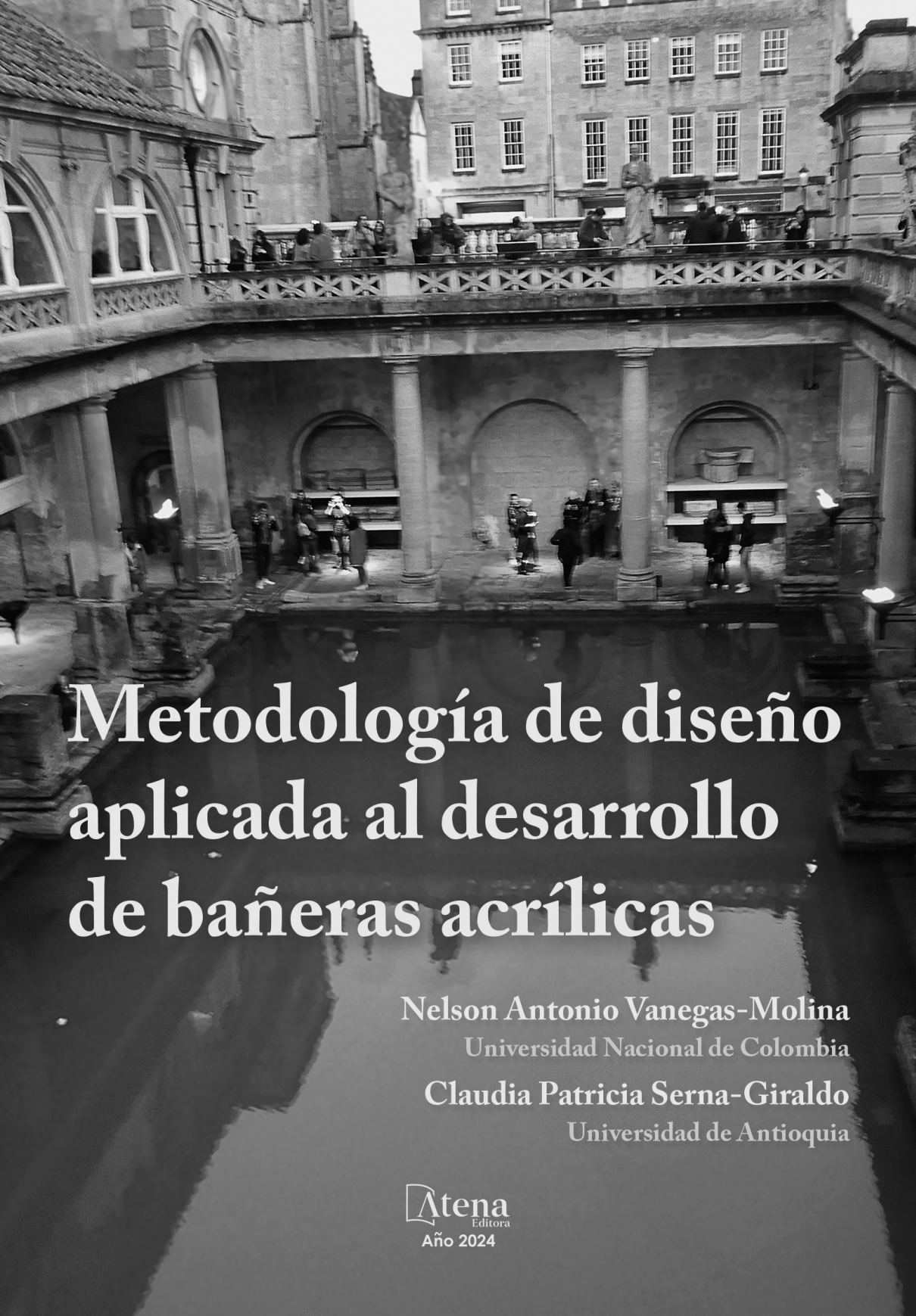


# Metodología de diseño aplicada al desarrollo de bañeras acrílicas

Nelson Antonio Vanegas-Molina  
Universidad Nacional de Colombia  
Claudia Patricia Serna-Giraldo  
Universidad de Antioquia

  
Año 2024



# Metodología de diseño aplicada al desarrollo de bañeras acrílicas

Nelson Antonio Vanegas-Molina

Universidad Nacional de Colombia

Claudia Patricia Serna-Giraldo

Universidad de Antioquia

  
Atena  
Editora  
Año 2024

**Editora jefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora ejecutiva**

Natalia Oliveira

**Asistente editorial**

Flávia Barão

**Bibliotecario**

Janaina Ramos

**Proyecto gráfico**

Camila Alves de Cremona

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imágenes de portada**

Santiago Vanegas Serna

**Edición de arte**

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Derechos de autor © Atena Editora

Derechos de autor del texto © 2024

Los autores

Derechos de autor de la edición ©

2024 Atena Editora

Derechos de esta edición concedidos a

Atena Editora por los autores.

Publicación de acceso abierto por Atena

Editora



Todo el contenido de este libro tiene una licencia de Creative Commons Attribution License. Reconocimiento-No Comercial-No Derivados 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representan necesariamente la posición oficial de Atena Editora. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos a los autores, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.

Todos los manuscritos fueron previamente sometidos a evaluación ciega por pares, miembros del Consejo Editorial de esta editorial, habiendo sido aprobados para su publicación con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

Atena Editora se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o entonces, resultados fraudulentos y evitando que los intereses económicos comprometan los estándares éticos de la publicación. Las situaciones de sospecha de mala conducta científica se investigarán con el más alto nivel de rigor académico y ético.

**Consejo Editorial****Ciencias Exactas y de la Tierra e Ingeniería**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Régina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

# Metodología de diseño aplicada al desarrollo de bañeras acrílicas

**Diagramación:** Ellen Andressa Kubisty  
**Corrección:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexación:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisión:** Los autores  
**Autores:** Nelson Antonio Vanegas-Molina  
Claudia Patricia Serna-Giraldo

<b>Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)</b>	
V252	<p>Vanegas-Molina, Nelson Antonio Metodología de diseño aplicada al desarrollo de bañeras acrílicas / Nelson Antonio Vanegas-Molina, Claudia Patricia Serna-Giraldo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acceso: World Wide Web Inclui bibliografía ISBN 978-65-258-2742-1 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.421243007">https://doi.org/10.22533/at.ed.421243007</a></p> <p>1. Diseño. I. Vanegas-Molina, Nelson Antonio. II. Serna- Giraldo, Claudia Patricia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 745.4</p>
<b>Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARACIÓN DE LOS AUTORES

Los autores de este trabajo: 1. Certifican que no tienen ningún interés comercial que constituya un conflicto de interés en relación con el texto publicado; 2. Declaran haber participado activamente en la construcción de los respectivos manuscritos, preferentemente en: a) Concepción del estudio, y/o adquisición de datos, y/o análisis e interpretación de datos; b) Elaboración del artículo o revisión para que el material sea intelectualmente relevante; c) Aprobación final del manuscrito para envío; 3. Acreditan que el contenido publicado está completamente libre de datos y/o resultados fraudulentos; 4. Confirmar la cita y la referencia que sean correctas de todos los datos e interpretaciones de datos de otras investigaciones; 5. Reconocen haber informado todas las fuentes de financiamiento recibidas para la realización de la investigación; 6. Autorizar la publicación de la obra, que incluye las fichas del catálogo, ISBN (Número de serie estándar internacional), D.O.I. (Identificador de Objeto Digital) y demás índices, diseño visual y creación de portada, maquetación interior, así como su lanzamiento y difusión según criterio de Atena Editora.

## DECLARACIÓN DEL EDITOR

Atena Editora declara, para todos los efectos legales, que: 1. Esta publicación constituye únicamente una cesión temporal del derecho de autor, derecho de publicación, y no constituye responsabilidad solidaria en la creación de manuscritos publicados, en los términos previstos en la Ley. sobre Derechos de autor (Ley 9610/98), en el artículo 184 del Código Penal y en el art. 927 del Código Civil; 2. Autoriza y estimula a los autores a suscribir contratos con los repositorios institucionales, con el objeto exclusivo de difundir la obra, siempre que cuente con el debido reconocimiento de autoría y edición y sin fines comerciales; 3. Todos los libros electrónicos son de acceso abierto, por lo que no los vende en su sitio web, sitios asociados, plataformas de comercio electrónico o cualquier otro medio virtual o físico, por lo tanto, está exento de transferencias de derechos de autor a los autores; 4. Todos los miembros del consejo editorial son doctores y vinculados a instituciones públicas de educación superior, según recomendación de la CAPES para la obtención del libro Qualis; 5. No transfiere, comercializa ni autoriza el uso de los nombres y correos electrónicos de los autores, así como cualquier otro dato de los mismos, para fines distintos al ámbito de difusión de esta obra.

En el desarrollo de un producto se llevan a cabo varias fases, cuyo objetivo es transformar las necesidades del mercado en productos económicamente viables. A través de la metodología del diseño de sistemas mecánicos integrados, se presentan un conjunto de actividades importantes que permiten el desarrollo de cualquier tipo de producto. En este libro se implementan las actividades para el desarrollo del producto, utilizando para ello: el desarrollo de la bañera acrílica. De esta manera se pretende obtener una serie de actividades que permitan el desarrollo del producto de forma ordenada, metódica y sistémica. Las actividades utilizadas permiten emplear una metodología de diseño, que sirven como guía para la implementación, desarrollo, planificación, creatividad y calidad del producto; además, se presenta el contenido de los principios y conceptos básicos de cada una de las fases de diseño desarrolladas. En este trabajo las actividades se implementan demostrando que el proyecto siempre involucra factores tecnológicos, económicos, humanos y ambientales, y que lo que varía de un producto a otro es la importancia relativa de estos factores. Se profundiza en los conceptos y fundamentos que permiten clarificar la evolución y desarrollo que han tenido las bañeras a través de la historia de la humanidad, como eje central del estudio, se documenta la fabricación de las bañeras en fibra de vidrio y la bañera acrílica, con mayor énfasis en esta última, y se aplica la metodología de diseño con valores reales tomados de la experiencia en la consolidación de un proyecto de desarrollo de bañeras acrílicas. Tener pleno conocimiento del producto a desarrollar es relevante para tener mayores posibilidades de éxito con el diseño del producto, implica en el caso de las bañeras, conocer sus fundamentos, origen, historia, aplicaciones, materiales empleados, procesos de fabricación, modelos modernos, materia prima, equipos empleados, etapas detalladas de la fabricación, moldes, mantenimiento, aspectos ambientales, ventajas, desventaja de cada proceso; un proyecto de diseño requiere tener el mayor dominio de todos los aspectos que hacen parte del producto.



<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. BAÑERAS .....</b>	<b>3</b>
1.1 Introducción .....	3
1.2 Materiales empleados en la fabricación de bañeras .....	5
1.2.1 Bañeras de chapa o acero .....	5
1.2.2 Bañeras fabricadas con acrílico.....	6
1.2.3 Bañeras de resina mineral .....	6
1.2.4 Bañeras de metal o hierro fundido .....	6
1.2.5 Bañeras de plástico.....	7
1.2.6 Bañeras fabricadas con fibra de vidrio .....	7
1.2.7 Bañeras de piedra.....	7
1.2.8 Bañeras fabricadas con madera .....	8
1.2.9 Bañeras de cerámica .....	8
1.3 Origen e historia de la bañera.....	8
1.4 Aplicaciones de las bañeras en la modernidad .....	13
1.5 Modelos de bañeras modernas .....	16
1.5.1 Modelos de bañeras en fibra de vidrio .....	16
1.5.2 Modelos de bañeras acrílicas .....	19
<b>2. MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE BAÑERAS .....</b>	<b>23</b>
2.1 Introducción.....	23
2.2 Bañeras en fibra de vidrio .....	23
2.2.1 Fabricación de bañera en fibra de vidrio .....	24
2.2.2 Fibra de vidrio .....	27
2.2.3 Resinas .....	29
2.2.4 Equipos para la aplicación del proceso <i>roving</i> .....	31
2.3 Bañeras en acrílico.....	33
2.3.1 Proceso de fabricación de bañeras acrílicas .....	34

2.3.2 Láminas acrílicas .....	38
2.3.3 Termoformado de las láminas acrílicas .....	43
2.4 Bañeras en fibra de vidrio PRFV vs. Bañeras acrílicas con PRFV.....	51
2.4.1 Procesos de fabricación.....	51
2.4.2 Diferencias entre las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas .....	51
2.4.3 Similitudes entre las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas.....	52
2.4.4 Mantenimiento de las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas.....	52
<b>3. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE DISEÑO.....</b>	<b>53</b>
3.1 Introducción .....	53
3.2 Ciclo de producción y consumo.....	53
3.2.1 Producción .....	55
3.2.2 Distribución .....	56
3.2.3 Consumo .....	56
3.2.4 Recuperación .....	56
3.3 Valor del producto y energía.....	57
3.4 Espiral del proyecto .....	59
3.5 Conceptos tributarios .....	60
3.6 Necesidad real .....	62
3.7 Especificaciones técnicas .....	63
3.8 Mercado y precio .....	65
3.9 Matriz de decisión .....	66
3.10 Descripción de fallo.....	69
3.11 Análisis del árbol de fallas .....	70
3.12 Técnica de análisis de los modos y efectos de falla .....	72
3.13 Gestión del proyecto. Planificación operativa.....	73
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
4.1 Bañeras .....	77

4.2 Método para la fabricación de bañeras .....	79
4.3 Implementación de metodología de diseño.....	81
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>84</b>
<b>SOBRE LOS AUTORES.....</b>	<b>87</b>

# INTRODUCCIÓN

La bañera es un producto muy antiguo y durante mucho tiempo fue considerado un producto de lujo, hoy en día con los avances tecnológicos este producto ha reducido costos permitiendo que un mayor número de usuarios puedan adquirirlo.

Las bañeras convencionales están hechas de fibra de vidrio, que básicamente utiliza resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio con una capa superficial de pintura, o acabado conocida como *gelcoat*.

Las bañeras acrílicas mencionadas en este trabajo están fabricadas en láminas acrílicas y también reforzadas con resina de poliéster y fibra de vidrio, la diferencia es que en la bañera acrílica la capa exterior es la lámina acrílica de 3 a 5 mm de espesor y en la bañera convencional o de fibra de vidrio, la capa exterior está acabada en *gelcoat* que es del orden de 0,001 mm; este espesor en las bañeras acrílicas, las ha posicionado favorablemente, entre otras ventajas, ganando cada vez más cuota de mercado.

El producto aquí mencionado es resultado de la experiencia e investigaciones de los autores al participar en el proyecto de desarrollo de bañeras acrílicas en la industria nacional. Donde se fusionan cuatro componentes: 1) diseño, 2) materiales, 3) láminas acrílicas, y 4) bañeras acrílicas.

El mercado de bañeras acrílicas satisface las necesidades de la sociedad principalmente en el sector de construcción, residencial, hotelera, motel y condominios nuevos.

En el texto se presentan las fases y actividades para la implementación de la metodología de diseño: aplicadas al desarrollo de bañeras acrílicas, en Colombia, donde se entregan valores concretos obtenidos del proyecto.

Cada uno de los capítulos de este libro es independiente pero están entrelazados, ya que en cada uno de ellos se presenta información que sirve de base para el capítulo siguiente y permite servir como soporte y fundamento para clarificar los conceptos que posteriormente se formulan.

A continuación, se presenta la estructura del libro:

Capítulo 1. Bañeras. En este capítulo el objetivo es introducir a los lectores en el apasionante tema de las bañeras, un asunto que data de mucho tiempo atrás y donde la historia ha dejado indicios de su presencia, aportes y la gran incidencia que han tenido las bañeras dentro de la cotidianidad humana. Se establecen conceptos del uso de las bañeras, los beneficios para la salud, higiene y bienestar. Se muestra como la ingeniería a través del tiempo y modernización industrial ha desarrollado diversos materiales para la fabricación de las bañeras donde cada una tiene características propias que las hacen únicas a través de la historia; es sorprendente encontrar un producto tan antiguo y que aún está vigente y quizás con más vigor, porque sus aplicaciones han aumentado encontrándose a hoy en hospitales, residencias, complejos turísticos, hoteles y nuevas construcciones; la

introducción a dos tipos de bañeras: 1) en fibra de vidrio, y 2) acrílicas, permiten ver los más modernos modelos que existen de estos dos procesos y las primeras diferencias visibles para identificar cada una de estas bañeras.

Capítulo 2. Método para la fabricación de bañeras. En este capítulo se abordan de manera detallada e ilustrativa dos procesos de fabricación de bañeras: 1) bañeras en fibra de vidrio PRFV, y 2) bañeras en láminas acrílicas reforzadas con fibra de vidrio. Se realizan explicaciones básicas y luego más detalladas de cada una de las etapas de los procesos de fabricación, que incluyen generalidades de los procesos, materia prima empleada y equipos empleados.

En la bañeras en fibra de vidrio se abordan los fundamentos de la fibra de vidrio y de los equipos para la aplicación del proceso *roving*, todo ello acompañadas de tablas con representaciones que facilitan la explicación del proceso.

En las bañeras en acrílico, se da relevancia a las láminas acrílicas y al proceso de termoformado de las láminas acrílicas, siendo estos dos elementos claves para comprender el proceso de fabricación de las bañeras acrílicas.

El capítulo 2, culmina con la realización de un análisis comparativo entre ambos métodos de fabricación de bañeras, destacando sus características en el proceso de fabricación, sus diferencias y similitudes, terminando con la forma de realizar su mantenimiento.

Capítulo 3. Implementación de metodología de diseño. En este capítulo se cubren las fases de diseño: ciclo de producción y consumo, valor del producto y energía, espiral del proyecto, conceptos fiscales, necesidad real, especificaciones técnicas, mercado y precio, matriz de decisiones, descripción de fallas, análisis de árbol de fallas, análisis de modos y efectos de fallas técnicas y gestión del proyecto, planificación operativa; implementando y aplicando la metodología de diseño en el desarrollo de bañeras acrílicas. Aquí son empleados datos de aplicaciones prácticas que permiten validar la metodología de diseño, permitiendo de forma organizada y sistemática abordar el desarrollo del producto y profundizar en temas claves del diseño y producción de las bañeras acrílicas. En la implementación de la metodología de diseño son empleados datos reales de la producción de bañeras acrílicas.

