sonda.	20seg	Alumno Ayudante (integrante del equipo)	Coloque el gel lubricante en la palma de la mano, posteriormente tome un poco de gel con la punta de la sonda.	Lubricante Sonda de Foley	
19	Introducir sonda	33 seg	Alumno	Introduce toda la sonda con delicadeza.	Sonda Foley	El simulador no permite introducir líquidos para simular orina

N°	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
20	Introducir el globo hasta la uretra	10seg	Alumno	Continúe introduciendo la sonda 5 cm aproximadamente, para asegurar que el globo será inflado en la vejiga y no en la uretra.	Sonda Foley	
21	Conectar sonda	9 seg	Alumno	Conecte la sonda a la bolsa colectora mediante los conectores de cada uno de los elementos	Bolsa Colectora	
22	Fijar sonda	10seg	Ayudante	Fije la sonda en la cara interna del muslo empleando tela adhesiva.	Micropore	El simulador no tiene muslos
23	Regresar el prepucio a su lugar.	5seg	Alumno	En caso de haber retraído el prepucio regresarlo nuevamente para evitar parafimosis.		
24	Verificar estado clínico			Verifica el estado clínico del paciente.		
25	Despejar área			Retira campos, cómodos o material desechable y guantes con técnica cerrada		
26	Higiene de manos			. Realiza Higiene de manos.		

N°	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
27	Describir hallazgos			Describe en el expediente clínico, incidentes, hallazgos y características de la orina		
28	Verificar estado clínico			Verifica el estado clínico del paciente.		

SIMULADOR FEMENINO

Nº	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
1	Informar al paciente el procedimiento a realizar.	1 min 17 seg	Alumno	Dar una breve introducción al paciente de lo que se le va a realizar	Simulador	
2	Lavado de manos.		Alumno	Realizar el lavado clínico aprobado por la O.M.S.	Lavamanos Dispensador de: jabón, clorhexidina y sanitas.	
3	Colocación de guantes desechables.	3 min 50 seg	Alumno Ayudante (integrante del equipo)	El ayudante proporciona la toalla y se secan las manos, posteriormente la bata y finalmente dos pares de guantes.	Pinzas de Bard Parker Toalla Bata 2 pares de Guantes	Se requiere doble enguantado
4	Colocar al paciente en decúbito supino,	*	Alumno	Puede ser con las rodillas flexionadas y las piernas separadas o también flexionar ambas rodillas y se colocan las plantas de los pies juntas, tan próximas al periné como sea posible.	Cómodo	Respete siempre la intimidad y pudor del paciente. El simulador ya se encuentra en esta posición.
5	Humedecer	20seg	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Vierta agua tibia sobre la región.	Gasa Solución Salina	

N°	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
6	Lavado	2 min, 10 seg	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Con gasas enjabonadas limpie la región púbica, la parte externa de los labios mayores y los pliegues inguinales.	2 Gasas Jabón	
7	Realizar Antisepsia	1 min	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Separe los labios con la mano no dominante y con la otra realice la antisepsia.	2 Gasas Yodopovidona	Sólo utilizar en la región externa
8	Limpieza de Labios menores y mayores	18 seg	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Pase una gasa por el pliegue entre los labios mayores y los menores y otra gasa por la cara interna de los labios menores.	1 Gasa Solución Salina	Recuerde emplear una gasa para cada zona y desecharla posteriormente.
9	Enjuague	8 seg	Alumno, ayudante(integrante del equipo)	Limpie la zona con abundante agua.	1 Gasa Solución Salina	Una vez que entras en contacto con región perineal, no regresar. (arriba abajo)
10	Colocar Cómodo	*	Alumno y ayudante	Coloque el cómodo lateral a las piernas del paciente, para drenar la orina que se obtenga al momento de introducir la sonda.	Cómodo	No se realiza este paso en la simulación
11	Desinflar el globo.	*	Alumno	Con ayuda de la jeringa extraiga el aire completamente.	Jeringa	

N°	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
12	Lubrique la sonda.	20seg	Alumno Ayudante (integrante del equipo)	Coloque el gel lubricante en la palma de la mano, posteriormente tome un poco de gel con la punta de la sonda.	Lubricante Sonda de Foley	La capacidad del globo viene impresa en el empaque.
13	Identificar el meato urinario	18 seg	Alumno	Con la mano no dominante separe los labios mayores e identifique el meato urinario.		Recuerde emplear una gasa para cada zona y desecharla posteriormente.
14	Introducir sonda	33 seg	Alumno	Con la mano dominante tome la sonda e introdúcela cuidadosamente por el meato urinario unos 10cm	Sonda Foley	
15	Inflar el globo	20seg	Alumno	Infle el globo de la sonda con solución salina o agua inyectable.	Jeringa Solución Salina/Agua Inyectable	No se introduce ningún tipo de líquido al simulador
16	Conectar sonda	5seg	Alumno	Conecte la sonda a la bolsa colectora mediante los conectores de cada uno de los elementos.	Bolsa Colectora	
17	Fijar sonda	10seg	Ayudante	Fije la sonda en la cara interna del muslo empleando tela adhesiva.		

N°	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PARTICIPANTES	DESCRIPCIÓN	EQUIPO, MOBILIARIO Y UTENSILIOS	OBSERVACIONES Y PROBLEMÁTICAS
18	Colocar bolsa colectora			Coloca la bolsa colectora, a gravedad para evitar reflujo.		
19	Verificar estado clínico			Verifica el estado clínico del paciente.		
20	Despejar área			Retira campos, cómodos o material desechable y guantes con técnica cerrada		
21	Higiene de manos			. Realiza Higiene de manos.		
22	Describir hallazgos			Describe en el expediente clínico, incidentes, hallazgos y características de la orina		




C. INSTRUCTIVO DE ARMADO

DRESICAL.

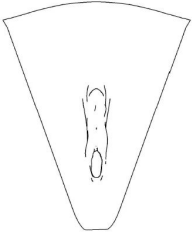

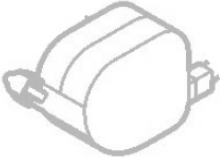
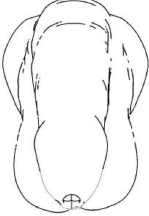
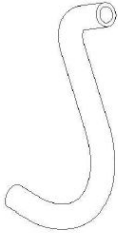

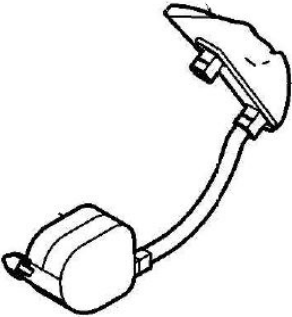
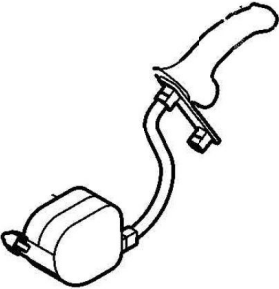
Simulador de Drenaje vesical

Cada simulador contiene las siguientes piezas:

ENSAMBLE EXTERNO

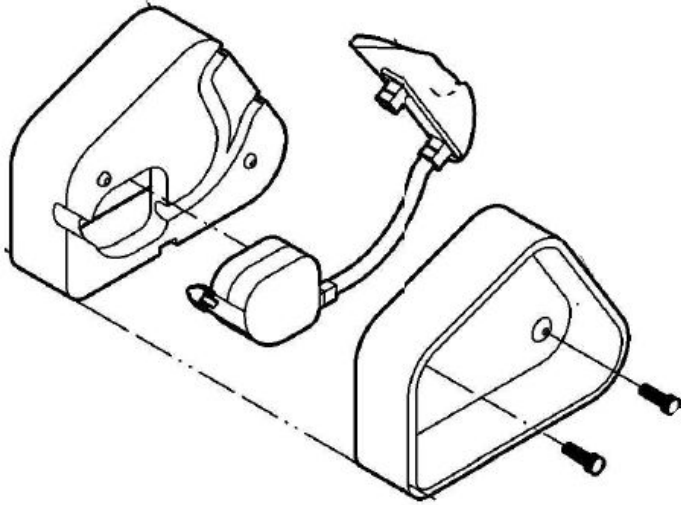
CUERPO IZQUIERDO	CUERPO DERECHO	NIVELADORES
		
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Contenedor de sistema urinario, lado izquierdo. Abstracción de la posición de una persona en decúbito supino.</p> <p>Permite llevar a cabo la práctica de Drenaje Vesical tanto en el caso femenino como masculino.</p> <p>Material: PLA, silicona. Color: Blanco. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Contenedor de sistema urinario, lado derecho diseñado para posicionar el Ensamble Interno correspondiente. Abstracción de la posición de una persona en decúbito supino.</p> <p>Permite llevar a cabo la práctica de Drenaje Vesical tanto en el caso femenino como masculino.</p> <p>Material: PLA, silicona. Color: Blanco. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Nivelador de Ø3/16" x 1" de largo. Permite la unión entre Envoltente LI y Envoltente LD.</p> <p>Material: Acero galvanizado Color: Metal Cantidad: 2 pz</p>

ENSAMBLE INTERNO

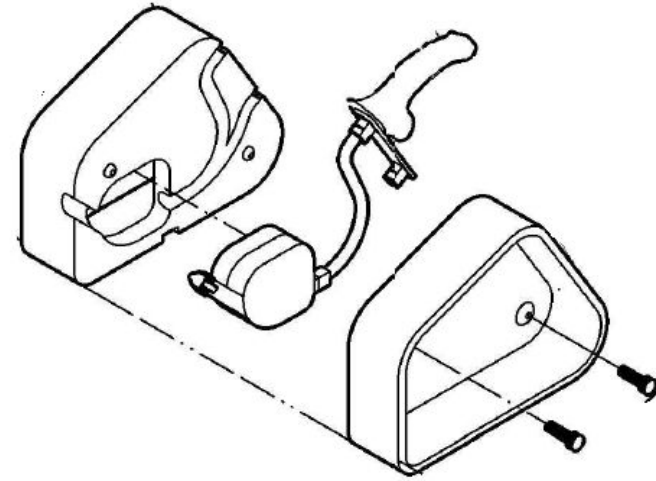
SIMULADOR FEMENINO			SIMULADOR MASCULINO		
GENITAL	CONDUCTO URETRAL	VEJIGA	GENITAL	CONDUCTO URETRAL	VEJIGA
					
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Abstracción formal de genital femenino con inserto de un conector plástico.</p> <p>Material: Silicona. Color: Piel. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Conducto uretral masculino de 16 cm femenino</p> <p>Material: Silicona. Color: Transparente. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Contenedor de líquido que simula la orina, cuenta con tapón en la parte superior y un empaque de silicona en la parte inferior.</p> <p>Material: PLA, Silicona. Color: Blanco. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Abstracción formal de genital masculino con inserto de un conector plástico.</p> <p>Material: Silicona. Color: Piel. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Conducto uretral masculino de 16 cm de largo.</p> <p>Material: Silicona. Color: Transparente. Cantidad: 1 pz</p>	<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Contenedor de líquido que simula la orina, cuenta con tapón en la parte superior y un empaque de silicona en la parte inferior.</p> <p>Material: PLA, Silicona. Color: Blanco. Cantidad: 1 pz</p>
	<p>PREVISUALIZACIÓN DE ENSAMBLE ARMADO</p> <p>Instrucciones de armado:</p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar, con poca presión, el conducto uretral dentro del empaque de silicona ubicado en la parte inferior de la vejiga. Posteriormente, colocar con presión, el conducto uretral a la parte inferior del conector del genital. 			<p>PREVISUALIZACIÓN DE ENSAMBLE ARMADO</p> <p>Instrucciones de armado:</p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar, con poca presión, el conducto uretral dentro del empaque de silicona ubicado en la parte inferior de la vejiga. Posteriormente, colocar con presión, el conducto uretral a la parte inferior del conector del genital. 	

INSTRUCTIVO DE ARMADO

SIMULADOR FEMENINO



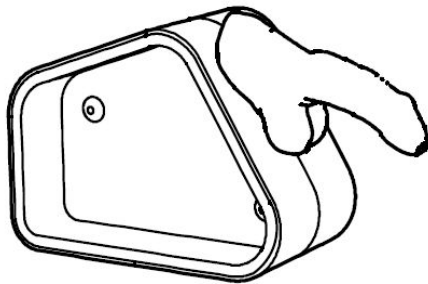
SIMULADOR MASCULINO



Instrucciones de armado:

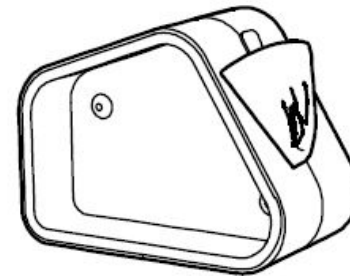
1. En cualquiera de los casos (masculino o femenino), insertar el ENSAMBLE INTERNO dentro de la ENVOLVENTE LD.
2. Posteriormente, colocar la ENVOLVENTE LI y enseguida ubicar los TORNILLOS para el cierre de la pieza.