# BAÑERAS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Una bañera o tina como también se le conoce, es un recipiente que se llena de agua, sirviendo así para bañarse y quitarse la suciedad, pero que también permite relajarse dentro de ella. Una bañera genera múltiples beneficios para la higiene y salud, además del bienestar y *confort* que las mismas brindan. Las tinas de baño no solo son útiles para bañarse, también son la elección ideal para tener un momento de tranquilidad sumergido en el agua.

Y este producto ha atraído la atención de la ingeniería, de tal manera que se han desarrollado a lo largo de los años diferentes materiales de ingeniería que han permitido obtener una gran variedad de tipos de bañeras, cada una con sus características propias.

¿Qué tal combinar relajación y placer con un verdadero tratamiento de belleza y salud para todo el cuerpo?, con las bañeras se logra todo esto.

Las bañeras tienen diseños modernos y se fabrican con avanzados sistema de producción. Existen muchos materiales que se han empleado en la historia para la fabricación de bañeras, esta investigación se centra en las bañeras fabricadas en plástico o Poliéster Reforzado en Fibra de Vidrio (PRFV); y las bañeras acrílicas, las cuales utilizan 100% acrílico sanitario.

Además, los diseños de bañeras contemporáneos tienen formas ergonómicas, esquinas redondeadas y se han implementado sobre las bañeras chorros regulables, que actúan sobre todas las zonas musculares; principalmente en la espalda, brazos, piernas y pies, haciendo que las bañeras se conviertan en hidromasajes mucho más completos y tonificantes.

Adicionalmente en las últimas tendencias en las bañeras se destaca el *confort* y el diseño, desarrollando nuevos conceptos de bañeras que permiten una instalación mucho más rápida, práctica y segura.

Una bañera es un producto que combina tecnología y sofisticación. Las bañeras modernas con fabricadas con estructuras metálicas y nuevas pestañas de acabado que son mucho más fáciles y rápidas de instalar.

Una bañera es un producto donde podrás relajarte y disfrutar de los mejores momentos de la vida.

La ingeniería y la arquitectura han sido fundamentales en el desarrollo de las bañeras modernas, donde se encuentran materiales con mejores características y propiedades, procesos de producción más innovadores, diseños vanguardistas y donde el *confort* y estilo prevalecen. Es indudable que el diseño en todas sus áreas se ha involucrado para perfeccionar este elemento sanitario, permitiendo que actualmente se tenga un producto de mejor calidad y que brinda a los usuarios, interesantes y múltiples beneficios.

En la Figura 1, se pueden observar bañeras fabricadas en diferentes materiales y modelos lo que evidencia la innovación en el desarrollo de este producto, se encuentran fabricadas en plástico reforzado en fibra de vidrio (también conocidas como solo en fibra de vidrio), mármol, porcelana, cerámica, acrílico, madera, hierro fundido, cobre, entre otros.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

Figura 1. Bañeras en diferentes materiales y modelos: a) bañera en acrílico sanitario con patas fundidas; b) tina en plástico reforzado en fibra de vidrio; c) bañera en hierro fundido con patas; d) bañera de mármol de una sola pieza; e) bañera de resina mineral es un compuesto de polímeros acrílicos y minerales naturales; f) bañera en cerámica blanca, hecha de arcilla; g) bañera de madera nogal, se utilizan maderas tropicales, de alerce y nogal, entre otras; h) bañera de cobre; i) bañera en piedra tallada; j) bañera en porcelana, hechas principalmente por feldespatos y cuarzo

## 1.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE BAÑERAS

Actualmente podemos encontrar mucha variedad de materiales, formas, tamaños y colores de bañeras en el mercado.

Sin embargo es por los tipos de material empleados para fabricación de las bañeras, con relación a sus ventajas y desventajas, que se pueden clasificar y diferenciar, a seguir se amplía información de los materiales empleados para fabricar bañeras (Miravete, 2002):

### 1.2.1 Bañeras de chapa o acero

Las bañeras de chapa o acero son las más comunes y existen en una gran variedad; además, son muy resistentes, aunque con el paso del tiempo pueden presentar oxidación. Cuando sufren daños podrían repararse utilizando productos comerciales como masilla cerámica.

Las bañeras de acero se consideran más habituales en instalaciones exentas y también en modelos empotrados con faldones. El tacto de las bañeras de acero o chapa es muy frío y no conservan muy bien el calor.

- **Ventajas.** Alta resistencia, hay formas y diseños que aportan al baño un aire muy sofisticado, fácil reparación.
- **Desventajas.** Con el tiempo pueden oxidarse, en algunos casos según el diseño el precio es elevado, no conservan bien el calor.



### 1.2.2 Bañeras fabricadas con acrílico

Las bañeras acrílicas son una alternativa actualmente muy empleada, dadas las bondades que posee el acrílico de densidad, conformabilidad y resistencia. Además las bañeras fabricadas con material acrílico son más fáciles de instalar gracias a su ligereza.

Su superficie lisa hace más fácil su limpieza, además de no ensuciarse tanto gracias a esta cualidad. Son bañeras muy resistentes a golpes y cuando aparece algún arañazo, este puede pulirse con facilidad.

- **Ventajas.** Fáciles de instalar, son muy ligeras, tacto cálido y suave, algunas incorporan apoya cabezal para mejorar su *confort*, mantiene mejor la temperatura del agua, alta durabilidad, más de 20 años; muy resistentes a impactos y arañazos, no cambian de color con el paso del tiempo ni por afectación de la luz, fácilmente se pueden reparar en caso de daño, con pasta acrílica y una pulidora, se encuentran disponibles en diferentes formas y tamaños.
- **Desventajas.** Suelen tener un precio más alto de lo habitual, más sensibles a la aparición de manchas por el uso de materiales abrasivos, las bañeras acrílicas son menos rígidas que el acero, brillan menos que las de chapa o acero.

### 1.2.3 Bañeras de resina mineral

La resina mineral es un material recientemente usado en sanitarios y cada vez esta siendo más usado en las bañeras para la creación de diseños vanguardistas. Estas bañeras de resina mineral o *solid surface* de resina con polímero roto-moldeado presentan una textura muy agradable, mientras que la resina de poliéster resiste mucho gracias a su *gelcoat* reforzado.

- **Ventajas.** Es un material ideal para diseñar con estilo, es duradero y resistentes a golpes y ralladuras, se limpia fácilmente, mantiene muy bien la temperatura del agua, puede asemejarse a la piedra; sin embargo, no es tan pesada como el acero.
- **Desventajas.** El elevado precio; su peso, bastante elevado con respecto a otra variedad como las acrílicas; requiere de mantenimiento regular, cambia de color al envejecer, precio elevado en sus reparaciones.

### 1.2.4 Bañeras de metal o hierro fundido

Las bañeras de hierro fundido son pesadas y extremadamente resistentes, además de conservar muy bien el calor. Son muy rígidas y estables, y se mantienen muy bien con el paso del tiempo, lo que las convierte en una excelente opción a la hora de decidir por un material de buenas propiedades.

Son tan resistentes y duraderas que se consideran bañeras para toda la vida, por lo que muchas marcas ofrecen garantías exentas.

- **Ventajas.** Material duradero y muy rígido, resistente a ralladuras y golpes, mantienen el agua caliente durante más tiempo gracias a su baja conductividad térmica, el acabado del esmalte evita que se decolore la bañera, resiste a los productos químicos y otros abrasivos, su superficie es muy higiénica y reduce la aparición de gérmenes y bacterias.
- **Desventajas.** Es uno de los materiales más pesados y puede requerir de una base sólida sobre la que descansar, puede sufrir pequeños rasguños si caen objetos pesados sobre estas bañeras, frío al tacto, generalmente son bastante resbaladizas, precio elevado.

### 1.2.5 Bañeras de plástico

Es una de las opciones más económica de mercado y se caracteriza por mantener la temperatura del agua, aunque no son muy agradecidas para la limpieza.

- **Ventajas.** No es un material poroso, por lo que no absorbe el agua; mantiene bien la temperatura del agua.
- **Desventajas.** Es muy flexible, es un material propenso a micro ralladuras, limpieza difícil.

### 1.2.6 Bañeras fabricadas con fibra de vidrio

Las bañeras de fibra de vidrio se distinguen de otros materiales por su facilidad de instalación y ligereza; además, de su bajo costo. Es un material poroso que tiende a absorber el agua, lo que hace que se generen deformaciones y grietas.

Como suelen presentar problemas en cuanto a deterioro, existen en venta *kits* de reparación concretos para la fibra de vidrio.

- **Ventajas.** Buen precio, fácil de instalar y ligero, fácil reparación.
- **Desventajas.** Material frágil, alta porosidad, absorbe el agua y se suele agrietar, el color se estropea con la limpieza.

### 1.2.7 Bañeras de piedra

La piedra como material para bañeras es una excelente opción como material resistente y duradero. El color de la bañera hecha de piedra puede variar ligeramente con el paso del tiempo, pero el estado físico permanece intacto.

- **Ventajas.** Resistente y duraderas, conserva mejor el calor.
- **Desventajas.** El precio es elevado, es muy pesada, el color de la piedra puede cambiar con el tiempo ligeramente.

### 1.2.8 Bañeras fabricadas con madera

Este tipo de bañeras favorece mucho la imagen y estética del cuarto de baño, pudiendo crear una atmósfera muy atractiva o de lujo. Su olor y aspecto acercan más fácilmente a la naturaleza, y esto es algo por lo que muchos deciden adquirir una de estas sacrificando algunas desventajas importantes.

- **Ventajas.** Aspecto que te conecta con la naturaleza, pueden ser personalizables.
- **Desventajas.** Su precio elevado, deterioro con el tiempo, la humedad puede dañar o agrietar la madera, se recomienda el uso una vez por semana para evitar que se deteriore muy rápido.

### 1.2.9 Bañeras de cerámica

Las bañeras hechas de cerámica están fabricadas con la combinación de arcilla natural y agua, en ocasiones con otros materiales orgánicos. Estas pueden ser de cerámica maciza o con el exterior revestido con baldosas de cerámica. Generalmente suelen ser macizas, material resistente a las ralladuras y arañazos, pero fuertes impactos pueden desconchar la superficie.

Suele ser una de las mejores opciones para personas que buscan resistencia y aspecto.

- **Ventajas.** Resistencia a las ralladuras y arañazos, fácil de limpiar con bicarbonato sódico o detergentes.
- **Desventajas.** No retiene el calor, por lo que se desaconsejan los baños largos de agua caliente; superficie lisa y resbaladiza; los fuertes golpes pueden desconchar la superficie (Somos ducha, 2021).

## 1.3 ORIGEN E HISTORIA DE LA BAÑERA

La bañera más antigua que se ha encontrado ha sido en Creta, una de las más antiguas civilizaciones de las que se tiene registros en Europa; data del año 1700 a.C. Se hallaba en el Palacio Cnosos el más importante de los palacios Minoicos de Creta (Grecia), y era muy similar a las que utilizaron nuestras bisabuelas (González, 2004), ver Figura 2.



Figura 2. Una bañera Minoica, una de los más antiguas que existe en el palacio Minoico de Cnosos, cerca de la ciudad de Iraklion en la isla de Creta (González, 2004)

En los tiempos de las antiguas civilizaciones, el concepto de baño sanaba algunas enfermedades, e incluso se le daba una propiedad purificadora del alma.

Griegos y romanos utilizaron también las bañeras, que estaban hechas de mármol, de plata o de madera. Roma fue la civilización que más desarrolló el baño, instaurando en muchas de sus ciudades, las famosas termas. El emperador Marco Aurelio Antonino «Caracalla» (emperador romano de 198 a 217), quizás sea tan conocido por sus termas realizadas en Roma bajo su mandato en el siglo III.

Durante la Edad Media, en algunos sitios, la bañera se convirtió en una simple tina de madera, pero en países como Alemania o España, se siguió con la sana costumbre del baño. Los españoles se beneficiaron, en este sentido, por la influencia musulmana de bañarse cotidianamente.

La bañera individual, con agua caliente, tiene un antepasado en el baño turco, con fines terapéuticos, popularizado en el siglo XVI (González, 2004).

Dos siglos después, las bañeras de metal se multiplican, y a finales del siglo XVIII un barniz especial elaborado por el francés Clement se utilizó para recubrir la chapa, permitiendo así la confección de bañeras a un precio más asequible, para que cualquier persona pudiese disponer en su residencia de una de ellas. Durante el siglo XVIII, también se construyeron las primeras bañeras con desagüe en Francia. En las Figuras 3 y 4 se ilustra un resumen del origen y evolución de la bañera, hasta el siglo XX.

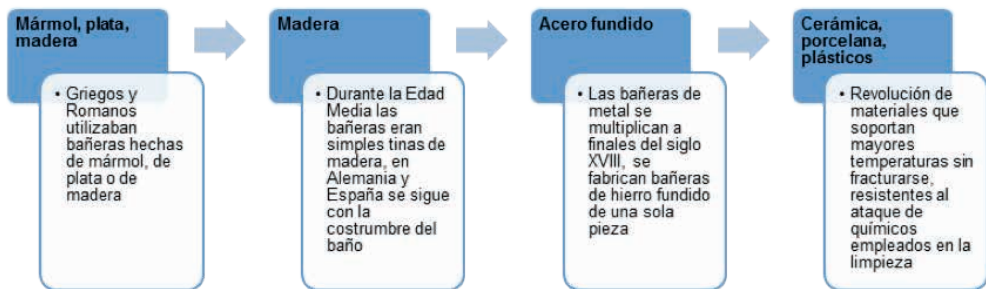


Figura 3. Origen y evolución de los materiales empleados para fabricar bañeras

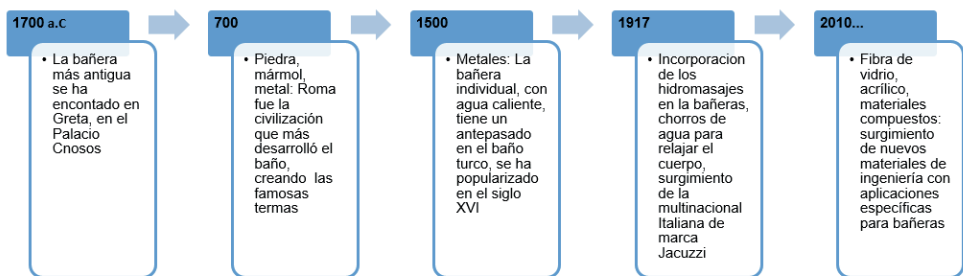


Figura 4. Evolución de la bañera en el tiempo

Una de las cualidades diferenciadoras de la bañera respecto a otras formas de higiene y relajación es su carácter privado, así lo expresan los investigadores Ariés y Duby (Ariés y Duby, 1985) que aborda más de dos mil años de historia y se extiende desde la Europa del Norte hasta el Mediterráneo, en la Figura 5, se representa el baño de un niño, en una especie de bañera.



Figura 5. Sarcófago, del siglo I o II. Unas sirvientas dan su primer baño al recién nacido en una especie de bañera (Ariés y Duby, 1985)

En la antigüedad predominaban los baños públicos y no los privados, y estos no eran una práctica de higiene, sino un placer complejo, como lo es hoy en día la vida en la playa.

Fueron los romanos quienes, hacia los siglos I y II a.C., convirtieron el baño en un acto social y construyeron enormes balnearios públicos que hoy podrían rivalizar con los más caros y lujosos clubes dedicados a la salud. Con su amor al lujo y al ocio, los romanos dotaron estos baños públicos con jardines, tiendas, bibliotecas, gimnasios y zonas de reposo para lecturas poéticas, como puede observarse en la Figura 6.



Figura 6. El gran baño de las termas romanas de Bath, al suroeste de Inglaterra (*National Geographic*, 2014)

Por lo que la práctica del baño antiguamente estaba dispuesta de forma pública dentro de las mansiones de los ricos y en todas las ciudades.

Hay indicios de que las primeras bañeras para agua caliente eran fabricadas en madera (Ariés y Duby, 1985).

Durante el siglo IV, en las casas africanas nobles se presentó el fenómeno de privatización de los baños, que incluían bañeras para el *confort*.

Muchos textos dejan evidencia de la forma, estilo y uso de los baños públicos, y estos mismos insisten en la falta de higiene que existía y que hablan del pudor y la difusión de los baños públicos existentes en viviendas o instalaciones donde el baño era esencialmente colectivo, y de ello se deriva una nueva manera de relación con el cuerpo.

Toda esa serie de actitudes parece remitirnos a la forma como las elites van afirmando su poder y como lo ejercen a través de un distanciamiento entre las clases sociales y de esta forma los baños tienen la misma forma, se van privatizando. Resultado de todo esto

se intensifican unos nuevos tipos de espacios domésticos y en los baños privados son construidos todo tipo de bañeras privadas y de uso solo para la familia, o para un pequeño número de personas o individuales, constituyendo así las bañeras de uso privado.

A pesar de la escasez y dificultad interpretativa de fuentes y referencias sobre la bañera en el mundo antiguo, la relativa abundancia de restos arqueológicos e iconografía artística, permiten especular que fue un objeto de uso tanto en el lejano y medio oriente como en la Grecia clásica.

Los primeros sistemas documentados de fontanería para el baño se remontan a alrededor del año 3300 a.C. con el descubrimiento de tuberías de agua de cobre bajo un palacio en la Europa antigua. La evidencia de la bañera de tamaño personal más antigua que se conserva se encontró en la isla de Creta, donde se halló una bañera de pedestal de 1,5 m de largo construida con cerámica endurecida (Cerámica Flaminia, 2015).

En Europa, las excavaciones en los palacios micénicos revelan estancias reconocibles como 'cuartos de baño', información que concuerda con las escenas relatadas en los poemas homéricos, donde los héroes, antes de comer, toman un baño en una bañera mientras un sirviente rocía su espalda con agua calentada en una jofaina puesta sobre una trébede (Ariés y Duby, 1985).

Antes del periodo helenístico las instalaciones se limitan a una pila circular con un pie elevado que sólo permite abluciones rituales; a partir del siglo IV a.C. aparece el *loutron*, pieza destinada al baño. En los gimnasios, además de las piscinas y baños públicos tradicionales, se instalan estufas para la sudación y bañeras de interior en la parte superior de las instalaciones. En las casas ricas helenísticas de la ciudad de Olinto, todas ellas muestran una pieza con una bañera y una pared termógena (Ariés y Duby, 1985).

Tras la insalubre "noche medieval", que en el aspecto concreto de la higiene personal se extendió hasta el siglo XIX, aparecen en el Occidente del siglo de las luces modelos precursores de las bañeras modernas. No obstante, su uso no se extendió hasta bien avanzado dicho siglo con la aparición del *tub* (bañera) a la inglesa y las primeras bañeras móviles de hierro denominadas como tales (Ariés y Duby, 1985).

El desarrollo de la sociedad industrial, los inventos y avances en el campo de la fontanería, y la conciencia despertada por descubrimientos médico-científicos como los de Pasteur en esa segunda mitad del siglo XIX, convirtieron a la bañera que era un objeto antes exótico, en un artículo de consumo necesario, casi vital, de la civilización occidental (Saurí y Matas, 1849).

El escocés David Dunbar Buick inventó un proceso para unir esmalte de porcelana al hierro fundido en la década de 1880 mientras trabajaba para *Alexander Manufacturing Company* en Detroit. La empresa, así como otras, incluidas *Kohler Company* y *JL Mott Iron Works*, comenzaron a comercializar con éxito bañeras de hierro fundido esmaltadas en porcelana, ello generó el empujón definitivo para la popularización de la bañera entre las clases ricas de los países de la cultura occidental. El esmaltado sigue siendo prácticamente el mismo hasta el día de hoy.

Se tiene a la fecha evidencia del uso de la bañera por parte de personajes ilustres como se observa en la Figura 7, bañera de la emperatriz Eugenia de Montijo. Segundo Imperio.1850-1870. Francia. Castillo de Belmonte (Cuenca).



Figura 7. Bañera del siglo XIX del vestidor de la emperatriz Eugenia de Montijo

#### 1.4 APLICACIONES DE LAS BAÑERAS EN LA MODERNIDAD

Son múltiples los campos de aplicación que se le han dado a las bañeras, todas buscando mejorar la calidad de vida y bienestar de los que las emplean, a continuación en la Tabla 1, una serie de aplicaciones en la época moderna en diferentes instalaciones y usos.

Lo normal es que se piense el uso de las bañeras en el sector de la construcción, en residencias, hoteles, moteles, condominios nuevos, en hospitales, para centros recreativos; pero su aplicación cada vez se hace más especializada y los diseño y modelos de las bañeras son cada vez más innovadoras, así se observa en la Tabla 1, donde se muestran aplicaciones de bañeras para mascotas, bañeras de dilatación y parto, bañeras para neonatos, bañeras para personas con discapacidad, bañeras de hidromasaje terapéuticas, bañeras para la balneoterapia.

Y cada vez se implementan nuevos modelos que hacen de las bañeras un producto que ayuda a mejorar la calidad de vida de quienes las requieran, tanto por salud, como por bienestar.



Tabla 1. Ejemplos de aplicaciones del uso de las bañeras en la modernidad

Aplicación	Descripción y características	Ilustración
<p>Bañeras para mascotas (<i>Style and dog</i>, 2024)</p>	<p>Bañera de acero inoxidable, montada sobre un bastidor fijo, equipada con un grifo mono mando, una ducha y un soporte de jabón o champú. Puerta corredera en el frente. Una escalera con chapa antideslizante estriado de metal hace que sea más fácil entrar en la bañera. El brazo en la parte superior está equipado con dos anillos que le permiten mantener a las mascotas en su lugar durante el lavado. La base contiene cuatro rejillas para evitar la acumulación de agua y jabón. Esta base se puede mover a una altura más elevada para bañar cómodamente a perros más pequeños. Altura total: 150 cm; largo: 120 cm; ancho: 65 cm; ancho de la puerta: 48 cm; profundidad: 50 cm</p>	
<p>Bañeras para mascotas (<i>top dog tips</i>, 2024)</p>	<p>Bañera de peluquería canina con elevador eléctrico. Esta bañera para perros es ideal para el aseo intensivo. La bañera elevadora <i>Master Equipment Poly Pro</i> mide 59 x 35,5 x 31,5 pulgadas y pesa 300 libras. Contiene un elevador eléctrico, que lo hace óptimo para levantar perros grandes y pesados (hasta 220 libras). Está fabricado en polipropileno, el cual es un material duradero y fácil de limpiar</p>	
<p>Bañeras de dilatación y parto (el parto es nuestro, 2011)</p>	<p>Estas amplias bañeras ayudan a la madre a relajarse durante la dilatación, lo cual favorece todo el proceso y hace más llevaderas las contracciones. El agua caliente es un analgésico natural sin riesgos. Estar en agua, relajarse y sentirse más ligera favorece el movimiento y ayuda a adoptar las posturas que pide el cuerpo durante todo el proceso del parto. Está comprobado que la inmersión en agua caliente acorta el proceso de la dilatación del parto. Pero existe además la posibilidad de parir en el agua. Los beneficios son, entre otros, una mayor intimidad para la madre y su bebé, y la drástica reducción de las tasas de intervenciones</p>	

Bañera de dilatación (Quirón salud, 2021)

Bañera de dilatación, beneficios de la hidroterapia durante el parto. Bañera obstétrica que permite la dilatación de la mujer en el agua. Los beneficios de la inmersión en un medio acuático durante el trabajo de parto son numerosos. El principal, es el alivio del dolor ya que atenúa el estrés, ayuda a que los músculos perineales se relajen y estimula la producción de endorfinas que es nuestro analgésico natural. La sensación de ingravidez al flotar en el agua les reconforta en esta fase previa al nacimiento



Bañera de hospital para neonatos (Tacklen, 2024)

Bañera de hospital para recién nacidos, diseñada y confeccionada teniendo en cuenta la normativa de higiene en el sector sanitario. En éste tipo de entorno, lo primordial es la seguridad del neonato, es por eso que las bañeras cuentan con el máximo nivel de higiene, ergonomía y calidez. Cuenta con una forma ergonómica y altura ajustable entre 850 mm - 1100 mm, para la comodidad de los padres y del personal sanitario al bañar al bebé. Está hecha de PRFV (poliester reforzado con fibra de vidrio), con doble pared y aislamiento térmico, asegurando así el máximo *comfort* y seguridad del recién nacido. El diseño del cuerpo de la bañera con núcleo de espuma de PU mantiene constante la temperatura del agua durante más tiempo



Bañeras para personas con discapacidad (Archiproduct, 2024)

Bañeras para personas con movilidad reducida y dependientes - regulables en altura, fabricada en PRFV. Está diseñada para satisfacer las necesidades de seguridad y comodidad tanto de los residentes como de los cuidadores. Proporciona una excelente inmersión en la parte superior del cuerpo del paciente



Bañera de hidromasaje terapéutica (Arias, 2024)

Bañeras con hidromasajes fabricadas en PRFV y en acrílico. Mediante agua a presión y burbujas se obtienen masajes y la relajación producida por el agua caliente. Bañera de hidromasaje de alta gama con hasta 290 puntos de salida de agua. Los chorros de agua provocan un masaje intenso y revitalizante desde los pies hasta la nuca en un ambiente relajado y cálido, con la aplicación de aceites esenciales. Programación personalizada a las necesidades del usuario



---

Bañera en hospital

Bañeras en hospitales fabricadas en PRFV y en acrílico. Empleadas para bañar pacientes, además de ayudar en la relajación de los mismos. Son bañeras sencillas de fácil limpieza



---

Bañeras para la balneoterapia

Una nueva línea de tratamiento para los procesos tumorales apuesta por incluir tratamientos coadyuvantes a los convencionales, y es aquí donde entra en juego la balneoterapia. Cada vez son más los estudios que avalan que estancias en bañeras para pacientes oncológicos mejoran la calidad de vida y el pronóstico de enfermedad, aliviando las secuelas y favoreciendo la recuperación. Las aguas mineromedicinales contribuyen al alivio de fatiga y náuseas, reducen el dolor, disminuyen el estrés, la ansiedad y la depresión, y favorecen la cura de heridas



---

## 1.5 MODELOS DE BAÑERAS MODERNAS

Ya aclarado que existen muchos materiales con los cuales se pueden fabricar bañeras, y dado que el foco de este trabajo es profundizar más aún en las bañeras fabricadas en acrílico las cuales también son reforzadas por PRFV, y dado que existen otros métodos como las bañeras fabricadas con PRFV, también conocidas como bañeras en fibra de vidrio, profundizaremos en estos dos procesos de fabricación es decir: 1) bañeras en fibra de vidrio PRFV, y 2) bañeras acrílicas, las cuales son fabricadas en láminas de acrílico y reforzadas con PRFV.

Antes veamos algunos modelos de cada una de estos procesos de fabricación, fabricantes y aplicaciones.

### 1.5.1 Modelos de bañeras en fibra de vidrio

Identificar una bañera en fibra de vidrio es fácil ya que, se pueden observar fácilmente las fibras de vidrio PRFV en la parte interna de la bañera, mientras en su parte exterior, que contiene el agua y está en contacto con el cuerpo, es recubierta con una pintura conocida denominada *gelcoat*, la cual es similar a una capa de pintura a base de resina, que la protege, le da durabilidad y permite obtener su aspecto liso.

Aunque el proceso de obtener bañeras en fibra de vidrio, permite fabricarlas en cualquier dimensión, como se requiere de un molde previo donde se aplica la fibra de vidrio PRFV, lo más recomendable es adquirir modelos estándar, ya existentes en el mercado y que los fabricantes ya han evaluado, según el espacio disponible.

Existen las bañeras en fibra de vidrio pequeñas, que son para una o dos personas, como también se encuentran bañeras en fibra de vidrio grandes, que son para tres personas o más.

Las medidas mínimas o estándar que más se recomiendan para una mayor comodidad a la hora de hacer uso de la bañera son las siguientes: largo 150 cm a 190 cm, ancho: 70 cm a 100 cm y profundidad: 38 cm a 60 cm.

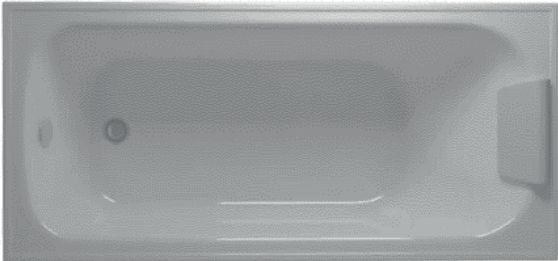
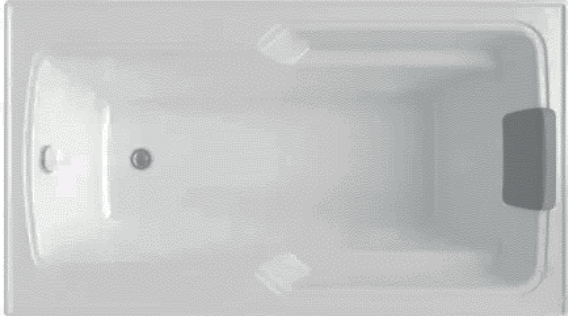

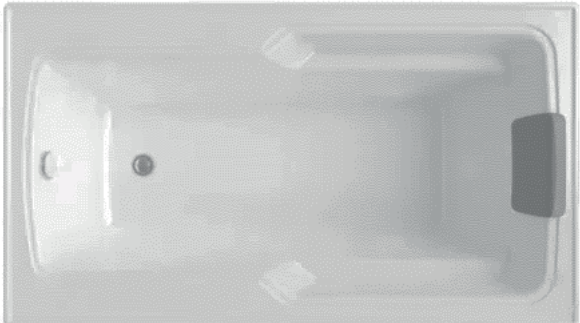
En la Tabla 2, se pueden encontrar las dimensiones más frecuentes empleadas por los fabricantes en la construcción de las bañeras, esto aplica tanto para las bañeras en fibra de vidrio como para las bañeras acrílicas.

Tabla 2. Portafolio de dimensiones de las bañeras estándar

<b>Largo [cm]</b>	<b>Ancho [cm]</b>	<b>Profundidad [cm]</b>
150	70-75	38-50
152	75-80	38-50
156	75-80	38-50
160	80-90	38-50
170	80-90	40-60
180	90-100	40-60
181	100-113	40-60
189	100-123	40-60

En la Tabla 3, se pueden observar algunos modelos estándar típicos de bañeras en fibra de vidrio

Tabla 3. Modelos de bañeras típicas en fibra de vidrio

<b>Dimensiones</b> <b>Largo x ancho x profundidad</b>	<b>Representación de la bañera</b>
150 cm x 70 cm x 40 cm Colores típicos: blanco y marfil	
160 cm x 90 cm x 42 cm Colores típicos: blanco y marfil	
170 cm x 90 cm x 52 cm Colores típicos: blanco y marfil	
180 cm x 90 cm x 40,5 cm Colores típicos: blanco y marfil	

---

180 cm x 100 cm x 44 cm  
Colores típicos: blanco y marfil



---

La gran mayoría de los modelos de bañeras disponibles en el mercado nacional e internacional son de diseños rectangulares; sin embargo, se encuentran también bañeras ovaladas, redondas y triangulares; las bañeras en fibra de vidrio también se fabrican en diferentes colores, pero predominan los colores neutros y pasteles.

Hay un gran número de fabricantes locales, nacionales e internacionales que producen bañeras en fibra de vidrio, ya que es un proceso de fabricación que se ha consolidado y se pueden obtener bañeras con relativa facilidad y sus costos de fabricación y venta en general son inferiores a las bañeras acrílicas.

En los modelos de las bañeras en fibra de vidrio se destacan los descansa brazos, el sistema de desagüe y el espaldar ergonómico.

Las dimensiones de las bañeras en fibra de vidrio se ajustan fácilmente a las actuales construcciones, donde se proyecta instalación de bañeras, predominando las bañeras de largo: 150 cm, 160 cm, 170 cm.

### **1.5.2 Modelos de bañeras acrílicas**

La aparición y aumento general de la gama de instalaciones sanitarias durante las últimas décadas en residencias y edificios han sido acertadamente celebrados como una muestra de progreso e industrialización. Como consecuencia, la limpieza, la higiene y las condiciones sanitarias han sido mejoradas en gran medida, y eso se ha logrado con las bañeras fabricadas con poliéster reforzado en fibra de vidrio y en la cara posterior externa de una lámina acrílica termoformada (Miravete, 2002).

Las cualidades intrínsecas de estos materiales compuestos les permiten mejorar sus propiedades de aislamiento térmico que las hacen más agradables al tacto. La extensa variedad de formas y colores posibilitan con las láminas acrílicas una gran variedad de diseños; además, de mayor resistencia al calor, al desgaste y a los agentes químicos. Su rigidez y ligereza la hacen fácil de transportar e instalar.

En relación costo beneficio, las bañeras fabricadas con PRFV y con capa exterior de lámina acrílica, que en el extenso de este trabajo se denominan bañeras acrílicas, son una excelente alternativa de solución para las diversas aplicaciones donde se requieran emplear bañeras.

Los mismos modelos en que se fabrican bañeras en fibra de vidrio pueden ser fabricadas bañeras en acrílico. Las bañeras en fibra de vidrio llegaron primero que las bañeras acrílicas y se extendió su comercialización; posteriormente se conocieron las bañeras acrílicas, por lo que los fabricantes de bañeras acrílicas adaptaron esta nueva tecnología a los diseños y modelos ya establecidos, incluso muchos fabricantes de bañeras acrílicas emplearon los modelos y portafolios existentes de las bañeras en fibra de vidrio para comercializar los modelos de bañeras acrílicas.

Para identificar una bañera en acrílico, podemos observar todos sus bordes, allí se verá el espesor de la lámina de acrílico y debajo de esta las capas de fibras de vidrio PRFV en la cara interior de la bañera. El gran espesor que presenta la lámina de acrílico a pesar de ser termoformada es una de las características y ventajas que tiene las bañeras acrílicas, propias de las propiedades que posee el acrílico grado sanitario.

Aunque en el proceso de obtener bañeras en acrílico, es posible fabricarlas en cualquier dimensión, se requiere de un molde previo donde se realiza el termoformado de la lámina para obtener la forma, concha o carcaza de la bañera; por lo que lo más recomendable es adquirir modelos estándar, ya existentes en el mercado y que los fabricantes ya han evaluado, según el espacio disponible.

En la Tabla 4, podemos observar algunos modelos de bañeras en acrílico.

Tabla 4. Modelos de bañeras típicas en acrílico

<b>Dimensiones</b> <b>Largo x ancho x profundidad</b>	<b>Representación de la bañera</b>
130 cm x 130 cm x 59 cm Colores típicos: blanco, marfil, azul, verde Incluye panel frontal	

150 cm x 75 cm x 43 cm  
170 cm x 75 cm x 43 cm  
Colores típicos: blanco, marfil, azul,  
verde



150 cm x 80 cm x 46 cm  
170 cm x 80 cm x 46 cm  
180 cm x 80 cm x 46 cm  
Colores típicos: blanco, marfil, azul,  
verde



150 cm x 70 cm x 40 cm  
160 cm x 90 cm x 42 cm  
170 cm x 90 cm x 52 cm  
Incluye panel lateral  
Colores típicos: blanco, marfil, azul,  
verde



185 cm x 130 cm x 52 cm  
Colores típicos: blanco, marfil, azul,  
verde





Dado que el proceso de obtener bañeras acrílicas parte del termoformado de la lámina acrílica, se encuentran diseños de bañeras acrílicas más vanguardistas, modernos e innovadores, donde predominan los diseños de antideslizantes, porta cabezas, porta descansa brazos, tapas o panel laterales o frontal, acompañadas de suaves curvas y diseños elegantes.

En el concepto de bañeras acrílicas se introdujeron los paneles frontales y laterales los cuales agilizan la instalación de la bañera, debido a que se reducen las obras civiles.

Comparativamente los modelos de las bañeras acrílicas presentan diseños más confortables, elegantes y de mejor apariencia; más brillantes y agradables al tacto.

Se puede afirmar que no hay limitación para fabricar un determinado modelo de bañera acrílica, con dimensiones específicas; es plenamente viable producir cualquier tipo de modelo y atender los requerimientos de clientes mayoristas con relativa facilidad, ya que los moldes empleados para el termoformado de las láminas acrílicas pueden ampliar su ancho y largo con facilidad y así permitir una muy amplia gama de medidas.

# MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE BAÑERAS

## 2.1 INTRODUCCIÓN

Cabe resaltar que de entre los muchos métodos y formas de fabricación de bañeras, este estudio se centra en diferenciar dos métodos de construcción: 1) la forma de fabricar bañeras en fibra de vidrio, y 2) la forma de fabricar las bañeras acrílicas.