SIMULADOR FEMENINO



Vista en perspectiva frontal

SIMULADOR MASCULINO

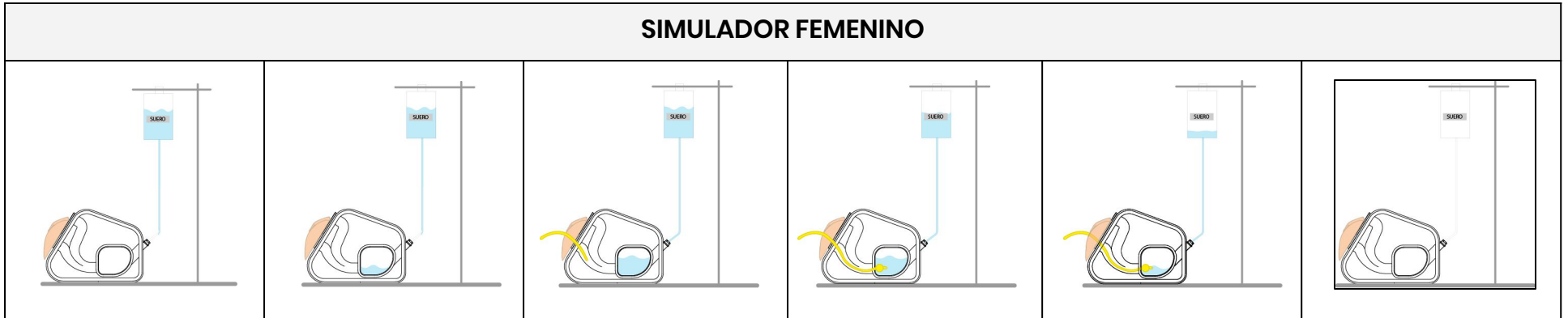


Vista en perspectiva frontal

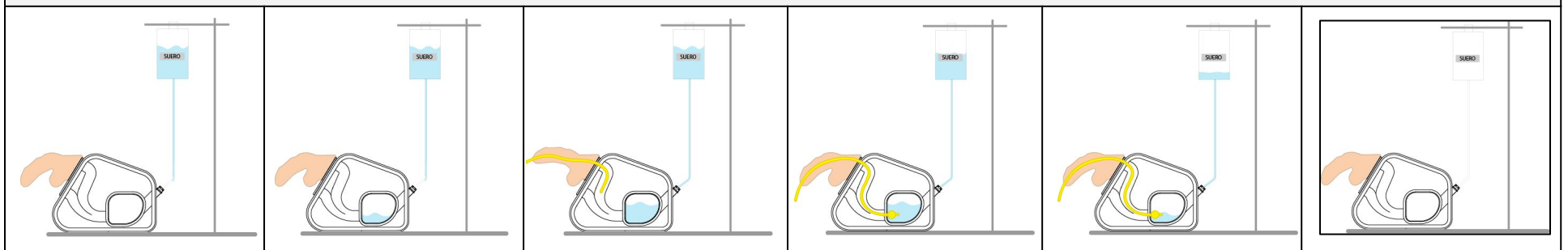
DIAGRAMA DE USO

En cualquiera de los dos casos (masculino o femenino), seguir estas recomendaciones:

SIMULADOR FEMENINO



SIMULADOR MASCULINO



1. LIMPIEZA DE GENITALES

Ubicar el simulador de drenaje vesical sobre una superficie plana. Realizar el procedimiento previo de limpieza en los genitales y, posteriormente cubrir con un campo el simulador dejando descubierto el genital.

2. LLENADO

Desprender el tapón de la vejiga para insertar el conector de suero en la cavidad de la misma. Conectar la manguera del suero permitiendo el llenado con 125 ml aprox. de líquido.

3. INTRODUCCIÓN DE SONDA

Introducir la SONDA FOLEY a través del CONDUCTO URETRAL hacia la vejiga.

4. ASEGURAR LA SONDA

Con ayuda de una jeringa, introducir aire a la SONDA FOLEY. Posteriormente, verificar que la sonda se mantenga al interior de la vejiga.

5. DRENAJE DE VEJIGA

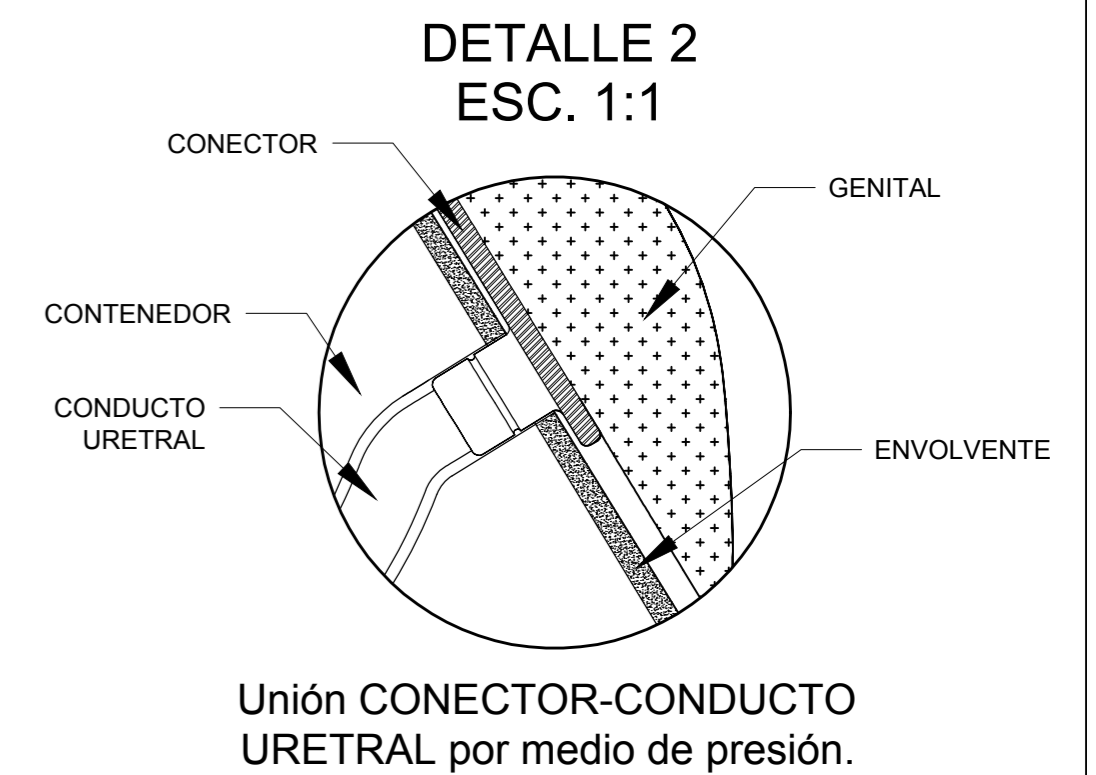
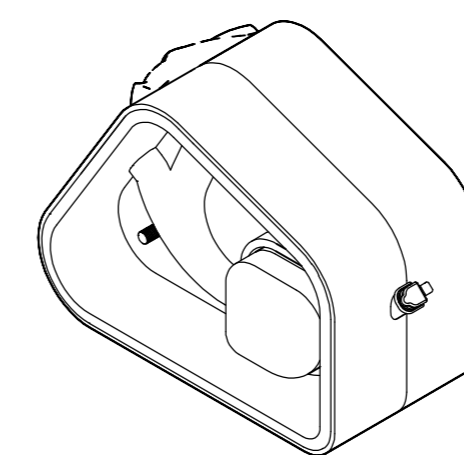
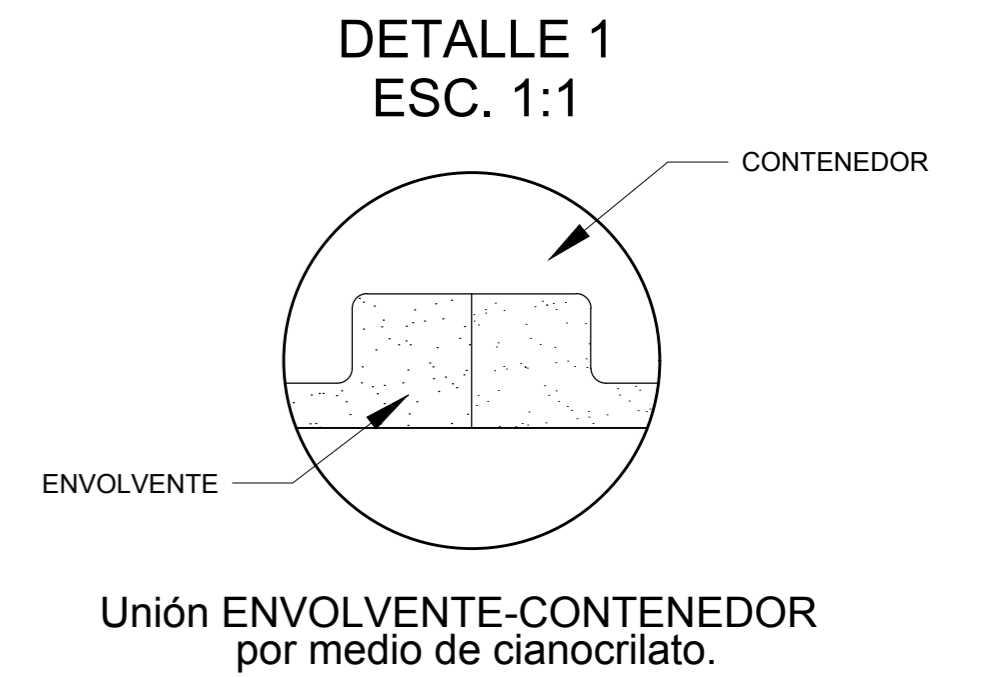
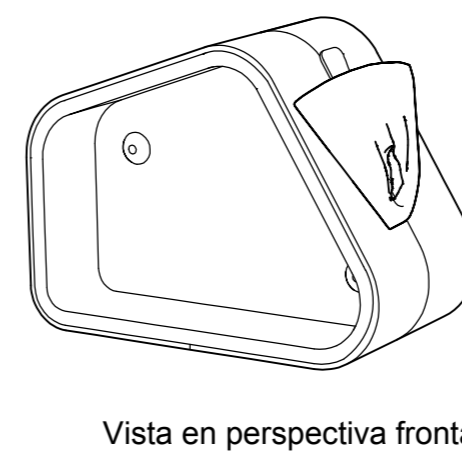
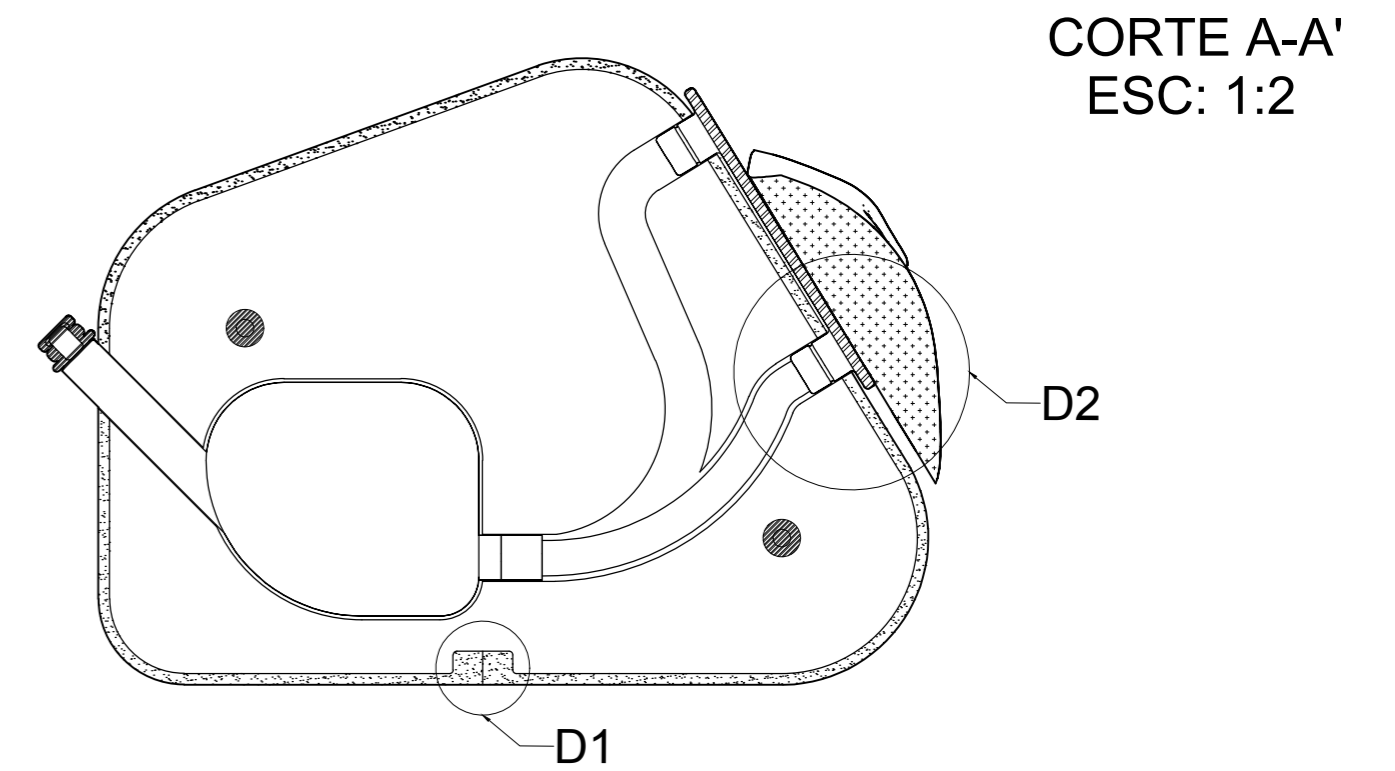
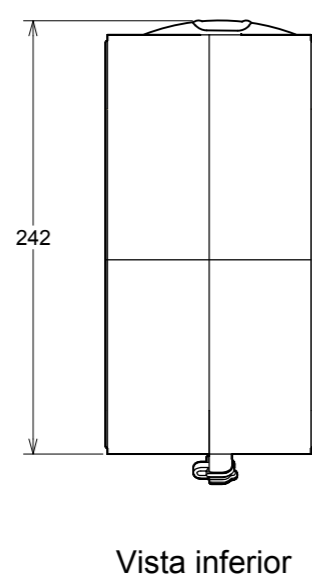
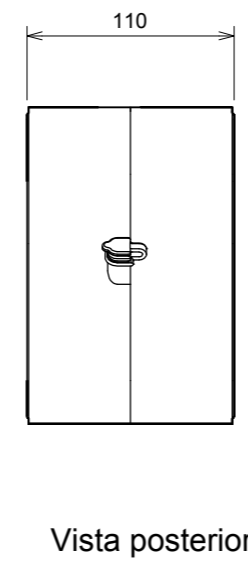
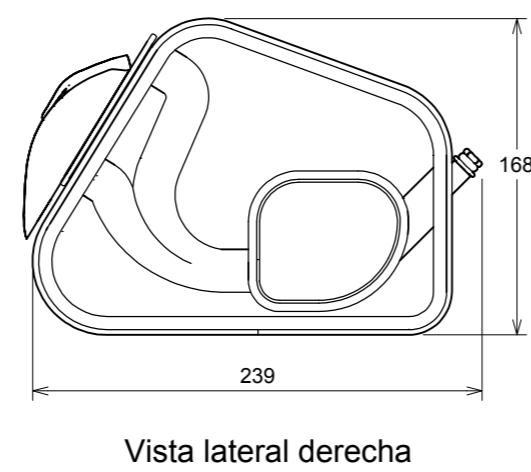
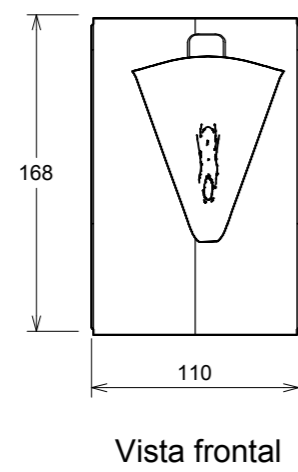
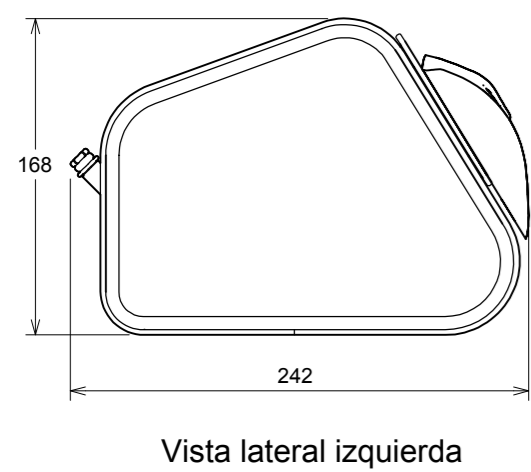
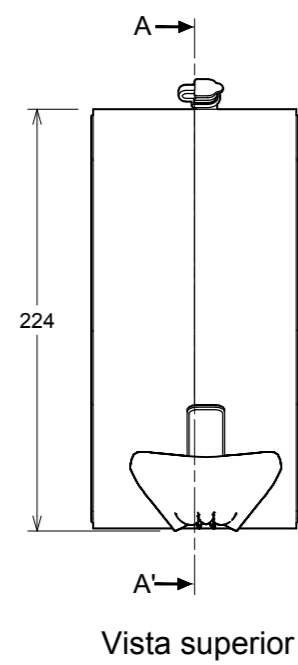
Colocar un recipiente para recolectar el líquido saliente de la vejiga