Podemos introducir varios conceptos en la fabricación de bañeras de fibra de vidrio, como la producción de piezas con rellenos de refuerzo utilizando fibra de vidrio, o como la fabricación de productos reforzados con fibra de vidrio, o los polímeros utilizados para aplicar la fibra de vidrio.

Mientras que para la fabricación de bañeras acrílicas, se destaca el término acrílico. El cual para la arquitectura es sinónimo de durabilidad, ya que esta es mayor que la de cualquier otro plástico, brindando una garantía adicional para su uso como elemento de construcción.

Una de las características que diferencia la fabricación de las bañeras de fibra de vidrio, con las bañeras acrílicas es su acabado o revestimiento exterior, donde en la bañeras en fibra de vidrio la parte superior o acabado exterior es una capa de pintura con resina denominada *gelcoat* que poseen muy poco espesor; mientras que las bañeras acrílicas son fabricadas con láminas acrílicas las cuales son termoformadas y son la parte exterior de la bañera, con un espesor muy superior en la capa exterior en comparación con el espesor de las bañeras en fibra de vidrio (Pedroza, 2015).

## 2.2 BAÑERAS EN FIBRA DE VIDRIO

En los últimos años, los laminados de fibra de vidrio han encontrado un lugar importante como material de ingeniería para diversas aplicaciones en diferentes tipos de industrias. Entre ellos, la construcción de bañeras e hidromasajes ha sido una de las más importantes.

El éxito de usar materiales compuestos para la fabricación de bañeras se debe a un gran número de ventajas que tiene este material en comparación con otros materiales. Una de las principales ventajas sobre materiales como el acero y el aluminio es la variedad de estructuras que se pueden conseguir combinando estos materiales básicos.

Hay tres tipos principales de sistemas de resinas disponibles para realizar el laminado de bañeras, ellos son: 1) resinas de poliéster, 2) estervinilo y, 3) epoxy; aunque son utilizados muchos otros sistemas diferentes, para aplicaciones en materiales compuestos.

Los tres tipos de resinas citados se conocen como resinas termo endurecibles (o termo fijas). Significa que, cuando se catalizan y curan, se vuelven insolubles, mientras que a diferencia de los termoplásticos, que pueden disolverse, calentarse y reutilizarse para otras aplicaciones.

Las resinas de poliéster fueron las primeras en utilizarse en la construcción de bañeras. Al día de hoy son los más comunes y la mayoría de bañeras se construyen con este tipo de material dado que es de menor costo.

La elección de la resina a emplearse depende de los requisitos estructurales del laminado, del costo de la resina sobre el precio final de la bañera, de las facilidades e instalaciones para la manipulación y curado de la pieza, del tipo de ambiente donde será realizado el laminado, de la temperatura de funcionamiento y la vida útil para la que fue diseñada la estructura.

Normalmente, todas las resinas utilizadas en la laminación de estructuras compuestas son una combinación de varios tipos de resinas y aditivos (BRT, 2024).

### **2.2.1 Fabricación de bañera en fibra de vidrio**






El proceso de fabricación de elementos de fibra de vidrio se ha extendido a diversos sectores entre ellos el automovilístico, el aeronáutico, construcción, industrial, entre otros. En la fabricación de elementos sanitarios ha tenido un papel fundamental en la fabricación de platos ducha, lavamanos, lavaplatos, lavaderos, cocinas y bañeras tanto sencillas, como bañeras para hidromasajes.

El principal ingrediente en el proceso es el conocido como fibra de vidrio, el cual es el resultado de mezclar los filamentos de vidrio o malla de vidrio, con una resina epoxy, esta resina inicialmente es líquida de consistencia espesa, la cual luego se solidifica de forma rápida con la ayuda de un catalizador, estos tres ingredientes básicos: 1) los filamentos de fibra de vidrio, 2) la resina, y 3) el catalizador, unidos conforman la denominada fibra de vidrio y técnicamente mejor denominada poliéster reforzado en fibra de vidrio PRFV.

El proceso de fabricación de elementos de fibra de vidrio en términos generales es similar en casi todos los casos para todo tipo de piezas y parte de tener un molde del revés de la pieza que se quiere fabricar, posteriormente son aplicados en la parte superior del molde una serie de capas de material desmoldeante en toda la superficie, posteriormente es aplicada una capa de revestimiento que será la parte exterior de la pieza *gelcoat* y se continua con una serie de capas de resina o poliéster mezclado con fibra de vidrio PRFV que hace las veces de cuerpo estructural de la pieza. Se aplican tantas capas de resina con fibra de vidrio según los requerimientos de esfuerzo que requiere la pieza, finalmente se retira el molde empleado y la pieza es pulida y acabada.

Mediante la Tabla 5, se representan los pasos básicos para fabricar una bañera en fibra de vidrio.

Tabla 5. Pasos básicos del proceso de fabricación de una bañera en fibra de vidrio

Paso # / Nombre / Descripción	Representación
<p>1/ Molde de la bañera / Los moldes pueden ser fabricados en icopor, yeso, madera, materiales metálicos, resinas reforzadas. El acabado final de la bañera depende de la calidad del molde, ya que la fabricación realiza una fiel copia del molde, los materiales con que se fabrica el molde dependen del número de piezas que se requieran producir</p>	
<p>2/ Aplicación de desmoldeante y revestimiento exterior / O capa superficial de pintura conocida como <i>gelcoat</i>. La capa exterior de la bañera puede tener cualquier tipo de color, ya que son resinas con colorantes y pigmentos resistentes</p>	
<p>3/ Aplicación de fibra de vidrio / Proceso <i>roving</i> se realiza la aplicación de la resina y la fibra de vidrio de forma continua y semi automática; a través de una pistola que es operada de forma manual pasan al mismo tiempo mezclándose las tiras de filamentos de vidrio que a la vez se corta y es mezclada con la resina y un catalizador, todo ello mediante un proceso continuo, las bañeras generalmente están montadas en un mecanismo que les permite girar para facilitar el proceso de aplicación de la fibra de vidrio PRFV</p>	
<p>4/ Soportes estructurales en base y bordes de la bañera / Para optimizar el proceso y costos de fabricación son adicionados materiales de soporte en toda la base de la bañera y alrededor de toda la bañera, sobre ellos son aplicadas otras capas de fibra de vidrio</p>	
<p>5/ Rodillo y brocha sobre fibra de vidrio / Con el objetivo de mejorar la adherencia entre las componentes de la fibra de vidrio, se aplica rodillo y brocha en toda la bañera; además, de ser útil para eliminar burbujas de aire que pueden presentarse y afectar la calidad del proceso</p>	

6/ Desmoldeo de la bañera / El desmoldeo de la bañera consiste en separar la bañera fabricada en fibra de vidrio del molde, el molde posee en su diseño contrasalidas previamente evaluadas para que la separación del molde y la bañera sea fácil; además, los desmoldeantes aplicados en el inicio del proceso facilitan el desmoldeo



7/ Corte de bordes / El proceso de corte del borde de todos los extremos de la bañera puede realizarse de forma manual con un disco de pulidora o mediante un disco de corte, También el proceso puede ser semi automático o completamente automatizado.



8/ Perforación para desagües / Para la fabricación de las perforaciones de los dos desagües de la bañera: 1) el desagüe superior o de pared que evita el rebose del agua y 2) el desagüe inferior donde está el tapón de la bañera, son fabricados con herramientas convencionales taladro, brocas y broca sierra (o saca bocados)



9/ Limpieza y brillo / Son empleados paños de limpieza o pulidoras con felpas para darle el acabado final y brillo a la bañera en fibra de vidrio



10/ Almacenamiento de las bañeras / Dentro de la planta de producción las bañeras son apiladas con el objetivo de que no ocupen mucho espacio, entre ellas se coloca plástico y en las esquinas triángulos de icopor o cartón para protegerlas



Actualmente existen en el mundo grandes empresas que fabrican bañeras en fibra de vidrio, en todas ellas se realizan básicamente los mismos pasos descritos en el proceso de fabricación de la Tabla 5, los modelos productivos se diferencian principalmente por el número de bañeras que se producen en el día, por lo que hay todo tipo de niveles de producción completamente manual, semi automatizado y completamente automatizado, a continuación se amplía la información de uno de los procesos que tiene mayor incidencia en las etapas de fabricación, que corresponde al proceso *roving*.

En el proceso de *roving* intervienen principalmente tres componentes a saber: 1) la fibra de vidrio, 2) la resina, y 3) el catalizador.

## 2.2.2 Fibra de vidrio

Una bañera de fibra de vidrio está fabricada con un compuesto de filamentos de vidrio entrelazados. Estos filamentos se asemejan a un hilo de coser y forman una estructura flexible, duradera y resistente. La fibra de vidrio es un material versátil que se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la industria automotriz hasta la construcción y el sector deportivo.

La fibra de vidrio es empleado en la fabricación de bañeras en fibra de vidrio, debido a que es el más barato y el más ligero en cuanto a peso total, lo que le da más flexibilidad en la instalación debido al costo relativamente bajo del propio material.

La fibra de vidrio tiene varias características que la hacen muy popular en la fabricación de bañeras (Burgman, 1974; Aitex, 2005; Koch *et al.*, 2006):

- **Aislante.** Una de las principales ventajas de la fibra de vidrio es su resistencia al calor. Puede soportar altas temperaturas durante períodos cortos de tiempo sin sufrir daños. Además, no conduce la electricidad, lo que la hace ideal para su uso en la industria de las tecnologías de la información y la comunicación.
- **Resistente.** La fibra de vidrio es más resistente que el acero y puede soportar impactos y erosiones químicas. Es un material duradero que no se corroe ni se ve afectado por la mayoría de los ácidos.
- **Impermeable.** A diferencia de otros materiales, la fibra de vidrio es impermeable y no se ve afectada por la humedad. Esto la hace ideal para su uso en la industria náutica, la construcción y la automoción.
- **Liviana.** La fibra de vidrio es un material liviano que se puede manipular y transportar fácilmente. Esta característica es especialmente útil en productos que requieren ligereza, como tablas de *surf*, *snowboards* y palos de *hockey*.
- **Versátil.** La fibra de vidrio se puede fabricar en diferentes tamaños, filamentos y tipologías, lo que la hace muy versátil. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde la industria automotriz y la construcción hasta productos deportivos.

- **Económica.** La fibra de vidrio es uno de los materiales más económicos del mercado y tiene un bajo costo de mantenimiento.

Existen diferentes tipos de fibra de vidrio, cada uno con características y usos específicos (Burgman, 1974; Aitex, 2005; Koch *et al.*, 2006):

- **Tipo E.** Este tipo de fibra de vidrio es el más utilizado en la construcción, la automoción y la fabricación de productos deportivos. Es impermeable, resistente a disolventes y a la tracción, es muy empleado en la fabricación de bañeras.
- **Tipo R.** La fibra de vidrio tipo R es aún más resistente que la tipo E. Puede soportar temperaturas extremas y largos períodos bajo el agua. Se utiliza en la industria naviera y aeronáutica.
- **Tipo D.** Este tipo de fibra de vidrio se caracteriza por tener una alta dieléctrica. Es ideal para la fabricación de componentes y sistemas de tecnología de la información y la comunicación.
- **Tipo AR.** La fibra de vidrio tipo AR se utiliza principalmente en la industria de la construcción. Es resistente a los componentes alcalinos, a los disolventes y a los microorganismos.
- **Tipo C.** Este tipo de fibra de vidrio es resistente a la corrosión y se utiliza en la fabricación de tuberías, tinas de baño y tanques de almacenamiento de agua.

La fibra de vidrio se utiliza en una amplia variedad de industrias y aplicaciones (Burgman, 1974; Aitex, 2005; Koch *et al.*, 2006):

- **Industria TIC.** La fibra de vidrio se utiliza en la fabricación de fibra óptica, que permite la transmisión de información a alta velocidad. También se utiliza en la fabricación de componentes de ordenadores y otros dispositivos electrónicos.
- **Industria de la construcción.** La fibra de vidrio se utiliza como aislante acústico, eléctrico y térmico en la construcción. También se utiliza como revestimiento para fachadas y suelos, y en elementos decorativos.
- **Industria de la automoción.** La fibra de vidrio se utiliza en la fabricación de componentes pequeños y grandes en la industria automotriz. Es especialmente utilizada en los automóviles deportivos debido a su ligereza y resistencia a la corrosión.
- **Industria aeronáutica.** La fibra de vidrio es un material esencial en la industria aeronáutica. Se utiliza en la fabricación de suelos, asientos, conductos de aire y muchas otras piezas de las aeronaves.
- **Industria recreativa.** La fibra de vidrio se utiliza en productos recreativos como esquís, tablas de *surf*, *snowboards*, bates de béisbol y palos de *hockey*. Su resistencia, ligereza e impermeabilidad la hacen ideal para estos usos.

Las bañeras de fibra de vidrio son una excelente opción para aquellos que buscan durabilidad, resistencia y facilidad de mantenimiento. La fibra de vidrio es un material

versátil que ofrece numerosas ventajas, como su resistencia al calor, su impermeabilidad y su bajo peso. Además, se puede encontrar en diferentes tipos y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones en diferentes industrias (Cristalizando, 2024).

El *roving* es una hebra de hilos continuos de filamentos de fibra de vidrio con cierta torsión mecánica, fabricado con un vidrio Tipo E. ver Figura 8. Se utiliza para pultrusión y bobinado filamentario. El *roving* sin torsión se utiliza generalmente para el proceso de laminado por *spray* (Burgman, 1974; Aitex, 2005; Koch *et al.*, 2006).

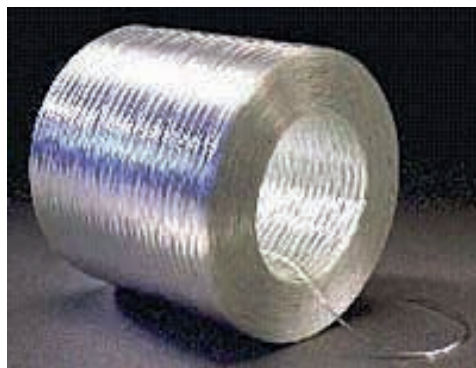


Figura 8. *Roving*, filamentos de fibra de vidrio (Burgman, 1974)

En el proceso de fabricación de las bañeras en fibra de vidrio, el *roving* es cortado y mezclado con la resina y el catalizador, y aplicado sobre el molde de la bañera a fabricar.

La fibra de vidrio, se comercializa bajo el nombre comercial de Fiberglass®, que se ha convertido en una marca registrada generalizada.

### 2.2.3 Resinas

- **Resinas de poliéster.** Las resinas de poliéster se han convertido en un material muy popular, debido a su amplia variedad de usos. Al igual que sucede con la resina epoxi, la resina de poliéster suele utilizarse en espacios industriales por sus múltiples propiedades ventajosas. De este modo, incluso la industria marina las emplea en la construcción de embarcaciones.

Entre las propiedades de la resina poliéster, se destaca:

- Su color característico es pálido, entre gris y blanco apagado.
- Resistencia a los rayos ultravioletas y al agua, esto es una ventaja para que sean utilizadas en la fabricación de bañeras.
- Son termoestables, lo que significa que son maleables. Sin embargo, esto sucede una vez. Al calentarse, se endurecen de tal forma que permanecen inalterables, incluso si son sometidas a la misma concentración de calor.



- Suelen ser viscosas. La forma de rebajar dicha viscosidad es añadiendo estireno, un hidrocarburo que puede resultar peligroso al generar humos.
- Su capacidad termoestable puede actuar en su contra, una vez calentadas ofrecen mucha resistencia a la hora de ser transformadas o dobladas; de esta forma, al aplicar una gran presión sobre ellas pueden llegar a romperse o resquebrajarse.

Las resinas de poliéster se pueden utilizar de muchas maneras, como por ejemplo: depósitos de agua, bañeras, esculturas, en el sector náutico, en la fabricación de parachoques, moldes, entre otros.

Una de las características más destacadas es su gran capacidad de resistencia, algo que prolonga su vida útil, son resistentes tanto a sustancias corrosivas como a factores de cambio climático.

Se destaca aquí que una de las aplicaciones más comunes de la resina poliéster es en materiales compuestos, donde la resina se utiliza en combinación con fibras para producir plástico reforzado con fibra de vidrio PRFV, que es un material ligero, pero fuerte y duradero. El PRFV se emplea comúnmente en la fabricación de todo tipo de tinajas, hasta la fabricación de tuberías y tanques de almacenamiento (Rai pintores, 2024).

- **Resinas epóxicas.** Cuando se habla de resinas epóxicas, también llamadas resina epoxi o poliepóxido, se refiere a un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador.

Las resinas epóxicas, gracias a sus características de adherencia a una gran cantidad de superficies, es utilizada en productos de poliuretano, así como en distintos tipos de pisos como el hormigón, o incluso en madera, con el fin de sellar el color, o en la reparación de concreto.

Las resinas epóxicas también se utiliza como adhesivo en materiales como el acero, vidrio, madera, para el sellado de la elasticidad y en la fabricación de bañeras.

Entre los tipos de resinas epóxicas, de acuerdo a sus características y aplicaciones, se encuentran los siguientes: resinas epóxicas flexibles, resinas epóxicas base agua, resinas epóxicas retardantes al fuego, resinas epóxicas hidrogenadas, resinas epóxicas multifuncionales, resinas epóxicas curado UV.

Algunas características de las resinas epóxicas son: excelente resistencia, resistencia eléctrica, alta resistencia térmica, excelentes propiedades mecánicas y químicas (Cosmos, 2024).

- **Resinas de poliéster vs resinas epoxi.** Las resinas de poliéster cuentan con una alta estabilidad química, eléctrica y mecánica. Las resinas epoxi se destacan por sus propiedades mecánicas, y con la mezcla de otros materiales se llevan a cabo *composites* de gran calidad.

En el campo industrial las resinas epoxi superan a las resinas poliéster en cuanto a su resistencia a productos químicos agresivos. Además su rendimiento a altas temperaturas es difícil de superar, así como su capacidad de adaptación en todo tipo de superficies.

Ambas resinas son empleadas para obtener materiales compuestos PRFV para la fabricación de bañeras.

### 2.2.4 Equipos para la aplicación del proceso *roving*

La mezcla de los tres componentes que hacen parte del proceso de *roving*: 1) la fibra de vidrio, 2) la resina o poliéster, y 3) el catalizador; bien podría realizarse manualmente, incluso aún se hace de forma manual en pequeños talleres o fábricas; pero donde se requiere realizar el trabajo con calidad, cumpliendo con los estándares de seguridad industrial y mayores producciones, se emplean equipos industriales, que mezclan los componentes en las proporciones calculadas para obtener un excelente PRFV.