3. RETIRO DE SONDA

Después de desconectar la jeringa de la SONDA FOLEY, retirarla del CONDUCTO URETRAL.

D. PLANOS TÉCNICOS

Los planos técnicos que se presentan a continuación se realizaron de acuerdo al formato solicitado por la Coordinación de Innovación y Desarrollo para solicitar el Registro de Diseño Industrial.



UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL

PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL

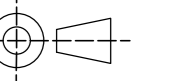
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

NOMBRE DE PLANO: SIMULADOR FEMENINO

TIPO: VISTAS GENERALES

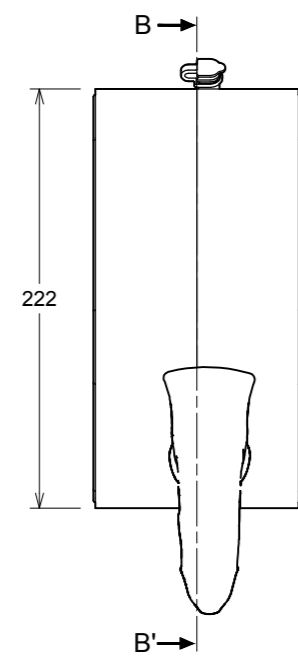
FECHA: 11-noviembre-19

COTAS: mm ESCALA: 1:4

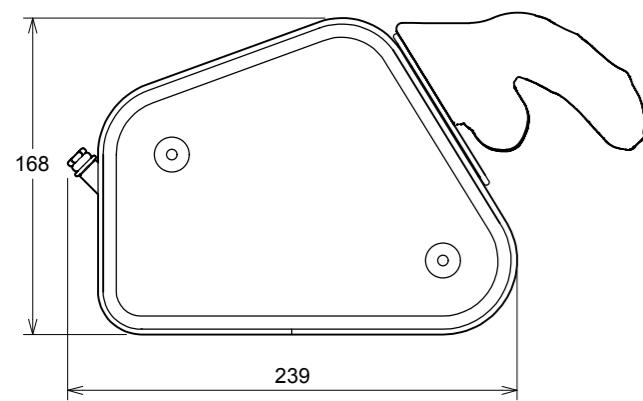


A-2

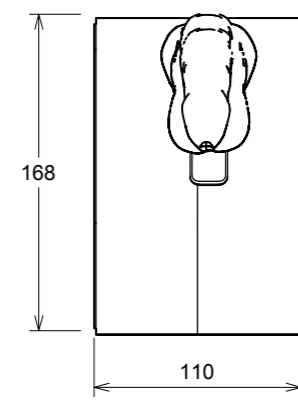
1/11



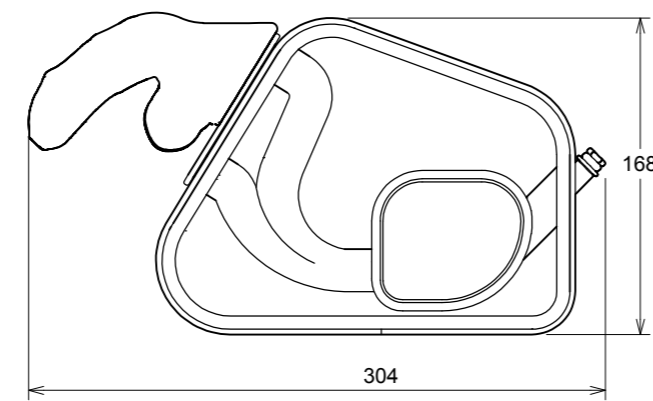
Vista superior



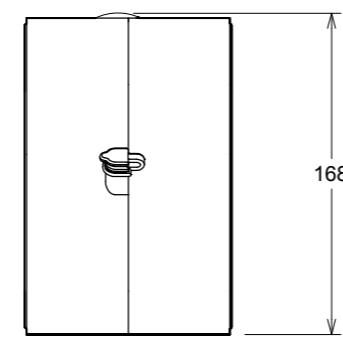
Vista lateral izquierda



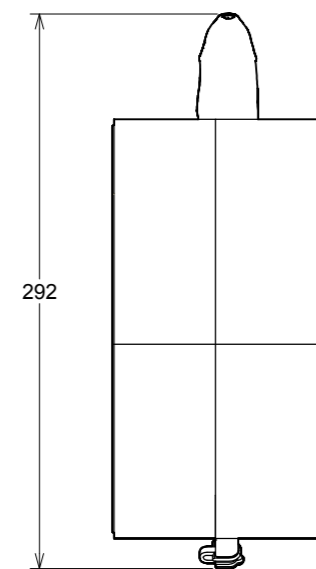
Vista frontal



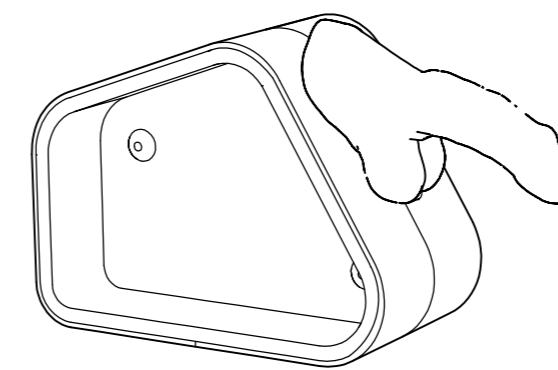
Vista lateral derecha



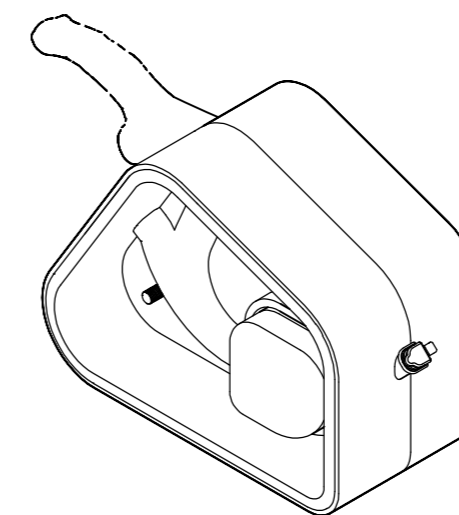
Vista posterior



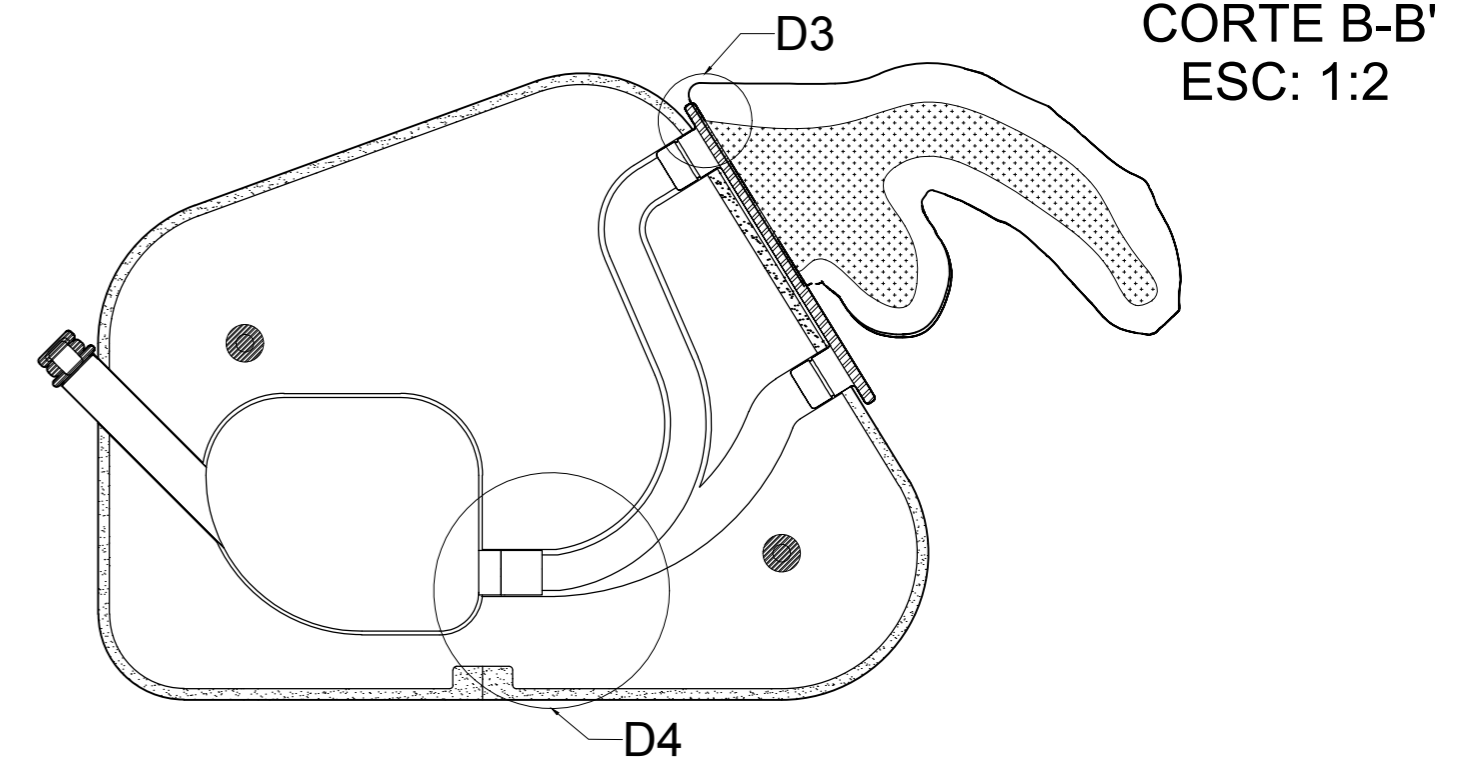
Vista inferior



Vista en perspectiva frontal



Vista en perspectiva posterior



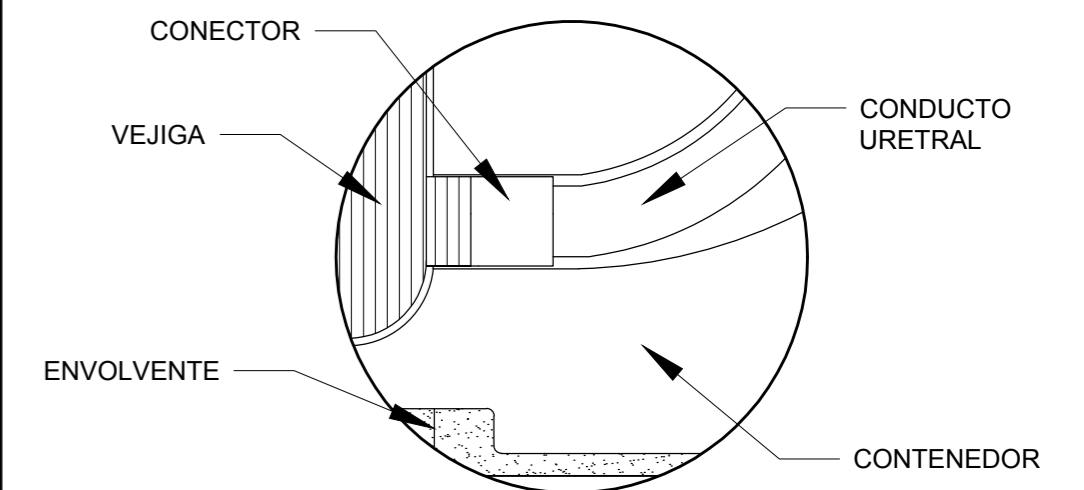
CORTE B-B'
ESC: 1:2

DETALLE 3
ESC. 1:1



Unión ENVOLVENTE-CONTENEDOR por medio de cianocrilato.

DETALLE 4
ESC. 1:1



Unión CONECTOR-CONDUCTO URETRAL por medio de presión.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL

PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL

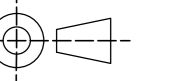
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

NOMBRE DE PLANO: SIMULADOR MASCULINO

TIPO: VISTAS GENERALES

FECHA: 11-noviembre-19

COTAS: mm ESCALA: 1:4

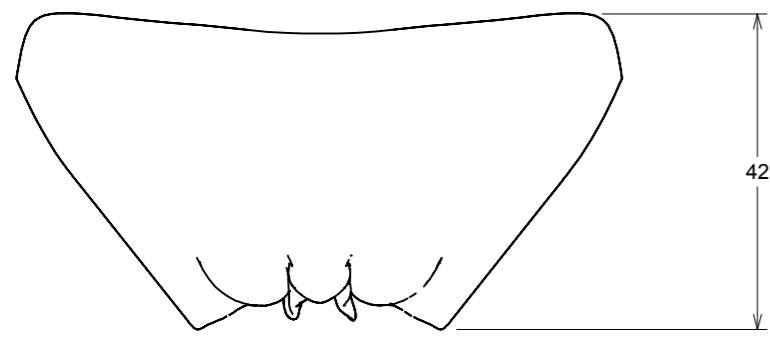
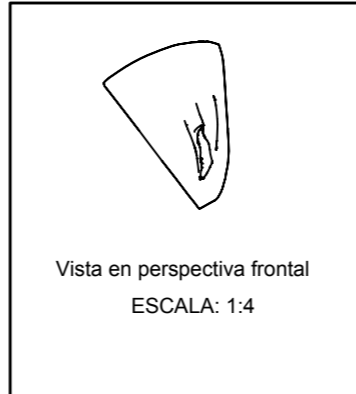


A-2

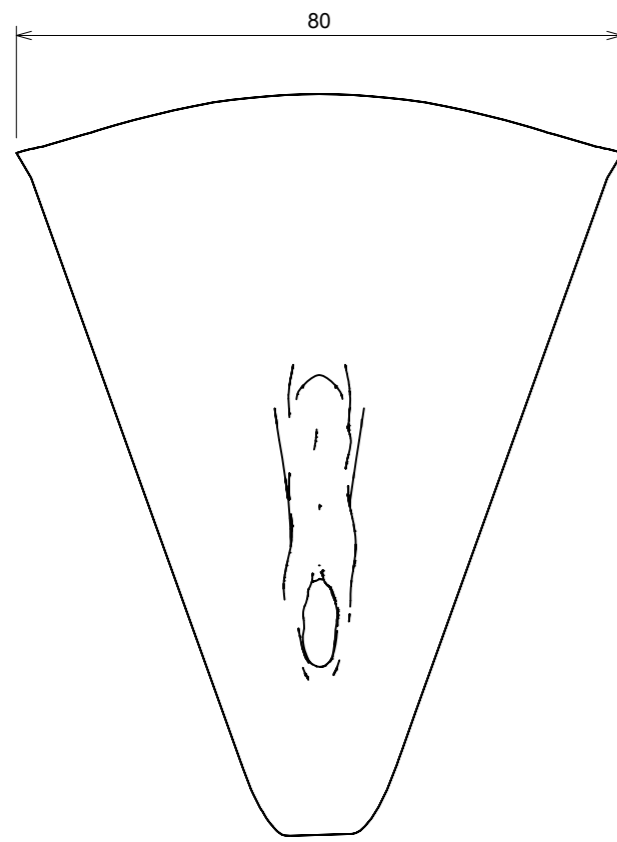
2/11

ESCALA: 1:1

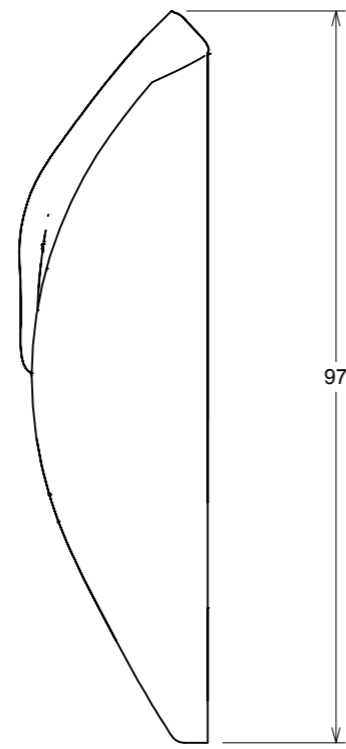
PIEZA: GENITALES FEMENINO



Vista superior



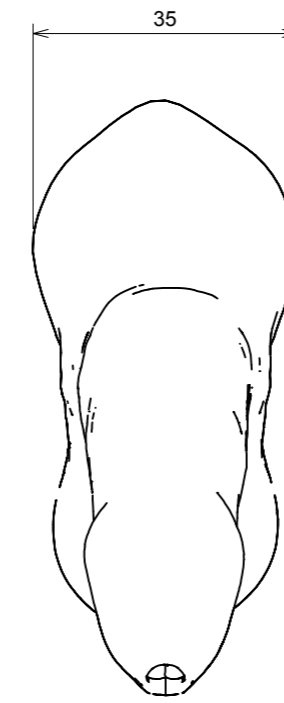
Vista frontal



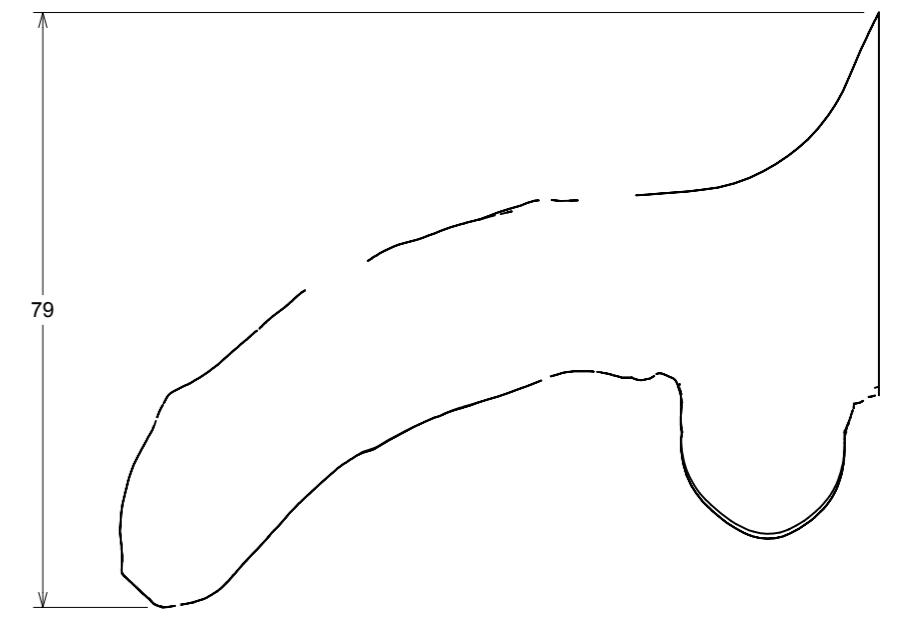
Vista lateral derecha

ESCALA: 1:1

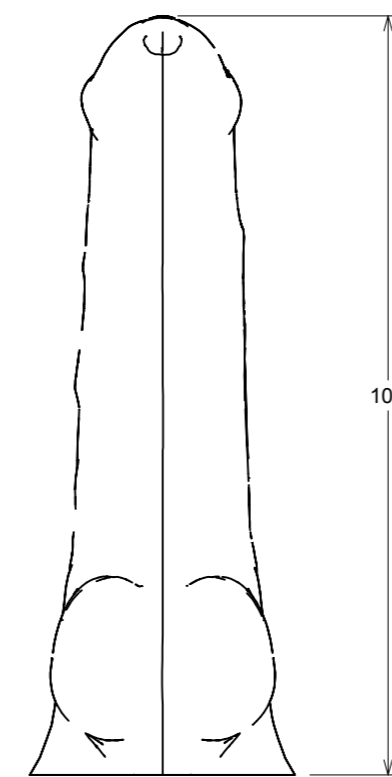
PIEZA: GENITALES FEMENINO



Vista frontal



Vista lateral

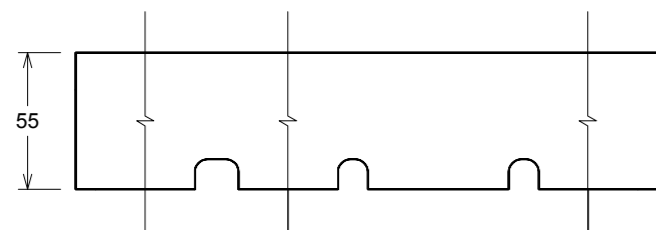
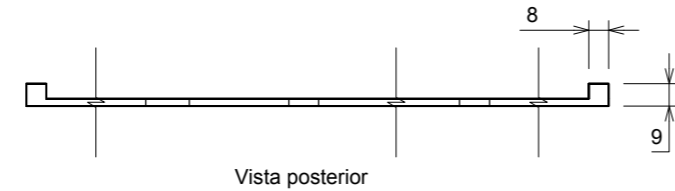
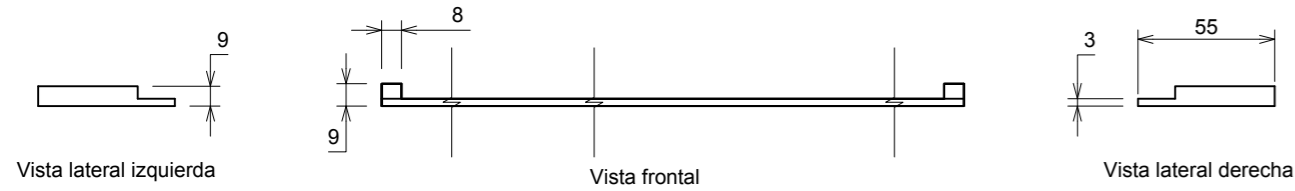
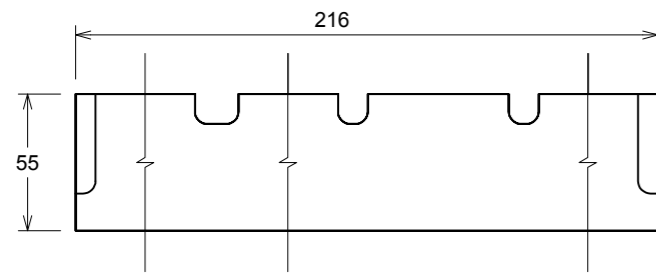
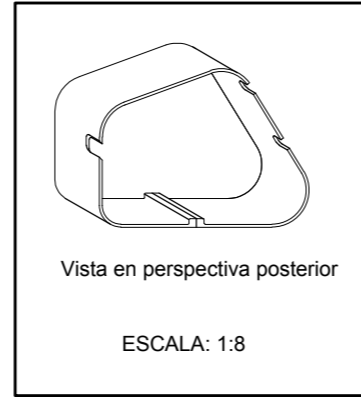


Vista inferior

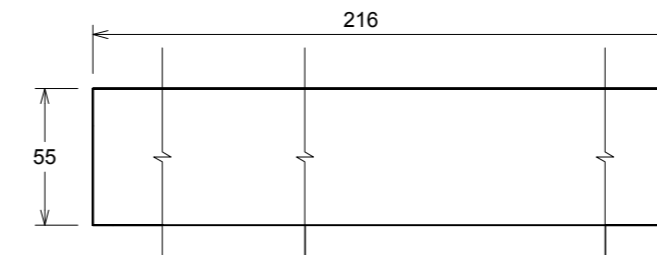
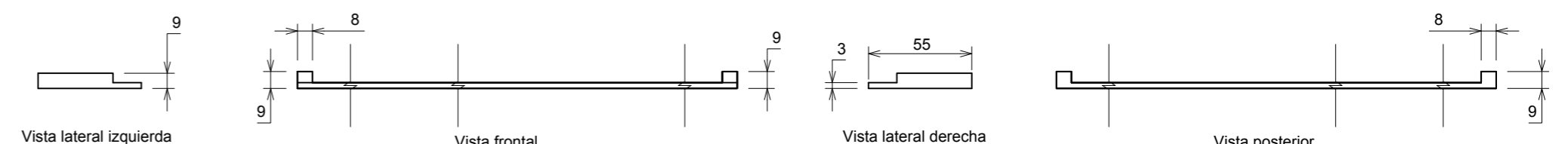
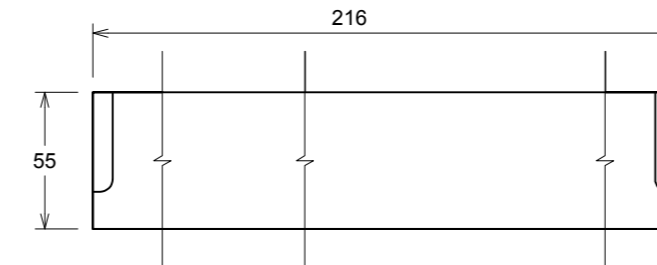
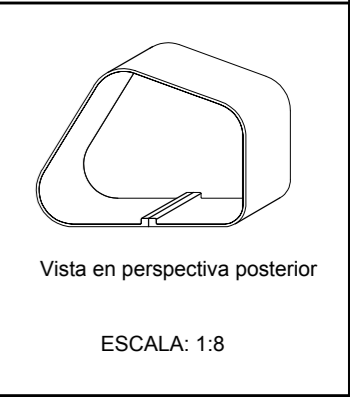
NOTA: Estas piezas fueron adquiridas en la plataforma <https://3dwarehouse.sketchup.com/>

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL		COTAS: mm ESCALA: referida
PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL		
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA		
NOMBRE DE PLANO: GENITALES	TIPO: DESPIECE	FECHA: 11-noviembre-19

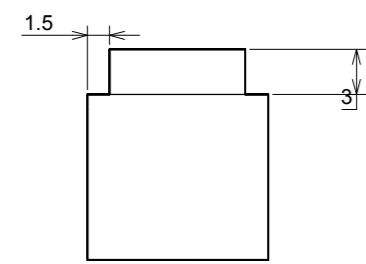
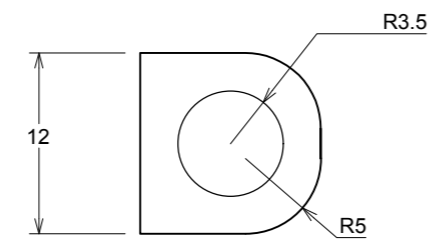
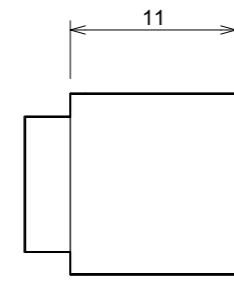
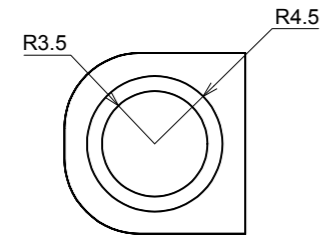
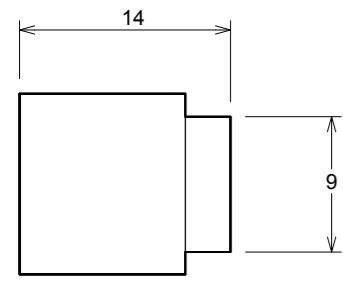
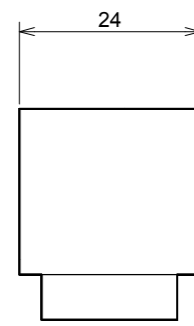
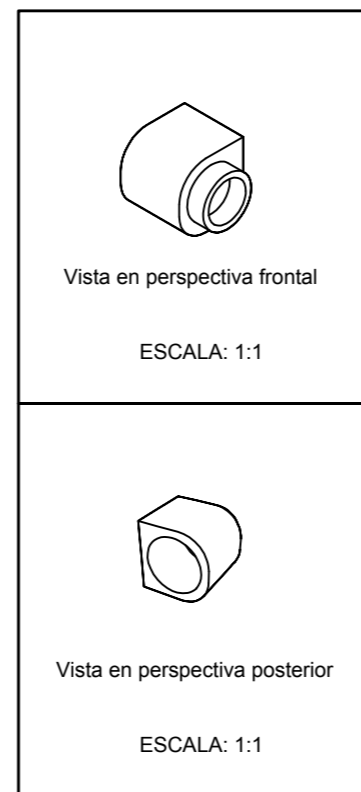
ESCALA: 1:3
PIEZA: ENVOLVENTE LI