Este tipo de equipos se conocen con el nombre de pistola de pulverización de resina, o máquina cortadora de fibra de vidrio, o *roving*, o *chopper*.

El equipo de pulverización de fibra de vidrio se utiliza para aplicar de forma simultánea sobre la superficie de la bañera la mezcla de la resina, el catalizador y la fibra, los cuales se calculan previamente en las proporciones exactas para cada componente a fabricar.

Es la tecnología moderna para ahorrar consumo de resina, catalizador y fibra de vidrio; y costo de mano de obra en comparación con la tecnología de laminado manual, en la Figura 9, la representación de una configuración básica de una máquina para el proceso de *roving*.





Figura 9. Máquina de pulverización de resina picadora de fibra de vidrio con pistola (AliExpress, 2024)

Las máquinas empleadas en el proceso para la aplicación de los componentes que conforman la fibra de vidrio, es alimentada por estos tres elementos y funciona mediante sistemas de aire comprimido. El equipo está compuesto de una pistola donde se mezclan los tres componentes, la fibra de vidrio que alimenta la máquina de forma continua es cortada en la pistola; por medio de mangueras y sistemas de transporte mediante aire comprimido la resina o poliéster y el catalizador llegan de igual forma a la pistola, el catalizador que se emplea en muy poca proporción en comparación con la resina. Previamente son calculadas las cantidades de cada componente a aplicar en la bañera y en el proceso de producción es verificado el peso final que tiene la bañera que equivale a la cantidad de PRFV que fue aplicado.

En la Tabla 6, se observa dos métodos para la aplicación de la fibra de vidrio en bañeras, por medio de una máquina de pulverización con pistola.

Tabla 6. Método de aplicación de la fibra de vidrio en la bañera

Aplicación de la fibra de vidrio	Representación
<p>Semi automático. Aplicación de la fibra de vidrio con apoyo de la máquina de pulverización de resina picadora de fibra de vidrio con pistola, la cual es manipulada por un operario. La bañera puede girar mediante un sistema de mesa giratoria y el operario requiere desplazarse y realizar movimientos alternos de forma repetida para cubrir toda la superficie de la bañera con PRFV. El operario debe disponer de los implementos de seguridad industrial adecuados para realizar esta operación (<i>Betta Baths, 2024</i>)</p>	
<p>Automatizado. Aplicación de fibra de vidrio mediante proceso totalmente automatizado, un brazo robótico soporta la pistola y se desplaza por toda la superficie de la bañera, al mismo tiempo la bañera que se encuentra sobre una mesa giratoria da vueltas. Este sistema se encuentra dentro de una cabina cerrada y controlada, minimizando impurezas y disminuyendo gases contaminantes dentro de la planta de producción. Este método es empleado generalmente en empresas que tienen producción en masa y que operan bajo estándares de calidad (<i>Betta Baths, 2024</i>)</p>	

Posición inicial de proceso automatizado



Brazo robotizado desplazándose y bañera girando

---

El proceso de fabricación de bañeras en fibra de vidrio cada vez está más automatizado; empleando muy poco personal y en instalaciones adecuadas con equipos modernos se logra una mediana producción de bañeras, donde el equipo de mayor relevancia es la máquina de pulverización de resina, o máquina cortadora de fibra de vidrio, o *roving*, o *chopper* o *spray*.

## 2.3 BAÑERAS EN ACRÍLICO

Entre los innumerables artículos de baño elaborados con acrílico se destacan las bañeras acrílicas estándar o simplemente bañeras acrílicas y las bañeras acrílicas con hidromasaje. Además de la variedad de modelos, tamaños y colores, este tipo de bañeras son las preferidas en los países desarrollados porque ofrecen muchas ventajas sobre las fabricadas con otros materiales, como la resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, se citan a continuación varias de las ventajas de fabricar bañeras acrílicas:

- Mantienen su brillo, color y textura original con el paso de los años.
- Al ser los pigmentos utilizados muy estables, no se desvanecen y la pigmentación se distribuye uniformemente por toda la pieza.
- La lámina acrílica para bañeras es especialmente adecuada para un uso continuo y prolongado.
- Permite la reparación de pequeñas grietas con un simple pulido.
- La superficie no tiene micro poros, lo que impide la proliferación de bacterias.
- El acrílico para bañeras tiene una inercia química superior al estándar, por lo que resiste los más variados limpiadores.
- Por sus características hidrófugas, el acrílico para bañeras no retiene sedimentos y no es alterado por líquidos con alto contenido en sales minerales.

- Debido al bajo coeficiente de transmisión térmica, las bañeras acrílicas no provocan el choque de frío de los materiales convencionales y además mantienen la temperatura del agua durante más tiempo.

Se puede concluir que si se requiere construir o reformar un baño que posea bañera, es importante conocer mejor las bondades de las bañeras acrílicas, ya que son una opción adecuada para tener un baño más bonito y moderno, con una bañera acrílica que presenta muchas más ventajas en comparación con otras formas de fabricación.

La durabilidad del acrílico para esta aplicación, es mayor que la de cualquier otro plástico, brindando una garantía adicional para la construcción de bañeras acrílicas.

### **2.3.1 Proceso de fabricación de bañeras acrílicas**

El proceso de fabricación de bañeras acrílicas parte de realizar el termoformado a una lámina acrílica grado sanitario, para ello es calentada la lámina acrílica y colocada sobre un molde que posee la forma y diseño de la bañera a fabricar, el proceso más empleado es el termoformado por vacío, el cual permite que la lámina de acrílico tenga en su parte exterior la forma de la bañera, posteriormente es enfriada la concha o carcasa de la bañera que en esta etapa es solo la lámina acrílica termoformada; donde es aplicado en su parte posterior varias capas de poliéster reforzado con fibra de vidrio para darle el refuerzo estructural a la bañera, a seguir se cortan los bordes no deseados de la bañera y se realiza la perforación para el desagüe de la bañera, finalmente es limpiada y empacada para ser entregada al usuario final. En la Tabla 7, se ilustran los pasos para la fabricación de una bañera en acrílico de forma detallada.

Tabla 7. Pasos del proceso de fabricación de una bañera acrílica (*Saturn bath*, 2024)

Paso # / Nombre / Descripción	Representación
1/ Lámina acrílica grado sanitario / Se parte de una lámina acrílica PMMA grado sanitario con el espesor y dimensiones de largo y ancho según el modelo a producir, por lo general los espesores empleados están entre 3 mm a 5 mm; las láminas acrílicas se pueden fabricar el cualquier color	
Paquete de láminas de acrílico	
2/ Calentamiento de lámina acrílica en horno / La lámina es calentada en un tiempo determinado según su dimensiones y espesor, alrededor de 2 a 3 minutos, existen hornos para calentamiento de las láminas eléctricos y a gas y se pueden controlar el calentamiento de la lámina por zonas según el diseño y modelo de cada bañera	
Lámina de acrílico ingresando al horno de calentamiento	
3/ Molde de bañera preparado / Los moldes determinan el modelo de la bañera a fabricar, existen moldes metálicos, generalmente en aluminio y también moldes fabricados en resinas y PRFV; los moldes se encuentran dentro de una caja la cual es sometida a vacío, y este es transmitido a la lámina a través de diminutos orificios que poseen los moldes en su parte superior, un buen acabado del molde es fundamental para el termoformado	
Molde de bañera montado en termoformadora al vacío	

4/ Termoformado por vacío de lámina acrílica / La lámina ya caliente es colocada sobre el molde mediante un proceso automático y sellada mediante un marco contra el molde, es accionado la presión de vacío que permite que la lámina caliente tome la forma que tiene el molde. La lámina realiza una copia fiel del molde, por lo que es importante que tanto la lámina como el molde estén libres de suciedades e impurezas

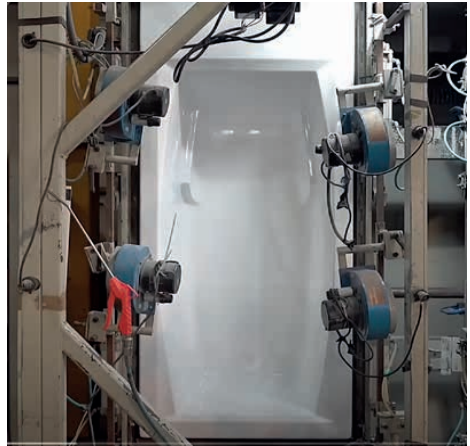
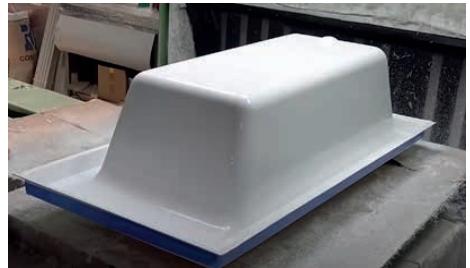


Lámina de acrílico ya termoformada al vacío

5/ Concha con la forma de la bañera, pieza termoformada / Mediante un proceso de soplado es expulsada la lámina termoformada que ya tiene la forma de bañera que se denomina concha o carcasa de bañera, los bordes superiores de la concha son protegidos para evitar que esta zona se ensucie en la etapa siguiente con fibra de vidrio



Concha de lámina de acrílico

6/ Aplicación de la fibra de vidrio / Mediante el proceso *roving* se realiza la aplicación de resina, catalizador y fibra de vidrio de forma continua y semi automática; a través de una pistola que es operada de forma manual pasan al mismo tiempo mezclándose las tiras de fibra de vidrio que a la vez se corta y es mezclado con la resina y un catalizador, todo ello mediante un proceso continuo, las bañeras generalmente pueden girar para facilitar el proceso de aplicación de la fibra de vidrio PRFV



Aplicación de filamentos de fibra de vidrio, más resina, más catalizador sobre la lámina de acrílico. Proceso semi automatizado

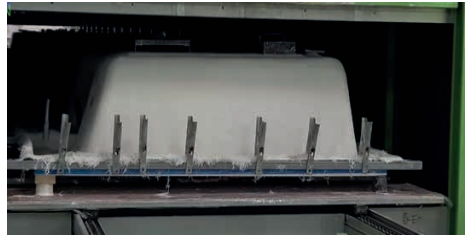
7/ Rodillo sobre fibra de vidrio / Para garantizar la adhesión de la resina y la fibra de vidrio sobre la concha de la bañera, es necesario emplear rodillos en toda la superficie, para mejorar la adhesión de la materia prima, también de esta forma eliminar todo tipo de burbujas de aire que puedan presentarse, generalmente dos operarios son requeridos para realizar esta operación



Adhesión del PRFV en toda la superficie mediante rodillos

---

8/ Secado de la bañera / Para agilizar la producción la bañera ya con la fibra de vidrio se introduce en hornos de secado y curado a altas temperaturas, aunque también pueden secarse a temperatura ambiente; según el modelo de producción existente también se aseguran y fijan los bordes de la bañera mediante pinzas para que no sufran ninguna deformación



Curado de la bañera en horno a 50°C

---

9/ Corte de bordes / Un sistema de corte mediante disco de corte en posición horizontal y mediante un proceso semi automático, permite que se eliminen todos los bordes sobrantes de la bañera, entregando un producto con un buen acabado en todo su perímetro exterior. Los diseños de sistema de corte se encuentran con eje y disco de corte a nivel de la bañera o por debajo de la bañera



Sistema de corte de los bordes de la bañera con disco de corte

---

10/ Perforaciones para el desagüe / En una bañera convencional o simple son realizados al menos dos perforaciones, uno como desagüe en la base de la bañera y otro superior que sirve como rebose, estos dos puntos se unen mediante un tubo de desagüe



Perforaciones con broca sierra para los desagües

---

11/ Cubierta protectora / La parte externa de la bañera que corresponde a la lámina de acrílico con forma de bañera es protegida mediante un plástico que tiene también forma de bañera, esto para poder almacenar una bañera sobre otra, tanto en el proceso de producción y almacenamiento en planta, como para el transporte y venta del producto. También suele emplearse triángulos de cartón o icopor que se colocan en las cuatro esquinas de la bañera para poder protegerlas y montar una pila de bañeras



Plástico protector de la bañera en su parte interior y bordes



---

12/ Almacenamiento en planta de producción / las bañeras son almacenadas en planta en lotes de varias bañeras en cantidades según los modelos y pesos. Esta permite la optimización de espacio en planta y facilita el transporte



Almacenamiento de bañeras terminadas en planta de producción

---

Es importante anotar que existen otros métodos de fabricación de las denominadas bañeras acrílicas y uno de los más conocidos es por medio del vaciado de acrílico y que no contiene fibra de vidrio, este método no es objeto de estudio en el desarrollo de esta investigación.

En el proceso de fabricación de bañeras de láminas de acrílico reforzadas con PRFV, el proceso de la aplicación del PRFV es el mismo que el empleado en la fabricación de las bañeras solo de PRFV. En el método de fabricación de bañeras de láminas de acrílico tenemos dos elementos adicionales que son considerados claves para un óptimo desarrollo: 1) las láminas acrílicas, y 2) el proceso de termoformado.

### 2.3.2 Láminas acrílicas

Las láminas acrílicas son la parte exterior y fundamental de las bañeras acrílicas reforzadas con PRFV, el acrílico es un material muy atractivo para esta aplicación y son muchas las ventajas que posee dadas su excelentes propiedades mecánicas, físicas, ópticas, eléctricas y térmicas. El acrílico se caracteriza por su durabilidad, resistencia y excelentes cualidades estéticas.

Dada la importancia que tienen las láminas acrílicas en la fabricación de las bañeras acrílicas, a continuación se describen las características más importantes de estas, en la Tabla 8.

Tabla 8. Propiedades típicas de las láminas acrílicas y norma ASTM (Cristacryl, 2024; Manoplas, 2024)

Tipo de propiedad	Descripción	Norma ASTM
Física	Peso específico	D-792
	Coefficiente de absorción (agua después de 24h a 23°C)	D-570
Óptica	Índice de refracción	D-542
	Transmisión de luz (placa gruesa 3-4 mm 420-440 NM)	D-1003
Mecánica	Resistencia a la tracción (rotura)	D-638
	Elongación (ruptura)	D-638
	Resistencia a la flexión	D-790
	Resistencia al impacto	IZODD-256
	Dureza Rockwell	D-785
Eléctrica	Resistividad volumétrica	D-257
	Constante dieléctrica (50Hz)	D-150
Térmica	Punto <i>icat</i> (ablandamiento)	D-1525
	HDT	D-648
	Coefficiente de expansión termo lineal	E-831
	Temperatura máxima de trabajo recomendada	85°C
	Temperatura de termoformado	130°C-180°C
Inflamabilidad	Velocidad de combustión	ISO - 3795

Los valores de cada una de las propiedades varían de acuerdo al fabricante y proceso de fabricación de las láminas acrílicas.

El acrílico es uno de los plásticos más versátiles en el mercado, la lámina de acrílico es fabricada con PoliMetil MetAcrilato (PMMA) 100% virgen mediante el sistema de colado *cell-cast*, en la Figura 10, se ve la variedad de colores entre muchos otros en los que se fabrican las láminas acrílicas, los fabricantes de láminas pueden suministrar cualquier color que requieran los fabricantes de bañeras acrílicas.



Figura 10. Variedad de colores y espesores de láminas acrílicas

El acrílico es el más común de los materiales transparentes. El material disponible es de alto impacto, con varias posibilidades en tamaños y espesores. Es un material maleable de excelente calidad y transparencia; se puede mecanizar fácilmente y también puede ser termoformado (Cristacryl, 2024).

Las láminas acrílicas se pueden utilizar en los más variados tipos de aplicaciones, tales como: paneles decorativos, luces, luminarias, viseras de seguridad, reemplazar el vidrio en lugares para mayor seguridad, soporte para productos, *displays*, parabrisas de barcos y aviones, bañeras, *box* para baño, luces traseras, luces delanteras, modelos arquitectónicos, artefactos decorativos, mobiliario especial, acuarios, estanterías, aparatos de laboratorio, incubadoras, barreras acústicas, servicios de arquitectura, paneles antideslumbrantes, canalones para automóviles, parasoles para camiones y similares, ventanas para remolques y auto caravana entre otros (Cristacryl, 2024).

Se destacan a continuación las propiedades de las láminas acrílicas (Acrílico y policarbonato, 2024):

- **Resistencia al impacto.** Como se aprecia en la Tabla 9, la resistencia al impacto de la lámina de acrílico es superior a la del vidrio de diferentes especificaciones, a las bañeras acrílicas se les realizan pruebas de calidad de impacto, dejando caer una bola de acero en caída libre.

Tabla 9. Resistencia al impacto de lámina de PMMA comparada con la de vidrio de diferentes tipos

Material	Espesor [mm]	Peso de bola de acero en caída libre [kg]	Energía necesaria para romper el material [libras-pies]
Lámina de acrílico	2,5	0,11	3,0
	3,0	0,91	4,7
	4,5	0,91	11,1
	6,0	2,27	18,1
Cristal de ventana	2,5	0,11	0,8
Cristal doble resistencia	3,2		1,8
Cristal flotado	4,8		2,0
	6,4		1,0
Vidrio de seguridad laminado	6,4	0,11	1,1
<i>Rough wire glass</i> , impacto sobre lado áspero			2,2
<i>Rough wire glass</i> , impacto sobre lado liso			0,2
<i>Wire glass</i> pulido			0,4

- **Transmisión de luz.** El PMMA no pigmentado, es decir cristalino, es tan transparente como el cristal más fino. Su tasa de transmisión de luz es de 92%.

La calidad óptica con la que se aprecian los objetos a través de una lámina de PMMA es casi perfecta. La tasa de *haze*; es decir, pérdida de definición óptica a causa de dispersión de rayos de luz, es solamente de 1%.

- **Resistencia química.** La lámina de acrílico es resistente a la mayoría de las sustancias, incluyendo soluciones de álcalis y ácidos como el amoníaco y el ácido sulfúrico, e hidrocarburos alifáticos como hexano, octano y nafta. Los hidrocarburos aromáticos atacan al acrílico y los compuestos orgánicos como la acetona, el benceno y el tolueno lo disuelven.

La resistencia química del material puede ser influenciada por una variedad de factores incluyendo las tensiones generadas durante el proceso de fabricación y durante el uso, por ejemplo por cambios de temperatura.