ESCALA: 1:3
PIEZA: ENVOLVENTE LD

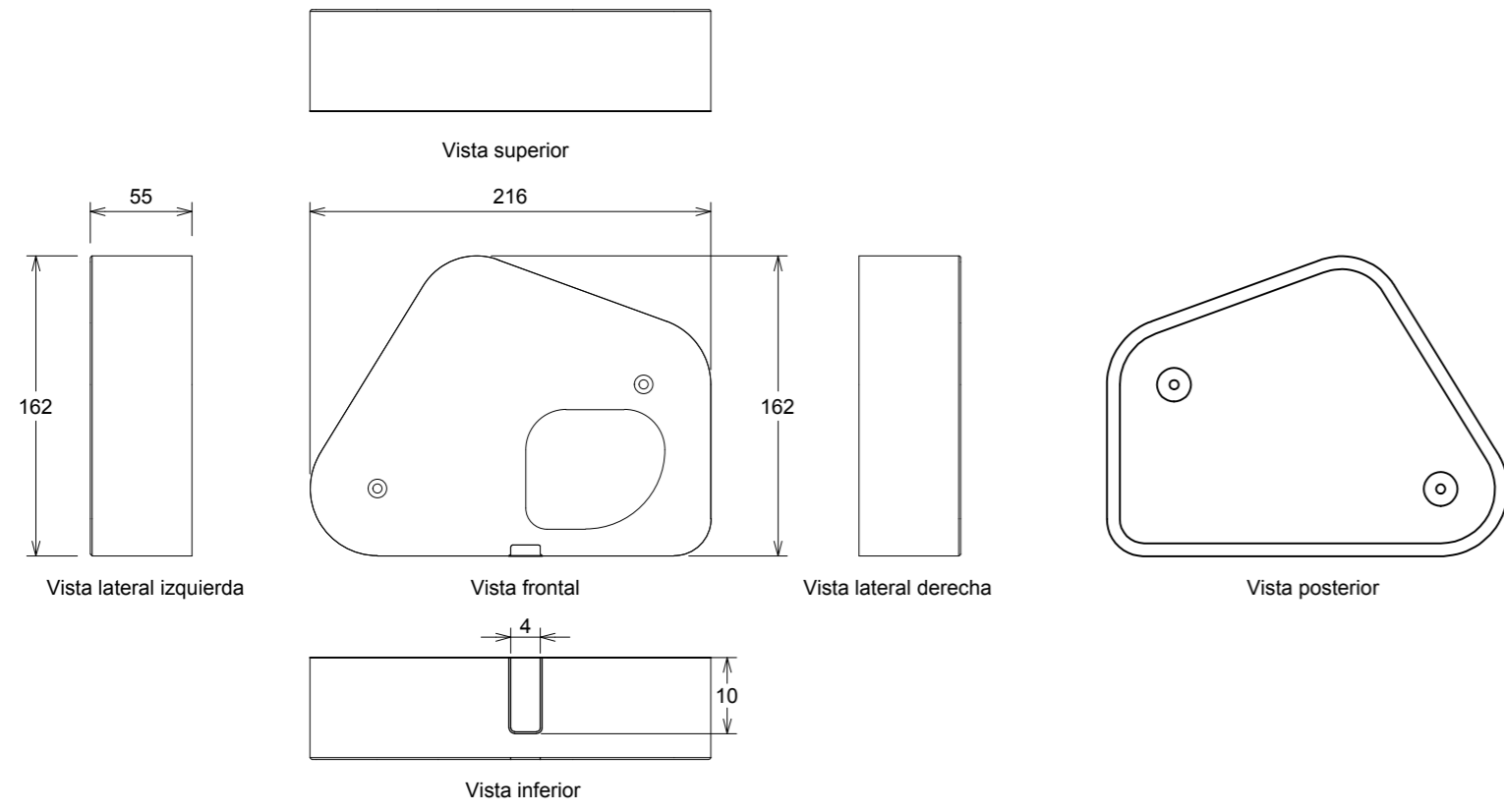


ESCALA: 2:1
PIEZA: CONECTOR CONDUCTO-VEJIGA



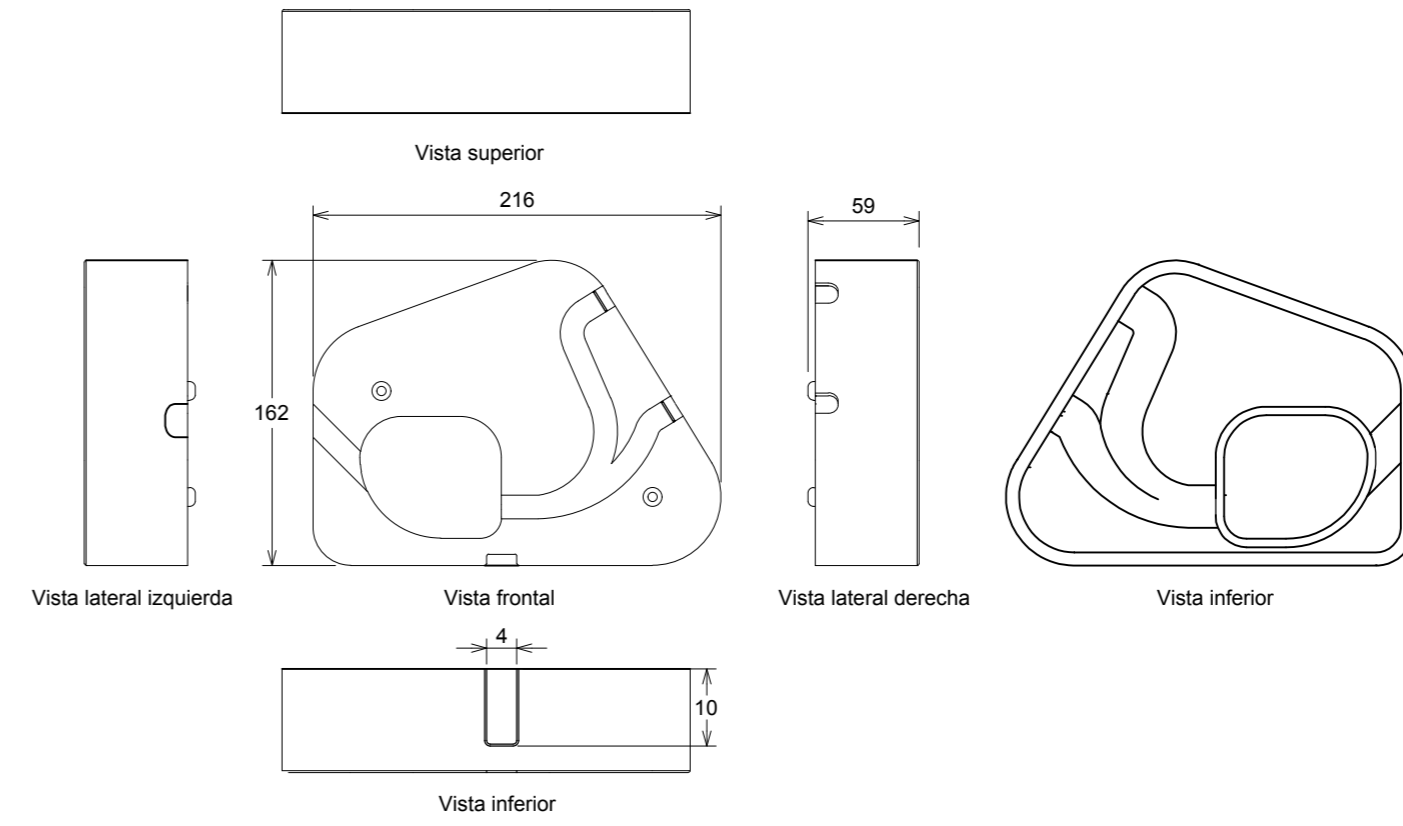
UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL		COTAS: mm ESCALA: referida
PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL		
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA		
NOMBRE DE PLANO: PIEZAS DE SILICONA	TIPO: DESPIECE	FECHA: 11-noviembre-19

ESCALA: 1:3
PIEZA: ENVOLVENTE LI



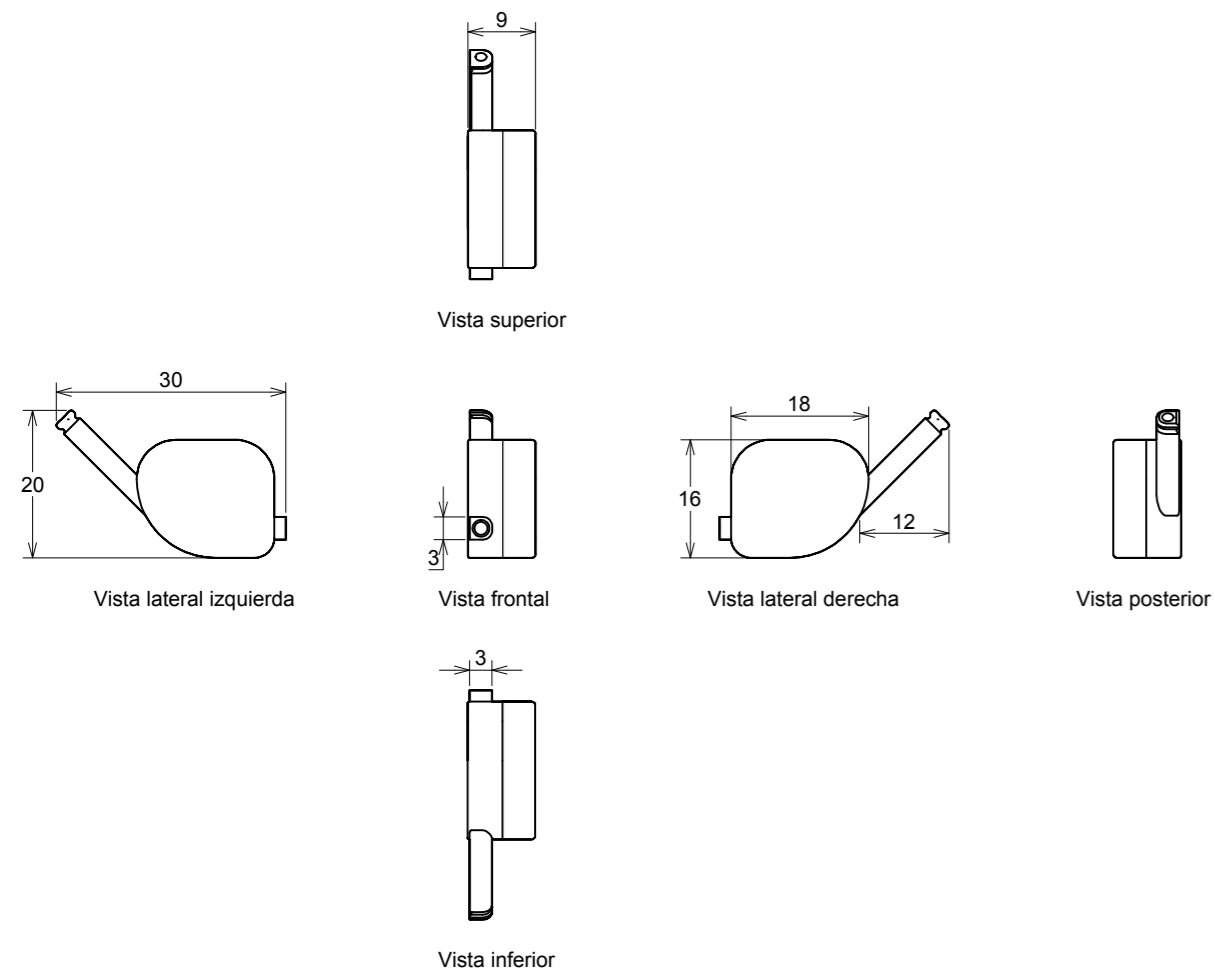
NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"

ESCALA: 1:3
PIEZA: ENVOLVENTE LD



NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"

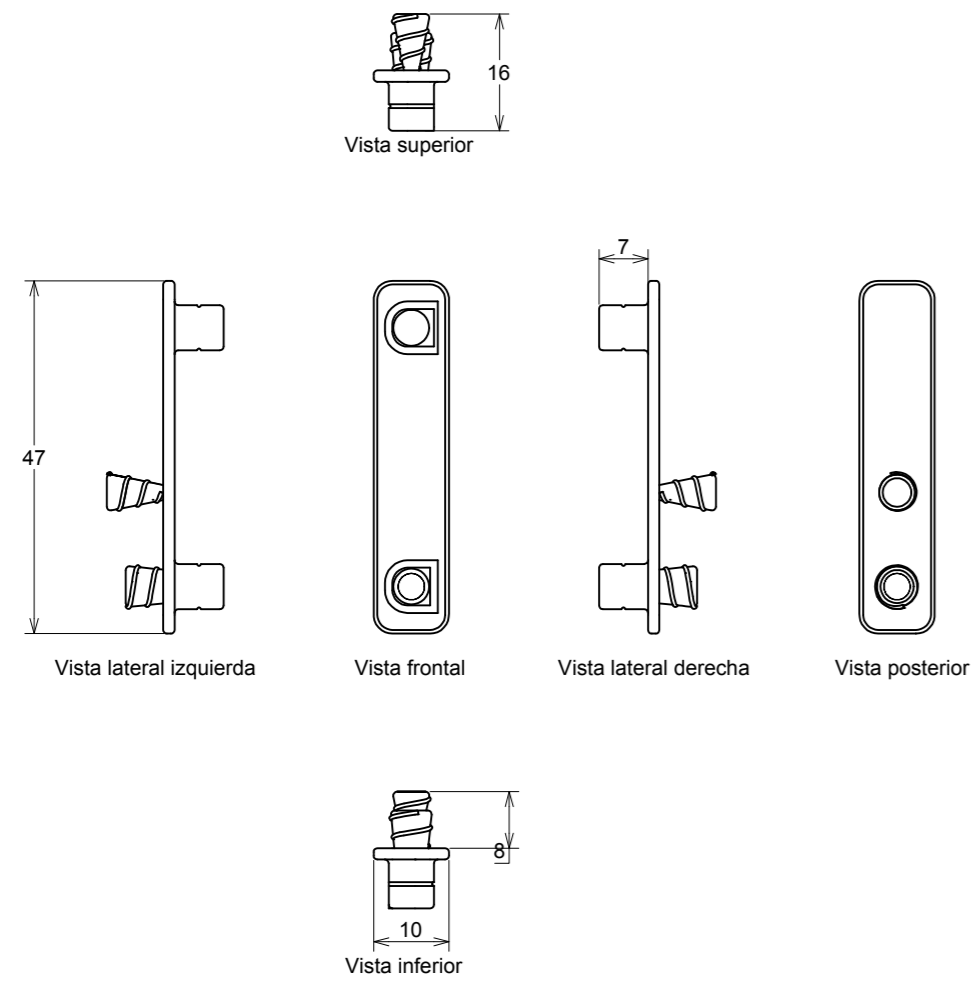
ESCALA: 1:4
PIEZA: VEJIGA



NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL		COTAS: mm ESCALA: referida
PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL		
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA		
NOMBRE DE PLANO: PIEZAS DE PLA	TIPO: DESPIECE	FECHA: 11-noviembre-19

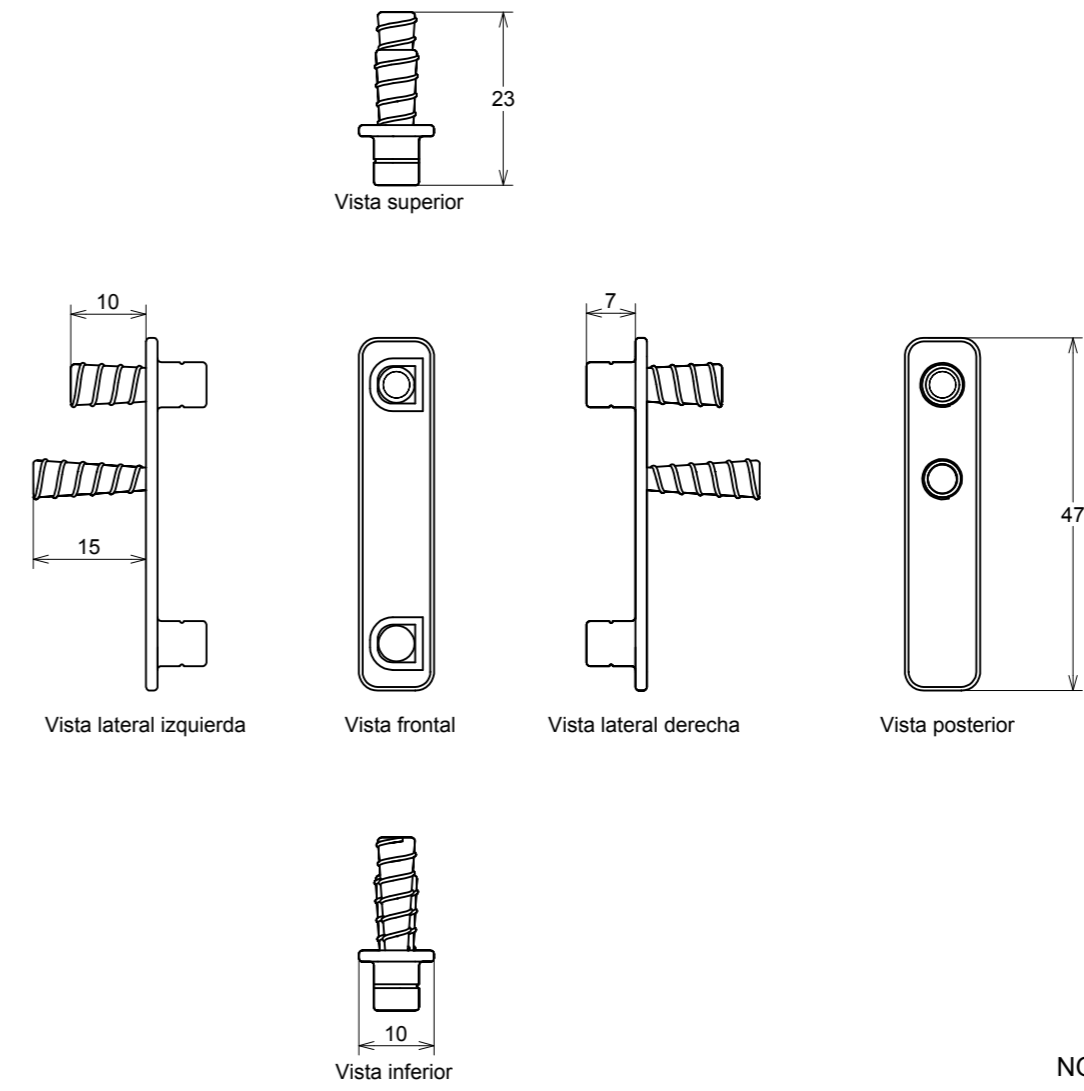
ESCALA: 1:2
PIEZA: CONECTOR F



NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"



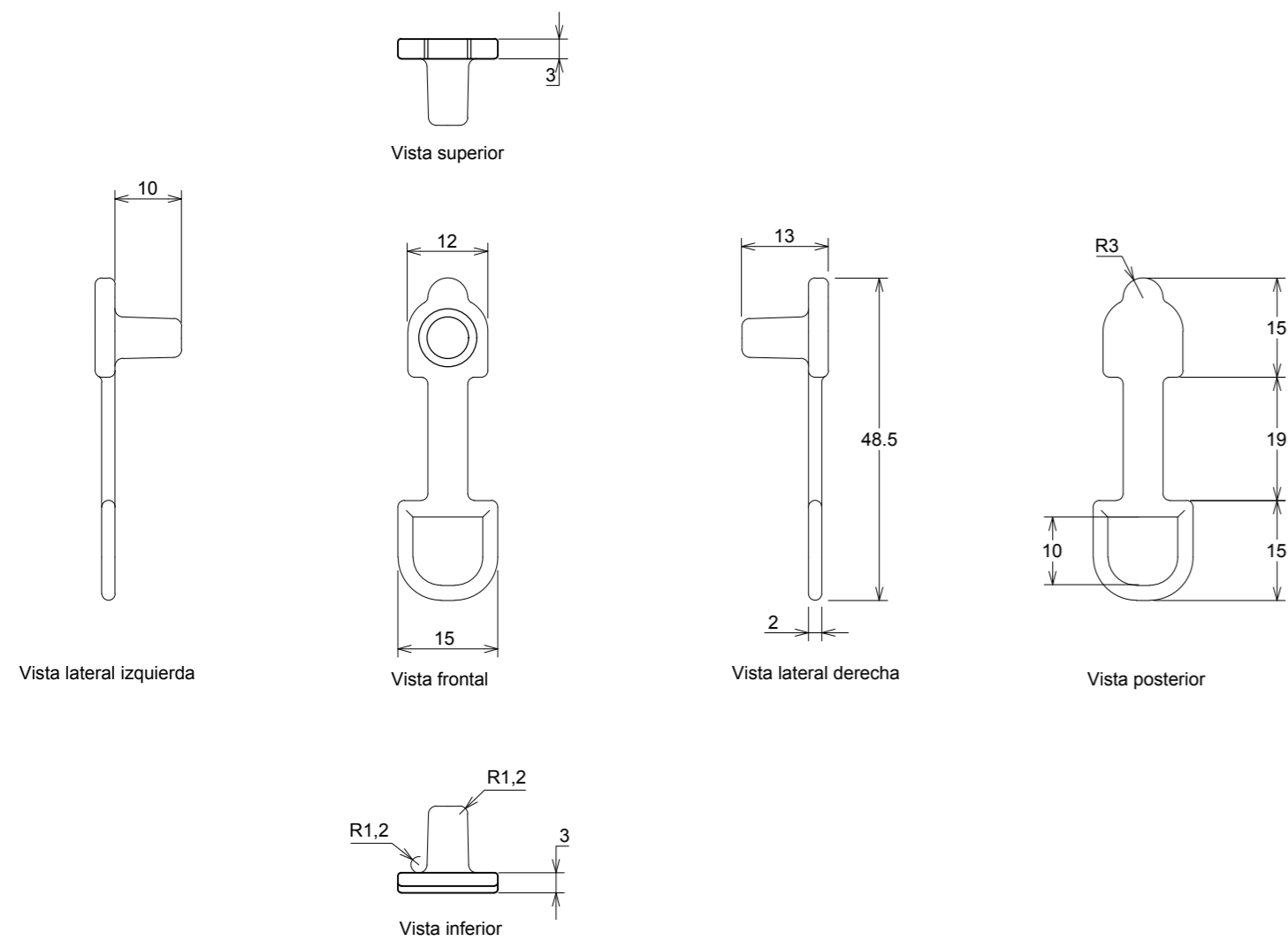
ESCALA: 1:2
PIEZA: CONECTOR M



NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"



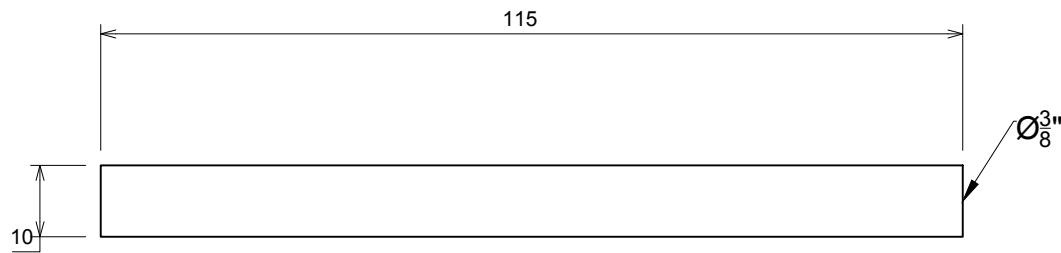
ESCALA: 1:1
PIEZA: TAPA PARA VEJIGA



NOTA: Esta pieza está ubicada en la carpeta "MODELADOS"



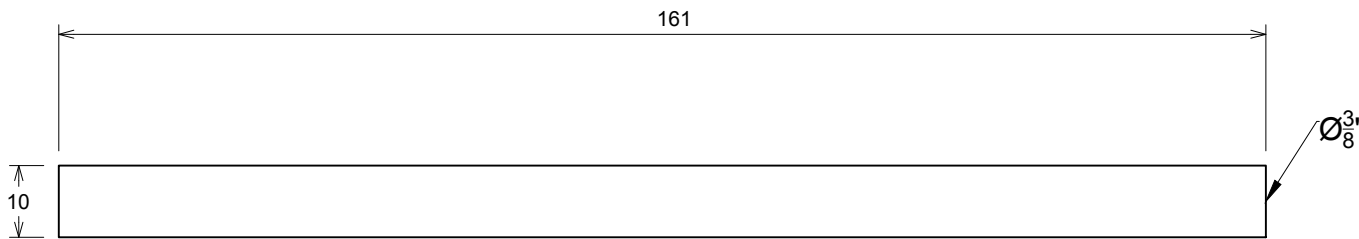
UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL			COTAS: mm ESCALA: referida
PROYECTO DE TITULACIÓN: SIMULADOR PARA DRENAJE VESICAL			
DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA			
NOMBRE DE PLANO: PIEZAS PLA FLEXIBLE	TIPO: DESPIECE	FECHA: 11-noviembre-19	A-2 6/11



CONDUCTO URETRAL FEMENINO



ESC 1:2
ISOMÉTRICO



CONDUCTO URETRAL MASCULINO



ESC 1:2
ISOMÉTRICO

NOTA: La previsualización de las piezas en isométrico es la forma que adopta la manguera dentro del simulador.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - DISEÑO INDUSTRIAL

COTAS: mm
ESCALA: referida

PROYECTO DE TITULACIÓN: DRESICAL - SIMULADOR DE DRENAJE VESICAL

DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

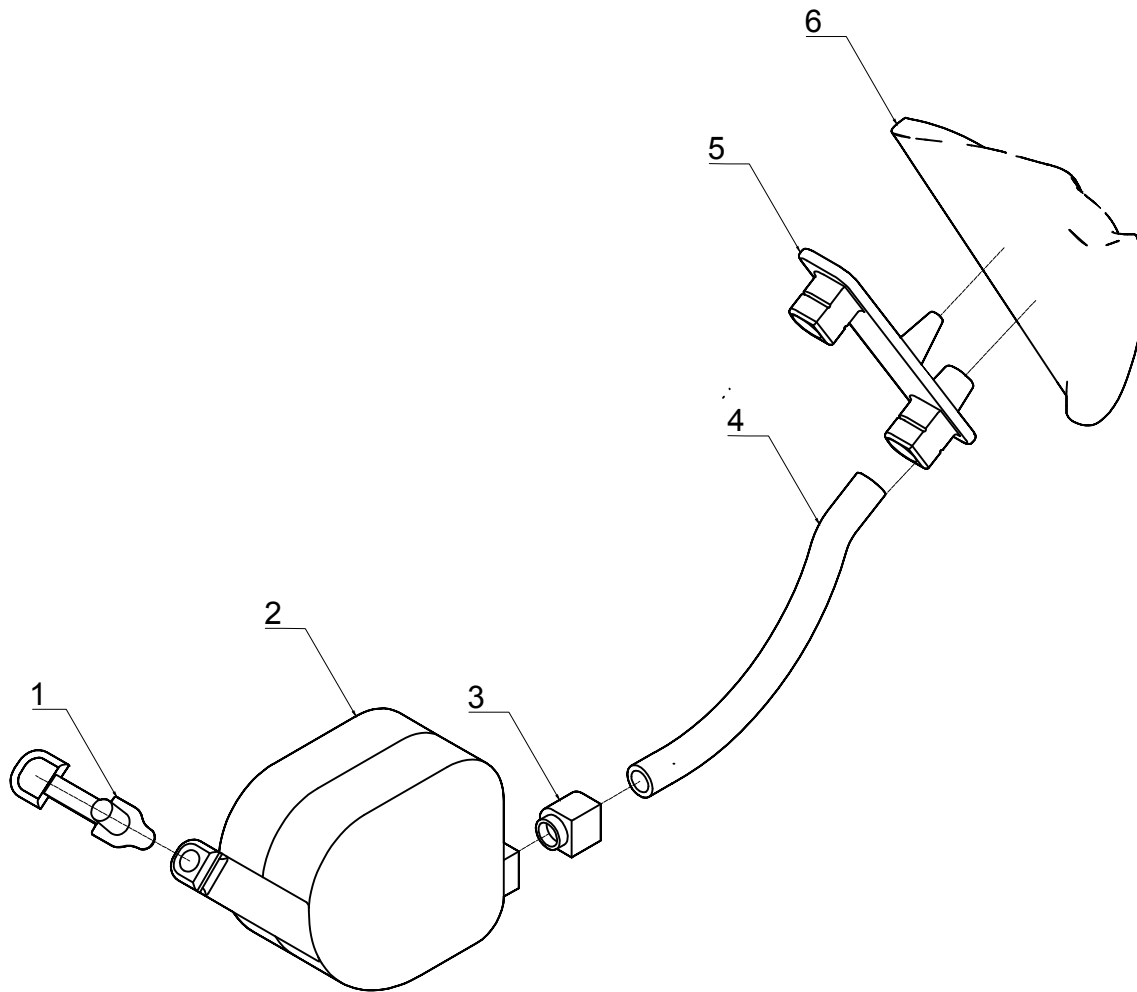
NOMBRE DE PLANO: CONDUCTO URETRAL

TIPO: DESPIECE

FECHA: 11-noviembre-19

A-4

7/11



6	1	Genitales Femenino	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
5	1	Conector Femenino	PLA FLEX.	Marca: COLOR FAB
4	1	Conducto uretral Femenino	Tubo de silicón	Dimensiones: 1/4"x1/8"x3m.
3	1	Conector Conducto-vejiga	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
2	1	Vejiga	PLA	Marca: COLOR PLUS
1	1	Tapa para vejiga	PLA FLEX.	Marca: COLOR FAB
No.	Ct.	DESIGNACIÓN	MATERIAL	OBSERV.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - DISEÑO INDUSTRIAL