El contacto con ciertos selladores y juntas puede causar el cuarteamiento de la lámina bajo ciertas condiciones. La resistencia al cuarteamiento depende de factores como a qué tensión se expone la lámina y durante cuánto tiempo, además de la temperatura.

Por todo lo anterior es importante que el fabricante someta a una prueba concienzuda cualquier material que desee utilizar junto con el acrílico, replicando lo mejor posible las condiciones de utilización, para asegurarse de la compatibilidad de los materiales.

- **Resistencia a la intemperie.** El PMMA ofrece una resistencia a la intemperie que no iguala ningún otro material plástico ni la mayoría de los materiales de fabricación humana.

Resiste la exposición a radiación solar intensa, al frío extremo, a cambios súbitos de temperatura, a la brisa salada y a otras condiciones meteorológicas. Es un material cuyas cualidades estéticas y funcionales permanecen intactas durante muchos años de servicio.

Su pérdida de transparencia y claridad es prácticamente nula incluso en aplicaciones al aire libre.

También su capacidad de filtrar la radiación ultravioleta es sumamente estable y prácticamente no muestra cambios ni por el paso del tiempo ni por la exposición a la intemperie.

El PMMA pigmentado puede decolorarse a distintos grados dependiendo de los colorantes que se utilicen.

- **Estabilidad dimensional.** Si bien la lámina de acrílico se expande y contrae como consecuencia de cambios de temperatura y niveles de humedad, no se encoge con la edad.

Cuando hay discrepancia entre la temperatura y/o nivel de humedad a la que están expuestas cada una de las superficies de la lámina, esta tiende a arquearse ligeramente hacia el lado donde la temperatura y/o humedad es más alta. Sin embargo, este tipo de arqueadura es reversible. La lámina regresa a su estado plano original cuando se igualan los niveles de temperatura y/o humedad. La arqueadura no afecta la visibilidad a través de la lámina transparente, pero sí puede distorsionar las reflexiones.

En la construcción en muchos casos se usa lámina de acrílico junto con otros materiales que experimentan menor expansión y contracción.

Para asegurar un buen desempeño del material en ambientes con rangos amplios de variación de temperatura, la lámina de acrílico debe ser instalada usando un marco acanalado que le permita expandirse y contraerse libremente. Los canales del marco deben ser suficientemente profundos para que la lámina no se salga del marco al contraerse.

Se debe evitar fijar la lámina de manera inflexible, por ejemplo por medio de tornillos ya que estos no permiten su expansión y contracción.

Las cintas y selladores que se adhieran tanto a la lámina como al marco deben ser lo suficientemente expansibles para dar cabida a la expansión térmica de ambos.

Si se somete una lámina de PMMA a carga constante, a largo plazo esto puede provocar su deformación permanentemente. Esta contingencia puede minimizarse usando lámina más gruesa, reduciendo el tamaño de las áreas sin soporte o utilizando configuraciones termoformadas.

- **Conductividad eléctrica.** El PMMA es un excelente aislante eléctrico con una constante dieléctrica elevada.

Esta propiedad; sin embargo, causa una carga estática en la superficie de la lámina la cual atrae partículas de polvo y pelusa.

Se pueden usar compuestos antiestáticos cuando la acumulación de carga estática y la concentración de polvo representen un problema de limpieza.

- **Termoformado.** Al calentar el PMMA a una temperatura óptima para su termoformado, entre los 163°C a 176°C, este se vuelve flexible y puede ser moldeado para darle casi cualquier forma deseada. Al enfriarse el material vuelve a endurecer, conservando la forma que se la haya dado con el molde.

Dado que el PMMA se moldea bajo poca presión, se pueden usar moldes económicos de madera, láminas metálicas o plástico. Esto permite que arquitectos y diseñadores especifiquen modelos complejos que pueden ser producidos a un costo muy razonable incluso en cantidades pequeñas.

Por otro lado, dichos moldes económicos de madera o plástico pueden ser reutilizados en varios ciclos de producción sin que sufra la calidad del producto terminado.

El PoliMetil MetAcrilato (PMMA), conocido como acrílico, es un plástico de ingeniería, cuyas principales características son sus incomparables propiedades ópticas, transparencia y resistencia a la intemperie, que combinadas con su excepcional dureza y brillo, hacen de esta resina insustituible en aplicaciones donde elegir la materia prima correcta determinará el éxito del producto final, en este caso las aplicaciones de utensilios sanitarios como lo son las bañeras acrílicas.

### 2.3.3 Termoformado de las láminas acrílicas

Como uno de los pasos iniciales del proceso de fabricación de bañeras acrílicas, consiste en el termoformado al vacío de la lámina acrílica, se destaca a continuación este proceso con mayor detalle.

El proceso de termoformado para obtener bañeras consiste en someter una lámina de acrílico, que es un material termoplástico, a un proceso de reblandecimiento por calentamiento, luego aplicando un diferencial de presión al vacío la lámina adopta la forma de un molde, donde se enfría y endurece y finalmente es extraída.

El termoformado es un proceso de gran rendimiento para la realización de bañeras a partir de láminas acrílicas, y es quizás esta fase de la producción la que hace la diferencia en comparación con otros procesos de fabricación de bañeras en especial con las que se fabrican solo de fibra de vidrio, ya que se pueden obtener una gran cantidad de conchas de bañeras termoformadas en muy poco tiempo y que luego pasarán al proceso de aplicación del PRFV; mientras que en el proceso de bañeras solo con PRFV se debe esperar a terminar el proceso completo de aplicación del PRFV sobre el molde, además que se requiere de tiempo para el secado, para finalmente realizar el desmoldeo; en otras palabras cada concha de lámina acrílica termoformada con la forma de la bañera hace las veces de molde en el proceso de fabricación de bañeras acrílicas a las cuales luego es aplicado el proceso de PRFV y esto permite obtener volúmenes mayores de producción.

- **Conceptos generales del termoformado de láminas acrílicas.** El procedimiento básico del termoformado se logra cuando se dispone de un molde y sobre este es colocada la lámina acrílica en condiciones de reblandecimiento, se coloca una especie de marco alrededor de toda la lámina acrílica contra el molde para hacer un sellado entre el molde y la lámina acrílica, de esta forma se genera una cavidad o hueco entre la lámina acrílica y el molde, luego se hace vacío en dicho hueco, de tal forma que la lámina acrílica se estire y se adapte a la superficie del molde. Una vez fría la concha de acrílico con forma de bañera, la pieza se extrae y pasará al proceso de aplicación del PRFV (Capella, 1996).

Dado que se produce un estirado de la lámina acrílica en el proceso de termoformado, se debe estimar desde el inicio del proceso el espesor que debe tener la lámina acrílica para fabricar cada modelo de bañera, de tal forma que se obtenga una concha de bañera con un espesor final más o menos regular en toda su extensión, sin duda las partes de la concha de menor profundidad quedarán con mayor espesor que las zonas que tienen la mayor profundidad de la concha de la bañera.

El proceso de termoformado al vacío de láminas acrílicas para obtener bañeras ha permitido la producción en serie de este producto y se han desarrollado máquinas que incluyen el proceso de calentamiento de las láminas acrílicas, el transporte de la láminas hacia el proceso de termoformado, el sellamiento automático de la lámina acrílica contra el molde y finalmente la presión de vacío para que la lámina acrílica obtenga la forma de bañera. Se pueden encontrar máquinas de termoformado de un solo molde o de moldeo secuencial con moldes de cavidades múltiples, y sistemas automatizados de alimentación y transporte de las láminas acrílicas. Incluso en el sistema de calentamiento o en el horno que se encuentra en ciertas termoformadoras se permiten programar y controlar el calentamiento de la lámina acrílica por zonas; es decir, se puede calentar a diferentes temperaturas cada una de las zonas que se definan según el modelo de bañera a fabricar y esto se hace con el objetivo de obtener un espesor regular de la concha de bañera de la láminas de acrílico termoformada.

La gran variedad de materiales con que pueden fabricarse los moldes de bañeras, va desde moldes en acero hasta moldes reforzados con fibra de vidrio; es muy frecuente encontrar moldes en aluminio, dada su conductividad térmica y fácil mecanizado, pero sus costos de fabricación son elevados; aunque sí estos moldes en aluminio se logran obtener con las especificación y acabados especiales son moldes de gran durabilidad y adecuados para grandes producciones (Capella, 1996).

En la Tabla 10, se observa de manera detallada el proceso de termoformado de una bañera acrílica.

Tabla 10. Pasos para el termoformado de bañeras con láminas acrílicas (*Saturn bath, 2024*)

Pasos en proceso de termoformado	Representación
1/ Corte y preparación de láminas acrílicas/ dimensiones y espesor de la lámina según modelo a producir, el corte de la lámina acrílica se realiza con discos de corte metálicos	
2/ Calentamiento de lámina acrílica / horno de calentamiento para las láminas acrílicas, entre 163°C a 176°C, tiempo aproximado 2 a 3 minutos. Los hornos más usados emplean como energía de calentamiento gas propano, poseen sistemas para la fijación de las láminas mediante sistemas de pinzas neumáticas y transporte por rieles para ingresar y sacar la lámina del horno	
3/ Lámina acrílica caliente / Lámina acrílica reblandecida, el transporte de la lámina puede ser manual, pero generalmente es automatizado, la lámina acrílica es como una gelatina que se adaptará fácilmente a la forma que se necesite	

Láminas acrílicas rectangulares y triangulares según modelo a fabricar

Horno de calentamiento de láminas, las láminas pueden estar en posición horizontal o vertical

Lámina acrílica saliendo de horno de calentamiento



4/ Preparación de molde/ Limpieza de molde de aluminio antes de recibir la lámina acrílica caliente, el molde dispone en su superficie de pequeñas perforaciones cuidadosamente seleccionados por donde se hace el vacío



Molde de bañera fabricado en aluminio, con marco para fijación y sellado de la lámina contra el molde

5/ Lámina sobre molde/ La lámina acrílica caliente se ubica en la parte superior del molde de la bañera, un marco sujeta por encima la lámina acrílica, la sujeción es por todo el borde

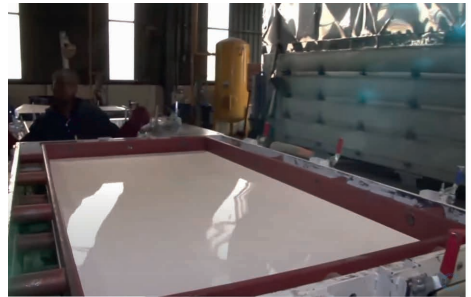


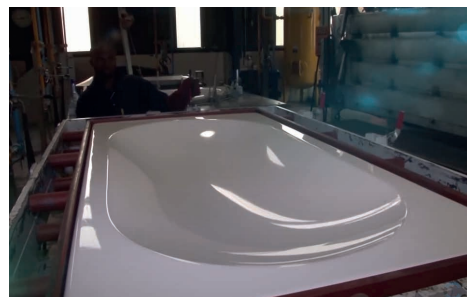
Lámina acrílica caliente sobre el molde de la bañera

6/ Molde de bañera subiendo/ El molde de la bañera realiza un desplazamiento vertical hasta la posición donde se encuentra el marco que está alrededor de la lámina acrílica caliente, de esta forma se realiza un sellado entre el marco, la lámina acrílica y el molde, quedando un espacio hueco entre el molde y la lámina acrílica



Sellado de molde de bañera y lámina acrílica

7/ Proceso de vacío/ Etapas del termoformado por vacío, la lámina acrílica caliente desciende por el efecto del vacío y va paulatinamente tomando la forma fiel del molde



Etaa inicial del proceso de termoformado por vacío



Etapa intermedio del proceso de termoformado por vacío

---

8/ Bañera termoformada/ Etapa final del proceso de termoformado por vacío de lámina acrílica, la lámina acrílica ha tomado la forma de la bañera, aún la lámina se encuentra caliente, se facilita el desmoldeo de la concha de bañera por un efecto de soplado que sale dentro del molde



Etapa final del proceso de termoformado por vacío, bañera termoformada

---

9/ Almacenamiento de concha de bañeras/ En la planta de producción para optimizar espacio en las instalaciones las conchas de bañeras se pueden colocar una dentro de otra, se apilan tantas como el modelo y peso de la mismas lo permitan





Bañeras termoformadas almacenadas en planta de producción

- 
- **Maquinaria de termoformado.** Desde el punto de vista de la maquinaria y equipo, el proceso de termoformado para láminas acrílicas puede analizarse según (Capella, 1996):
  - La fuente de calentamiento, se tiene dos tipos principales: por energía eléctrica o por gas.
  - La estación de conformado, incluyendo el bastidor de la máquina, la mesa de conformado con el sistema de arrastre y el de expulsión, estos sistemas suelen ser automáticos con accionamiento neumático o hidráulico.

- El sistema de vacío y presión de aire: tanque de vacío y bomba de vacío, conectados al molde.
- El marco de estirado de la lámina acrílica de accionamiento neumático y el mecanismo de transporte de la lámina por medio de sistemas neumáticos e hidráulicos.
- El sistema eléctrico o electrónico para los automatismos, en un gabinete independiente y de fácil control.
- El equipo adicional, opcionalmente se tiene equipos para el manejo de la lámina, corte de lámina acrílica, enfriamiento de la pieza termoformada, transporte del producto terminado.

En la Tabla 11, se representan algunos equipos para el termoformado de láminas acrílicas.

Tabla 11. Equipos para el termoformado (*Saturn bath, 2024*)

Equipos para el termoformado	Representación
<p>Equipo de termoformado de accionamiento manual / El horno para el calentamiento de la lámina acrílica es independiente del equipo de termoformado, el apriete del marco al molde es mediante pinzas, el sistema de vacío es accionado manualmente mediante la apertura de una válvula de paso; de la misma forma el sistema para soltar la concha de la bañera termoformada se realiza de forma manual</p>	
<p>Termoformado de lámina acrílica: apriete de lámina acrílica caliente contra el molde con pinzas</p>	
<p>Retirando concha de bañera termoformada de forma manual</p>	

---

Equipo automático / Termoformadora de bañeras automática, tiene integrado el horno de calentamiento, el sistema de apriete de la lámina es neumático e hidráulico, el sistema de vacío está conformado por sus sistemas de control, tanque de vacío y bomba de vacío; además, permite el traslado de la concha de la bañera una vez termoformada. Sistema programado y controlado, de fácil accionamiento



Equipo de termoformado automático con sistema de calentamiento, fijación, vacío y traslado integrado

---

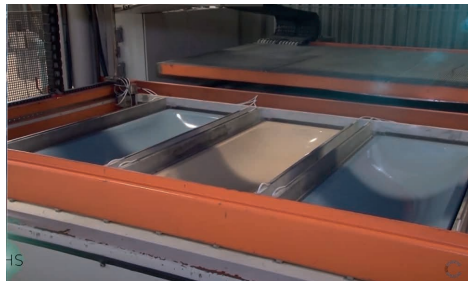
Horno de calentamiento de termoformadora automática / En este caso el horno tiene desplazamiento y la lámina acrílica está fija, después de transcurrido el tiempo de calentamiento el marco se retira y continúa el proceso de vacío; también se encuentran sistemas donde el horno de calentamiento está a un lado del sistema de termoformado y es la lámina acrílica la que se desplaza al horno por medio de un sistema de rieles y un motor hidráulico, calentada la lámina esta se traslada de nuevo al sistema de termoformado



Horno de calentamiento con desplazamiento, ubicado en parte superior de las láminas acrílicas

---

Termoformado simultáneo / Se logra realizar de manera simultánea y continua el termoformado al vacío de varias conchas de bañeras, en este caso tres bañeras de forma rectangular



Etapa inicial en termoformadora automática de tres conchas de bañeras de forma simultánea



Etapa final, tres conchas de bañeras termoformadas de manera simultánea, aún dentro del molde



Concha de bañeras en láminas acrílicas, obtenidas por termoformado en vacío, proceso simultaneo

Termoformado automático con sistema para retirar y trasladar las conchas de bañeras termoformadas hacia el proceso de aplicación del PRFV



Tres conchas de bañeras en láminas acrílicas salen de forma controlada y automática de la termoformadora por vacío

Conchas de bañeras de lámina acrílica desplazándose en el proceso, en dirección al proceso de aplicación del PRFV



Bandas transportadora desplazan las conchas de las bañeras fabricadas en láminas acrílicas

Configuración típica de una máquina termoformadora automática, que tiene integrados sistemas de calentamiento y termoformado al vacío, completamente computarizada.

Parámetros técnicos principales:

Modelo: XSH2015/65

Máxima área de formación: 2000 mm x 1500 mm

Máxima altura del molde: 650 mm

Velocidad de producción: 60-720 ciclos/h.

Potencia del horno: Aprox.166,4 kW (Horno superior)

Aprox. 102,4kw (horno inferior)

Potencia del motor de la bomba de vacío: 3 kW

Capacidad de la bomba de vacío: 100 m<sup>3</sup> /h

Dimensiones generales: 2900 mm x 5300 mm x 4200 mm

Peso: 13000 kg

Ciclo de trabajo: Alimentación manual, fijación, desplazamiento del horno a la zona de formación, calentamiento, desplazamiento del horno de nuevo a la zona de calefacción, descenso del horno, anti caída, formación de



Existen en el mercado nacional e internacional muchos fabricantes de equipos que facilitan las operaciones de fabricación de bañeras acrílicas, es importante definir el nivel de producción de la empresa productora para seleccionar los equipos y herramientas necesarias para tener el punto de equilibrio entre el nivel de producción y las ventas que se esperan. Las instalaciones de una planta de producción de bañeras acrílicas deben considerar, entre otros, los aspectos ambientales para el correcto manejo cuidado y disposición de los desperdicios o sobrantes que se generan durante el proceso. Buscando optimizar la producción, la calidad y el cuidado del medio ambiente.

## **2.4 BAÑERAS EN FIBRA DE VIDRIO PRFV VS. BAÑERAS ACRÍLICAS CON PRFV**

### **2.4.1 Procesos de fabricación**

El proceso de fabricación de las bañeras acrílicas es bastante sencillo, pero es más práctico que el de la fibra de vidrio. Se calienta una lámina de acrílico entre 160°C a 180°C, se termoforma la lámina de acrílico aplicando vacío en un molde y se enfría con ventiladores. Una vez terminado el termoformado de la bañera, se refuerza con una capa de fibra de vidrio. Una vez que la fibra de vidrio está en capas, se lámina con rodillos que eliminan todas las burbujas de aire que podrían debilitar la bañera y permite que la fibra de vidrio se adhiera al acrílico perfectamente.

Las bañeras de fibra de vidrio se fabrican aplicando finas capas de fibra de vidrio PRFV para que se unan entre ellas. Una vez completado el proceso de unión, la capa de fibra de vidrio se moldea y se le da forma y se mezcla con resina para mantener la forma. Las bañeras de fibra de vidrio son bastante fáciles de fabricar porque no se necesita un número significativo de pasos o materiales para completarlas (Dabella, 2024).

### **2.4.2 Diferencias entre las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas**

La principal diferencia entre las bañeras de fibra de vidrio y las de acrílico es el proceso de fabricación; por lo general, la fibra de vidrio es un proceso más sencillo y su fabricación no cuesta tanto como la del acrílico. Las bañeras acrílicas pueden venir con más opciones de personalización, incluyendo texturas, colores y accesorios. Además, el acrílico es mucho más duradero que la fibra de vidrio debido al revestimiento de fibra de vidrio que está por debajo de la lámina de acrílico.

El proceso de fabricación de las bañeras en fibra de vidrio e instalación es ligeramente más barata que la del acrílico. Pero no podrá obtener la durabilidad del acrílico. Además, las bañeras de fibra de vidrio tienden a implicar mucho más mantenimiento porque se rayan, agrietan y tendrán que ser repintadas en algún momento de su vida útil (Dabella, 2024).

### 2.4.3 Similitudes entre las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas

Tanto las bañeras en fibra de vidrio como las bañeras en acrílico son fabricadas a partir de materiales basados en la fibra de vidrio, pero la carcasa de la bañera de acrílico es muy diferente a la de la bañera en fibra de vidrio. Ambos tipo de bañeras son bastante fáciles de instalar y no requieren mano de obra muy especializada. Las bañeras de fibra de vidrio y las bañeras acrílicas se instalan con frecuencia en un solo día. Ambos materiales son muy asequibles y fáciles de conseguir. Ambos tipos de bañeras requieren una limpieza periódica semanal o mensual para conservar su brillo, según la frecuencia de usos. Se debe prestar atención a las bañeras de fibra de vidrio, ya que son propensas a mancharse (Dabella, 2024).

### 2.4.4 Mantenimiento de las bañeras de fibra de vidrio y las acrílicas

Tanto el acrílico como la fibra de vidrio son fáciles de mantener. Lo que mayormente se recomienda utilizar para limpiar la bañera acrílica son productos como: *fantastic*, *windex*, *tilex spray*, *409 spray*, *lime away spray*, *fabuloso*, *green works*, *spic & span spray*, *pine sol*, o *simple green*. No se requiere usar ningún limpiador abrasivo o arenoso en el mantenimiento de la bañera de acrílico incluyendo *scotch brite pads*, *magic eraser*, *comet power* o cualquier disolvente y diluyentes.

Las bañeras de fibra de vidrio tienden a requerir de más mantenimiento porque la capa de revestimiento es propensa a rayarse y agrietarse. Además, las bañeras de fibra de vidrio tienden a perder su color después de unos años, por lo que tendrán que ser repintadas. Las bañeras de fibra de vidrio también son propensas a desplazarse y doblarse porque es un material endeble. Esto inevitablemente puede hacer que el calafateo alrededor de la bañera se agriete permitiendo que el agua se filtre, lo que causará problemas en el futuro si no se cuida (Dabella, 2024).

No es objeto de esta investigación concluir si la bañera de fibra de vidrio es mejor o no que la bañera acrílica, ambas tienen sus ventajas y desventajas como en todo producto, lo relevante aquí es conocer detalles de los materiales y procesos de fabricación empleados para poder producirlas y que sea el usuario según sus necesidades, requerimientos, frecuencia de uso y presupuesto, quien determine cual tipo de bañera con su respectivo modelo se acomoda a su estilo y logra cumplir con sus expectativas.

# IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE DISEÑO

## 3.1 INTRODUCCIÓN

Es empleada la combinación de las metodologías de diseño de varios investigadores (Pahl y Beitz, 2007; Ulrich y Eppinger, 2013; Cross, 2002; Kaminski, 2000; Dym *et al.*, 2014; Dieter y Schmidt, 2020; Pugh, 1991; Miles, 2015; Vernadat, 1996; Chorafas, 2001), que cubre las fases: ciclo de producción y consumo, valor del producto y energía, espiral del proyecto, conceptos fiscales, necesidad real, especificaciones técnicas, mercado y precio, matriz de decisiones, descripción de fallas, análisis de árbol de fallas, análisis de modos y efectos de fallas técnicas y gestión del proyecto, planificación operativa; implementando y aplicando la metodología de diseño en el desarrollo de bañeras acrílicas.

El proceso de implementación de una metodología de diseño, que conlleva al desarrollo de un producto puede ser definido como un conjunto de actividades que involucra a casi todos los departamentos de una empresa, y que tiene como objetivo la transformación de necesidades del mercado en productos o servicios económicamente viables. El proceso de implementar una metodología de diseño para el desarrollo de un producto consiste en realizar un proyecto del producto desde su fase inicial de las necesidades del usuario, pasando por la clarificación del problema; la generación, evaluación y selección de la mejor alternativa de solución; hasta llegar a la evaluación del producto por el consumidor y pasando por la fabricación; es sin duda el proceso de diseño complejo y que requiere de parte de los diseñadores un estudio y conocimiento profundo del producto a diseñar y que involucre y encadene en el producto los factores tecnológicos, económicos, humanos y ambientales.

Los productos, caso las bañeras, normalmente son el resultado de proyectos de ingeniería que son desarrollados y se hacen posibles y disponibles para los clientes potenciales, con el fin de satisfacer sus necesidades individuales o colectivos. El caso de estudio del diseño de una bañera acrílica, abarca todos los elementos presentados para la implementación de una metodología de diseño.

## 3.2 CICLO DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO

El conocimiento del ciclo de producción y consumo del producto a ser desarrollado es de gran importancia para el diseñador. Cualquiera que sea el producto, este siempre estará en un ciclo de este tipo, y el proyecto debe ser compatible con las cuatro grandes fases: 1) producción, 2) distribución, 3) consumo, y 4) recuperación. Habrá en ellas exigencias, muchas veces conflictivas, y el diseñador deberá encontrar el equilibrio para que el proyecto y el producto tengan éxito.

Básicamente, el diseñador proyecta para el consumidor, pero también deberá satisfacer al fabricante, que al final de cuentas es su empleador. El consumidor quiere



aparición, funcionalidad, durabilidad, confiabilidad, entre otros; el fabricante quiere facilidad en la fabricación, pocas exigencias de recursos para la producción, entre otros; el distribuidor quiere facilidad en el transporte y el almacenamiento, que el producto sea atractivo para la venta, entre otros; el recuperador quiere facilidad para recuperar los componentes y materiales reutilizables. Todos quieren lucro, y la sociedad como un todo quiere productos que no degraden el medio ambiente (Kaminski, 2000).

Ese conjunto de requisitos están íntimamente asociados al concepto de calidad total. Todos aquellos que dependen del resultado del proyecto o que reciben el resultado, son conocidos como clientes, y es el diseñador quien debe combinar esas exigencias, de modo que atienda o supere su satisfacción al menor costo posible.

En la Figura 11 se muestra un ciclo básico de flujo de material en un producto

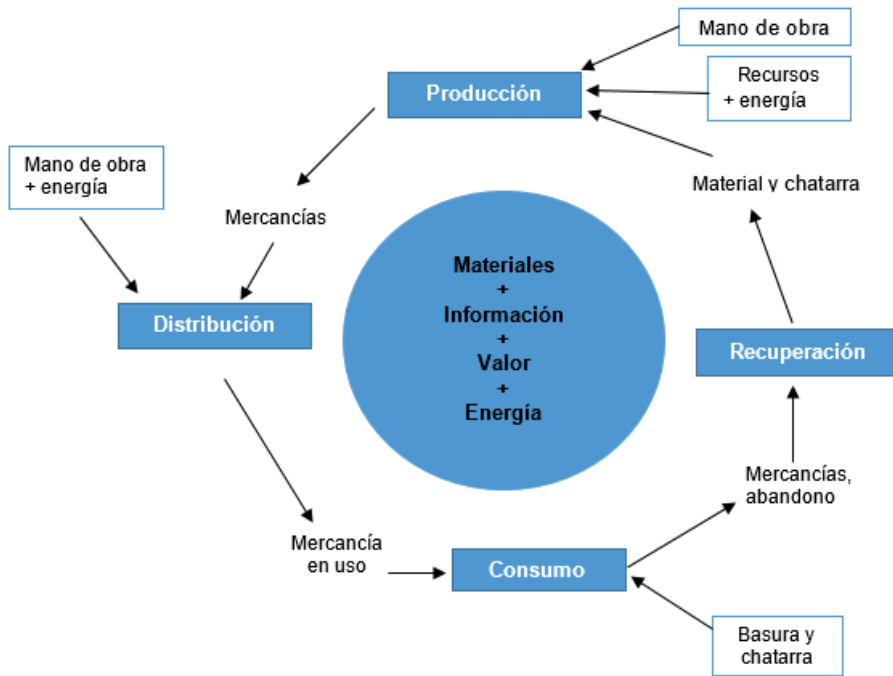


Figura 11. Ciclo de producción y consumo

Además, del flujo físico de energía y de materiales en el ciclo de producción y consumo, hay también un flujo de entes abstractos de valores o informaciones.

Considérese un producto cualquiera, el ciclo se inicia con algunos recursos (materiales, energía, instalaciones, personal). En la fabricación de una unidad entran parcelas de valor de cada uno de esos recursos, y la sumatoria de estos es el costo de producción. El producto pronto tendrá un valor comercial (precio), cuya diferencia en relación con el costo de producción es el lucro bruto de la producción. En la distribución,

hay un flujo de valor con un consecuente aumento del costo del producto. El consumidor paga un precio final que comprende todas las fases previas y casi siempre mayor que los valores que involucra todas las fases del ciclo de producción. El diseñador deberá estimar el valor para el consumidor y el costo final, para evaluar las posibilidades de éxito del producto.

Un segundo conjunto de estos entes abstractos que integran el ciclo de producción y consumo es el de las informaciones. La importancia es enorme, pues el proceso del proyecto es básicamente, la adquisición, la organización y el procesamiento de la información. Por ejemplo, el proyecto de un producto depende de la existencia de informaciones al respecto del original, y también de las informaciones sobre los componentes, materiales, procesos, entre otros. La compilación y almacenamiento de datos técnicos y científicos son una tarea gigantesca, que debe ser sistematizada, acompañada de un gerenciamiento y control del proyecto.

En el desarrollo de la bañera acrílica se implementan las cuatro grandes fases: producción, distribución, consumo y recuperación.

### 3.2.1 Producción

El proceso de fabricación de bañeras acrílicas comienza con las láminas acrílicas, las cuales se calientan a 163°C a 176°C y se termoforman al vacío, obteniendo la forma del molde utilizado en el proceso de termoformado. Luego de tener la forma de la bañera, se refuerza en su parte posterior con resina de poliéster y fibra de vidrio mediante el proceso *roving*, luego se cortan las esquinas de la bañera y se hacen agujeros para el drenaje, finalmente se empaca la bañera para su entrega de acuerdo a su destino de entrega.

A continuación se presentan algunos datos relevantes sobre el proceso de producción de bañeras acrílicas.

- **Materiales.** Láminas acrílicas en PoliMetil MetAcrilato (PMMA), resina de poliéster, fibra de vidrio.
- **Equipos.** Termoformadora automática, con calentamiento eléctrico y termoformado al vacío, tiempo de termoformado por bañera de 2-3 minutos, producción de 150 bañeras en 8 horas. Aplicación de resina y fibra de vidrio semiautomática, con pistola, fibra continua, proceso *roving*. Las esquinas de la bañera se cortan con un disco abrasivo sobre una mesa fija.
- **Energía.** Durante todo el proceso de fabricación de la bañera acrílica se utiliza energía eléctrica, que se transforma en vacío y aire comprimido en otras fases de producción.
- **Mano de obra.** En la línea de bañeras acrílicas operan dos personas, trabajando en turnos de 8 horas, con una producción de 50 bañeras acrílicas terminadas por día.

### 3.2.2 Distribución

La distribución de bañeras acrílicas se debe realizar principalmente en todos los puntos de venta de elementos constructivos (también conocidos como puntos de venta) que se encuentran ubicados en las principales ciudades del país de fabricación.

Las bañeras acrílicas son transportadas por carreteras a diferentes puntos de venta, las cuales van protegidas con cartón y madera, y en sus extremos con poliestireno. De esta manera, las bañeras acrílicas tienen una amplia cobertura en todo el país. Los potenciales compradores de bañeras, la adquieren a través de uno de estos puntos de venta, que se comunican con la empresa para realizar el pedido, el cual se finaliza en un plazo máximo de dos días.

La empresa fabricante también debe disponer de un punto de venta en fábrica para atención directa al cliente.

### 3.2.3 Consumo

El mayor porcentaje de consumidores de bañeras acrílicas son constructores de nuevas instalaciones, ya sean: casas, condominios, hoteles y moteles; pero las personas que remodelan sus viviendas también constituyen un interesante mercado de consumo.

Las bañeras acrílicas fabricadas incluyen diferentes modelos, colores, formas y dimensiones para satisfacer las necesidades del consumidor. Pero los productos que más interesan son las bañeras rectangulares de dimensiones 170 cm x 75 cm, en colores blanco y *beige*.

### 3.2.4 Recuperación

Las bañeras acrílicas son productos con una vida útil aproximada de 15 años, su destino final es como chatarra. Utilizado como materia prima en la fabricación de moldes o como refuerzo, es de gran utilidad como material de relleno de estructuras. La empresa fabricante ha implementado equipos para triturar las bañeras acrílicas que salen del mercado, utilizando la pulpa que se obtiene como refuerzo en la fabricación de moldes de proceso. La Figura 12 resume el ciclo de producción y consumo de las bañeras acrílicas.

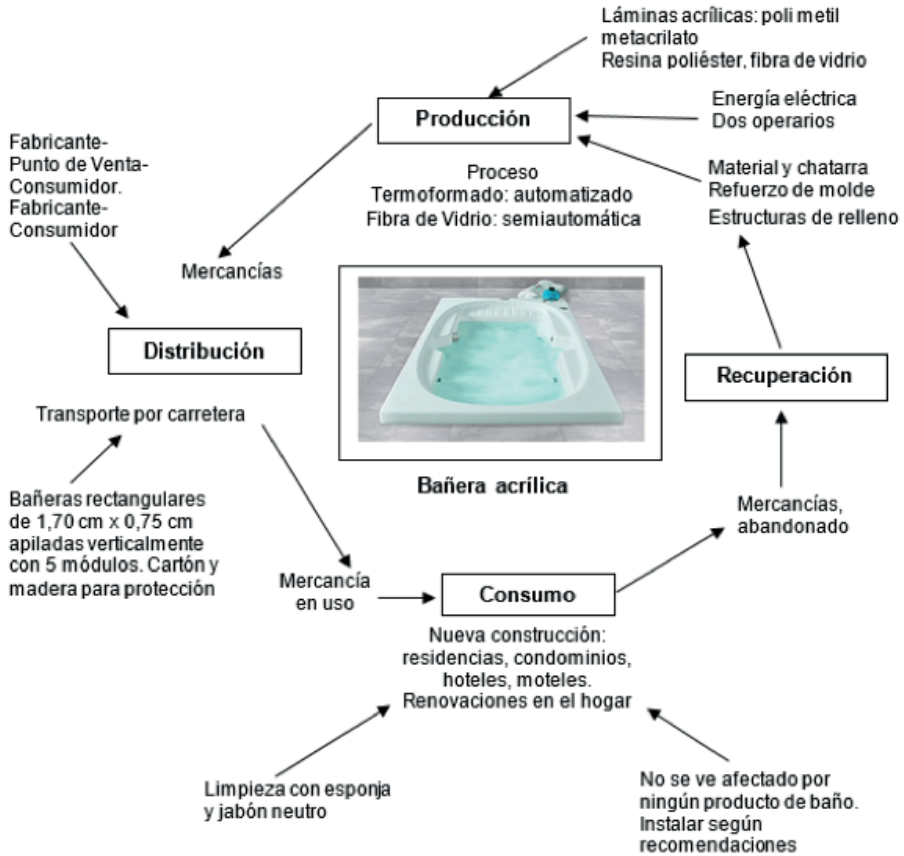


Figura 12. Ciclo de producción y consumo de bañera acrílica

### 3.3 VALOR DEL PRODUCTO Y ENERGÍA

La verdadera diferencia productiva entre las bañeras acrílicas y otros tipos de bañeras es la gran cantidad de bañeras que se pueden construir diariamente con este proceso, una fábrica de tamaño mediano puede tener una capacidad con las instalaciones y recursos proyectados para fabricar 50 bañeras completas por día, en un turno de 8 horas con dos trabajadores; la gran ventaja comparativa con las bañeras de fibra de vidrio es que no se tiene que dejar la bañera dentro del molde por mucho tiempo al aplicar refuerzo de resina con fibra de vidrio, debido a que cada lámina acrílica termoformada actúa como un molde; es decir, sólo se necesita un molde. En el proceso de fibra de vidrio, el molde se requiere durante todo el proceso productivo hasta el desmolde de la bañera.

Para mayor claridad sobre el valor del producto, se presenta el proceso de fabricación de la bañera:

- **Lámina.** Lámina acrílica de PMMA, con las dimensiones necesarias según el modelo de bañera a fabricar.
- **Termoformado.** El termoformado de la lámina acrílica toma entre 2 a 3 minutos, obteniendo la forma de una bañera conocida como “concha”, que es la parte exterior de la bañera. Un operario puede termoformar aproximadamente 150 conchas de bañeras de láminas acrílicas en una jornada de 8 horas.
- **Refuerzo.** A la lámina acrílica en forma de bañera se le aplica la resina de poliéster con fibra de vidrio, un operario es el encargado de operar este equipo y recibe ayuda de otra persona, lográndose una capacidad de producción de 50 bañeras terminadas por día.
- **Corte y empaque.** Operación realizada por trabajadores de producción.

Cabe destacar que mediante este método de fabricación, se simplifica el proceso de producción, lo que beneficia al fabricante y a los consumidores. De esta forma, el valor del producto del proyecto es el número de bañeras que se producen a lo largo del tiempo. Generando satisfacción al fabricante que desea facilidad en la fabricación y pocos requerimientos de recursos para la producción.