COTAS: referidas
ESCALA: 1:2

PROYECTO DE TITULACIÓN: DRESICAL - SIMULADOR DE DRENAJE VESICAL

DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

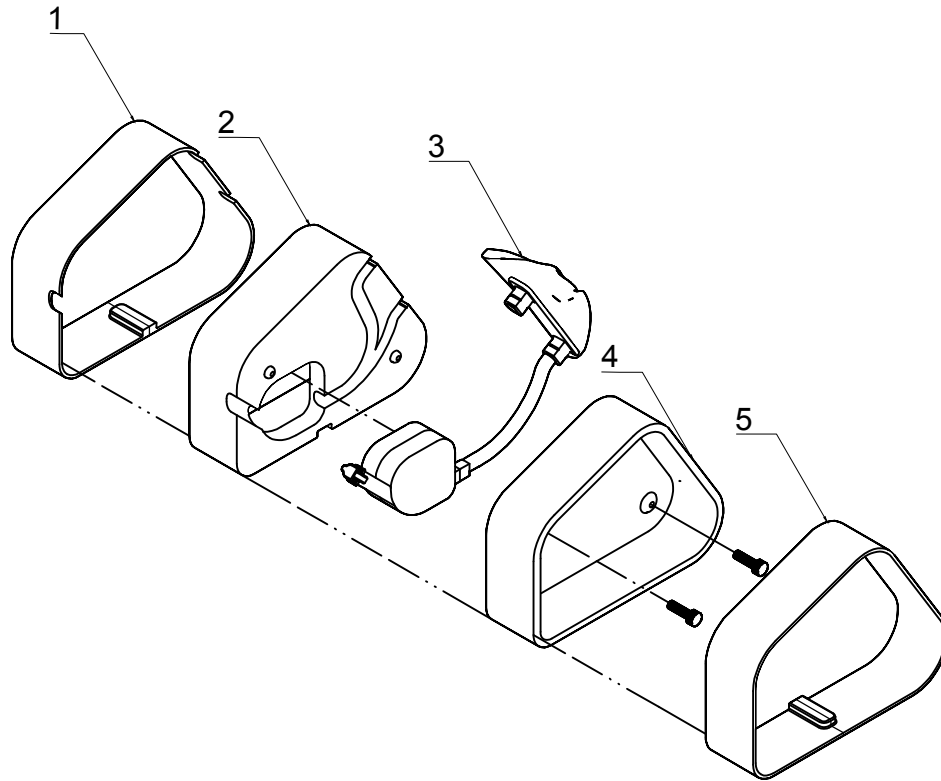
NOMBRE DE PLANO: PIEZAS INTERIORES - FEMENINO

TIPO: EXPLOSIVA

FECHA: 11-noviembre-19

A-4

8/11



5	1	Envolvente LD	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
4	1	Contenedor LD	PLA	Marca: COLOR FAB
3	1	Interior Femenino	Varios	Ver plano: "Explosiva Interior - Femenino"
2	1	Contenedor LI	PLA	Marca: COLOR FAB
1	1	Envolvente LI	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
No.	Ct.	DESIGNACIÓN	MATERIAL	OBSERV.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - DISEÑO INDUSTRIAL

PROYECTO DE TITULACIÓN: DRESICAL - SIMULADOR DE DRENAJE VESICAL

DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

NOMBRE DE PLANO: PIEZAS GENERALES - FEMENINO

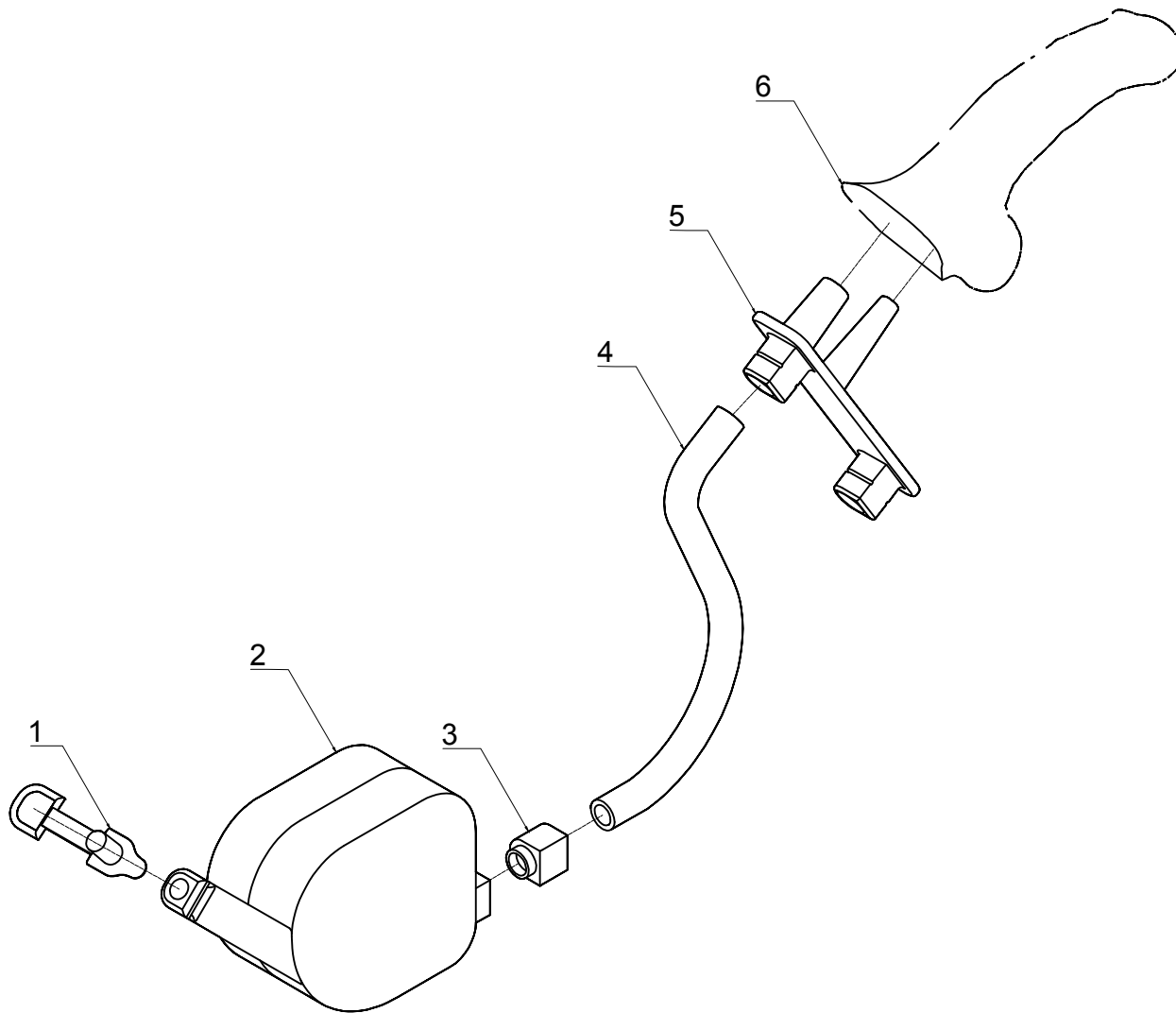
TIPO: EXPLOSIVA

FECHA: 11-noviembre-19

COTAS: referidas
ESCALA: 1:5

A-4

9/11



6	1	Genitales Masculino	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
5	1	Conector Masculino	PLA FLEX.	Marca: COLOR FAB
4	1	Conducto uretral Masculino	Tubo de silicón	Dimensiones: 1/4"x1/8"x3m.
3	1	Conector Conducto-vejiga	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
2	1	Vejiga	PLA	Marca: COLOR PLUS
1	1	Tapa para vejiga	PLA FLEX.	Marca: COLOR FAB
No.	Ct.	DESIGNACIÓN	MATERIAL	OBSERV.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - DISEÑO INDUSTRIAL

COTAS: referidas
ESCALA: 1:2

PROYECTO DE TITULACIÓN: DRESICAL - SIMULADOR DE DRENAJE VESICAL

DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

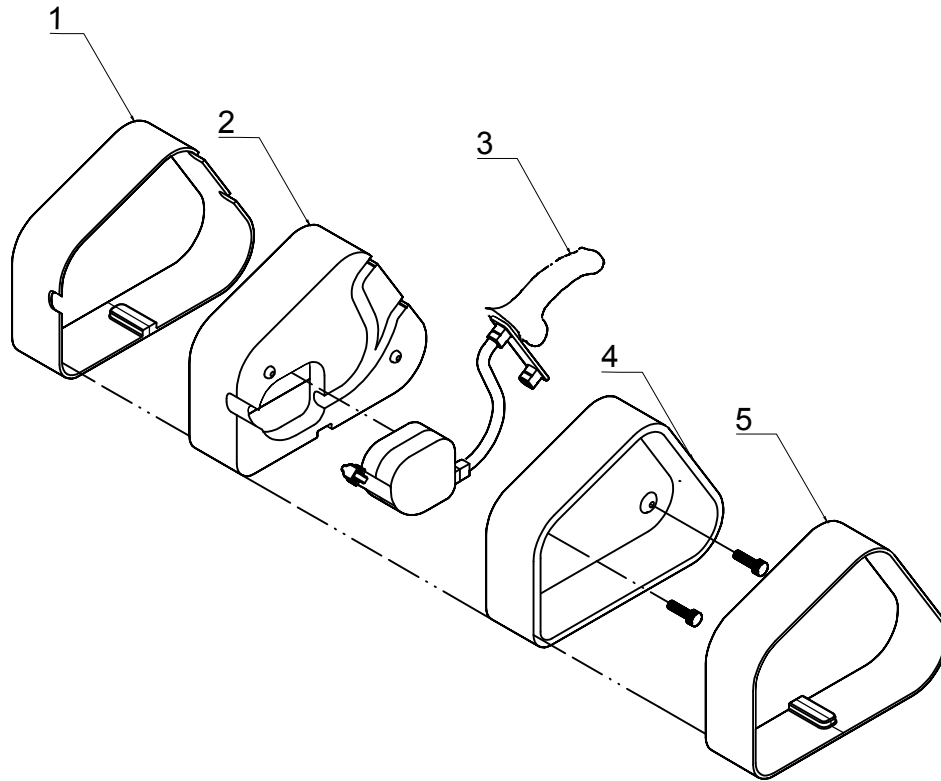
NOMBRE DE PLANO: PIEZAS INTERIORES - MASCULINO

TIPO: EXPLOSIVA

FECHA: 11-noviembre-19

A-4

10/11



5	1	Envolvente LD	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
4	1	Contenedor LD	PLA	Marca: COLOR FAB
3	1	Interior Masculino	Varios	Ver plano: "Explosiva Interior - Masculino"
2	1	Contenedor LI	PLA	Marca: COLOR FAB
1	1	Envolvente LI	Silicona	Smooth On - Dragon Skin 30
No.	Ct.	DESIGNACIÓN	MATERIAL	OBSERV.

UNAM - FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN - DISEÑO INDUSTRIAL

PROYECTO DE TITULACIÓN: DRESICAL - SIMULADOR DE DRENAJE VESICAL

DISEÑO POR: VICTORIA ESCALANTE Y ELIZABET ZÚÑIGA

NOMBRE DE PLANO: PIEZAS GENERALES - MASCULINO

TIPO: EXPLOSIVA

FECHA: 11-noviembre-19

COTAS: referidas
ESCALA: 1:5

A-4

11/11