Para que una empresa que fabrica bañeras convencionales en fibra de vidrio, pueda alcanzar el mismo número de bañeras que se fabrican con láminas acrílicas, tendrá que invertir en muchos moldes al día y emplear una cantidad considerable de mano de obra.

La energía es un factor muy importante en el proceso de fabricación de la bañera. Durante todo el proceso se utiliza energía eléctrica, siendo vital repensar otro tipo de alternativas energéticas en casi todas las fases productivas para minimizar los costos de producción, a continuación algunos datos interesantes en relación a la energía:

- **Máquina termoformadora.** En el proceso de termoformado se utilizan resistencias eléctricas, cuya función es calentar la lámina acrílica de 3 a 5 mm de espesor a una temperatura de 163°C a 176°C, durante 2 a 3 minutos aproximadamente. Este equipo también cuenta con componentes neumáticos e hidráulicos, todos ellos accionados por energía eléctrica. Es vital utilizar otro tipo de fuente de energía, lo más viable actualmente es utilizar gas propano o gas natural para calentar las placas en el horno de la termoformadora.
- **Aplicación de refuerzo.** En este sector industrial existen equipos para eliminar los gases producidos por la resina de poliéster, todos estos mecanismos son accionados por grandes motores eléctricos. Es vital emplear otro tipo de mecanismo, como por ejemplo sistemas eólicos.
- **Corte de la bañera.** El proceso de corte se realiza con discos giratorios los cuales son accionados por motores eléctricos, siendo factible utilizar sistemas de corte accionados neumáticamente y así minimizar tiempos y costos de producción con mayor eficiencia.

Entre todos los factores energéticos mencionados, el más crítico es el calentamiento de la lámina acrílica en el horno eléctrico de la termoformadora, la conversión de este horno utilizando gas natural como combustible, sin duda generará resultados rentables.

### 3.4 ESPIRAL DEL PROYECTO

Todos los proyectos tienen una característica básica: no se desarrollan linealmente, con cada etapa estando completamente detallada antes de pasar a la siguiente. El desarrollo de un proyecto es iterativo, pues cada ítem depende de otros para que el sistema como un todo funcione de manera armónica. La imagen que define bien el proceso de un proyecto es la de una espiral (denominada espiral del proyecto), como se puede observar en la Figura 13, en la que en la primera vuelta los ítems son definidos de forma gruesa y aproximada, esas definiciones van quedando más precisas en las siguientes vueltas, hasta convergir en la configuración y solución final del proyecto. Nótese que no hay necesidad de pasar por todos los ítems en cada vuelta. Es de vital importancia que todos los participantes del proyecto entiendan y apliquen este concepto (Pahl y Beitz, 2007; Ulrich y Eppinger, 2013; Cross, 2002; Kaminski, 2000).

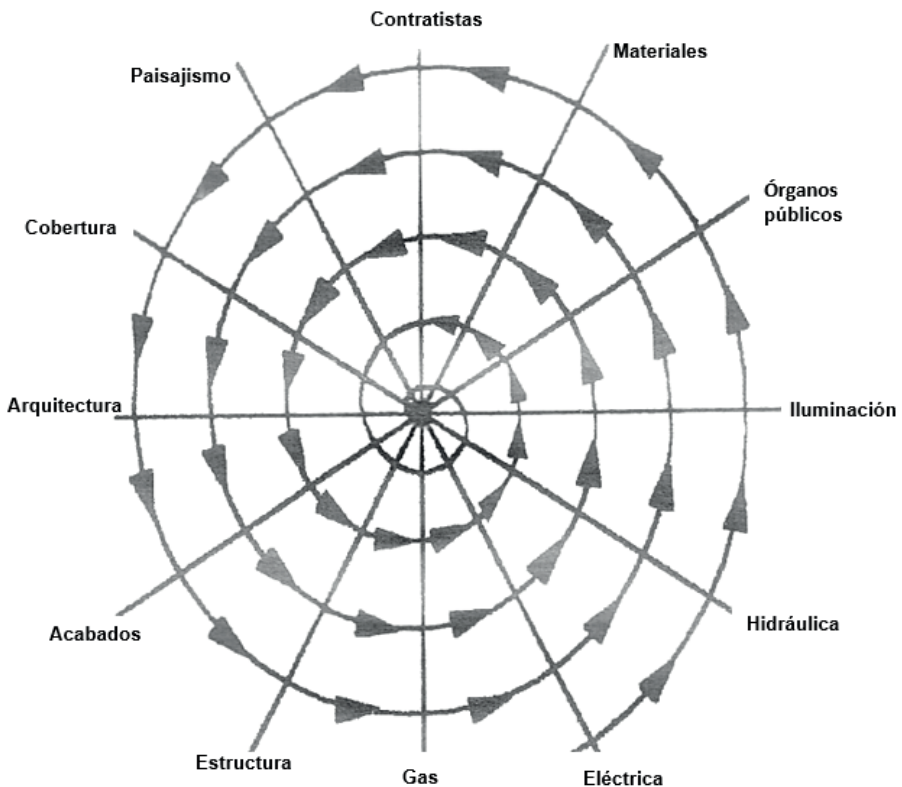


Figura 13. Ejemplo de espiral de proyecto de una residencia

La Figura 14 muestra la espiral de diseño, que define claramente el proceso de desarrollo de la bañera acrílica. En la parte exterior de la espiral se define el proyecto de forma macro, y en el centro de la espiral las definiciones internas se vuelven más precisas. La espiral del proyecto es una muy buena manera para diagramar el desarrollo de proyectos donde no está claro cómo empezar.

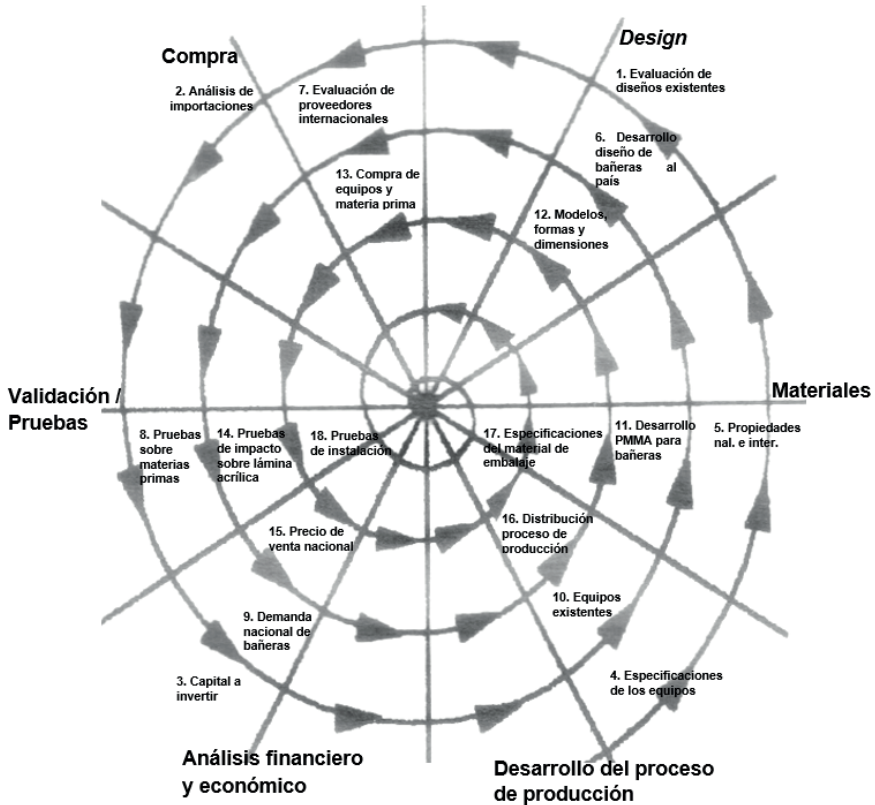


Figura 14. Espiral del proyecto para el desarrollo de la bañera acrílica

### 3.5 CONCEPTOS TRIBUTARIOS

Los aspectos jurídicos tienen implicación directa en casos en que la empresa tiene que asignar contratos como de abastecimiento de materia prima, de compra de tecnología o de patentes, de *leasing*, entre otros. Ya los aspectos legales están relacionados a las exigencias legales propiamente dichas, como son los impuestos; o de incentivos fiscales proporcionados por los gobiernos, sean estos nacionales, departamentales o municipales (Pahl y Beitz, 2007; Ulrich y Eppinger, 2013; Cross, 2002; Kaminski, 2000).

Los conceptos fiscales y legales del producto deben ser evaluados cuidadosamente durante el desarrollo del producto, y de esta manera determinar el margen de ganancia del producto en relación a los impuestos que se deben pagar.

En Colombia, así como en la mayoría de países suramericanos, existen tres niveles de impuestos que son responsabilidad y deber ser pagados por el fabricante: nacional, departamental y municipal.

A continuación se evalúan los impuestos que debe pagar la empresa fabricante.

En Colombia, El recaudo de los impuestos nacionales va a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) vinculada al Ministerio de Hacienda, y se invierte en todo el país. El recaudo de los impuestos locales va a las Gobernaciones y Alcaldías y se invierte en sus respectivos territorios.

Las categorías tributarias son: 1) impuestos nacionales: renta, Impuesto al Valor Agregado (IVA), impuesto a las ganancias ocasionales, impuestos a las remesas e impuestos de timbre; 2) de carácter departamental: impuesto al consumo de combustibles y licores; 3) los impuestos municipales: son impuestos a la propiedad e impuestos a la industria y el comercio (Sandoval, 2007).

A continuación, en la Tabla 12, se presenta una descripción básica de las obligaciones tributarias relacionadas con el desarrollo de bañeras acrílicas.

Tabla 12. Impuestos en Colombia relacionados con el desarrollo de la bañera acrílica (Sandoval, 2007, Tiendanube, 2023)

Nivel del impuesto	Tipo de impuesto	Descripción
Nacional	Impuesto de renta	Incluye impuestos que se pagan en función de los ingresos. Grava los ingresos obtenidos por las personas naturales y jurídicas en el país. Este impuesto se aplica tanto a los residentes como a los no residentes que obtienen ingresos de fuente colombiana
	Sobre tasa del impuesto de renta	Adición en la última reforma tributaria al impuesto sobre la renta
	Impuesto de patrimonio	Este impuesto se paga con base en la declaración de bienes de cada año. Lo pagan los contribuyentes que declaran el impuesto a la renta
	Retención en la fuente	Mecanismo de devolución del impuesto sobre la renta a medida que se generan ingresos para el contribuyente
	Impuesto a la venta o Impuesto al Valor Agregado (IVA)	Este es un impuesto sobre bienes y servicios. Es el impuesto indirecto que registra las ventas de bienes o la prestación de servicios; también registra las importaciones de bienes muebles
Nacional	Retención del impuesto a la venta	Es la obligación de los grandes contribuyentes o el régimen común de los grandes contribuyentes
	Impuesto de timbre	Es un impuesto que recae sobre determinados documentos y actuaciones que indica la ley. Es un impuesto que se aplica en Colombia a ciertos documentos, actos y contratos que se realizan en el país. Se estableció con el fin de recaudar fondos para el estado y, en particular, para financiar el sistema de justicia y las instituciones encargadas de hacer cumplir la ley



	Gravamen a los movimientos financieros	Es un impuesto instantáneo y la base gravamen se encuentra integrada por el valor total de la transacción financiera
Departamental	Impuesto de registro	Este impuesto se genera por la inscripción de actos, contratos o negocios jurídicos. Su base de gravamen depende del valor incorporado en el documento. Es un impuesto que se paga cuando se hacen operaciones como la compraventa de bienes sujetos a registro
	Sobre tasa a los combustibles	Es una contribución departamental, que es generada por el consumo de gasolina motor extra y corriente, nacional o importada
Municipal	Industria y comercio	Lo pagan las entidades de industria y comercio para controlar el registro y renovación de la matrícula de funcionamiento. Este impuesto se aplica a las empresas que realizan actividades comerciales, industriales o de servicios en el municipio
	Predial	Es un gravamen real que recae sobre los bienes raíces y se genera por la existencia de un predio. Es un impuesto anual que se cobra a los propietarios de bienes inmuebles, ya sean viviendas, locales comerciales o terrenos

Los conceptos tributarios deben ser considerados y analizados, de forma general, cuando una nueva alternativa de inversión es evaluada, así como considerar los aspectos técnicos, económicos, financieros, administrativos, ambientales. Un proyecto debe aterrizar de forma general estos aspectos en las primeras fases de estudio.

### 3.6 NECESIDAD REAL

El inicio de cualquier proyecto se debe siempre a una necesidad, que puede ser originada de diversas formas, como una simple afirmación originada de la observación de un individuo; por ejemplo, en Colombia no se fabrican bañeras acrílicas y en otros países sí; o como resultado de una compleja investigación de mercado. Son necesarios criterios para evaluar si hay o no, consistencia de estas necesidades, con el fin de evitar errores costosos debido a malas interpretaciones de las necesidades. Estas necesidades pueden ser: 1) declaradas vs reales, 2) culturales, 3) implícitas, y 4) percibidas.

Existe una gran diferencia entre las necesidades que los clientes o usuarios declaran tener y las necesidades que realmente tienen. El cliente puede declarar sus necesidades en términos de los productos que desea comprar; mientras, sus necesidades reales son normalmente los servicios que aquellos productos pueden prestarle.

¿El cliente en verdad quiere una bañera?, ¿o quiere el *confort*, bienestar, armonía, tranquilidad que le brinda este producto?

¿Existe en Colombia la necesidad real de tener bañeras acrílicas, o lo que quieren es un producto de mejor calidad, que aumente la vida útil del producto, minimizando el mantenimiento de estas?

¿Quieren los fabricantes producir bañeras acrílicas, porque tiene ventajas técnicas y materiales más duraderos, o quieren ganarle al competidor con un producto más atractivo y exclusivo, aunque sea más costoso?

El precio es la necesidad real en el desarrollo de la bañera acrílica. La empresa fabricante tiene como objetivo introducir las bañeras acrílicas en el mercado nacional con un diagnóstico detallado de los aspectos económicos más importantes, realizando análisis de la demanda nacional, análisis del precio de venta y canales de distribución adecuados para la venta del producto en todo el territorio colombiano. Las bañeras fabricadas por la competencia nacional están fabricadas en fibra de vidrio. Las bañeras acrílicas existentes en el mercado local y nacional son todas importadas y el costo de venta de ellas es muy alto. Las bañeras acrílicas que fueran fabricadas en el país tendrían un precio de venta muy atractivo para todos los consumidores y ventajas técnicas interesantes.

Las bañeras fabricadas son del tipo sencillo (o conocidas como tinas), sin ningún tipo de accesorio y el producto fue diseñado básicamente para las condiciones físicas y humanas de la sociedad colombiana.

Las consideraciones ergonómicas también se tienen en cuenta, como se observa en la Figura 15, ya que la bañera es un producto que debe adaptarse su uso al hombre, que su diseño permita una postura cómoda, confortable, segura y agradable, por lo que los aspectos antropométricos que comprende las medidas del hombre son extremadamente útiles para lograr un diseño de bañera ideal (Vergara *et al.*, 2015).

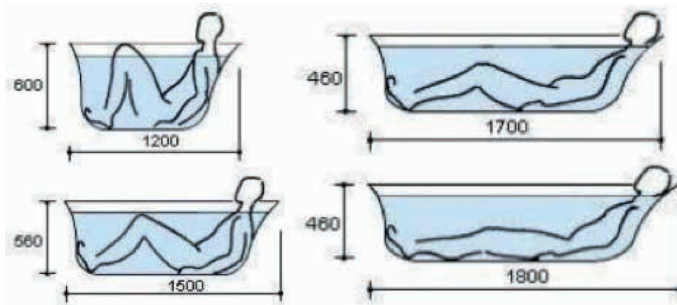


Figura 15. La antropometría en el diseño de bañeras: a) dimensiones de bañeras según dimensiones del hombre y posturas, ancho libre recomendado para la bañera entre 660 mm a 686 mm (Vergara *et al.*, 2015)

### 3.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Antes de iniciar el estudio de soluciones y su generación de alternativas, es necesario que el problema a ser atendido por el producto este totalmente identificado y formulado. Combinando las tecnologías con las exigencias del proyecto y necesidades del cliente, buscando formular el problema en términos técnicos. Solo después de que el problema esté identificado con la precisión suficiente es que se pasa a pensar en las soluciones. La especificación de las características técnicas del proyecto será un conjunto de requisitos funcionales, operacionales y constructivos, ver Figura 16, a ser atendidos por el producto (Cross, 2002; Kaminski, 2000).

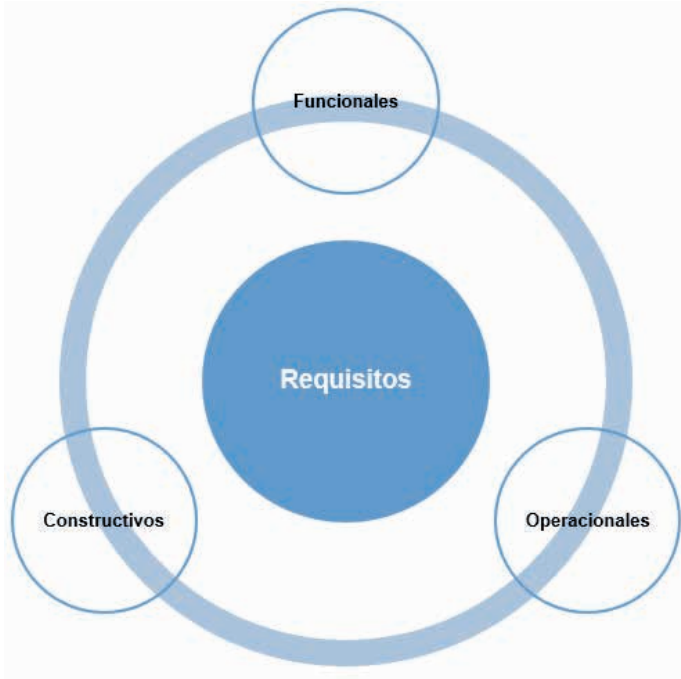


Figura 16. Requisitos para la especificación técnica

Hay muy buenas razones para dedicarle cierto esfuerzo para establecer las especificaciones técnicas en las primeras fases del proceso de diseño. Inicialmente, estas especificaciones fijan ciertos límites al espacio de soluciones dentro del cual el diseñador debe buscar. Posteriormente, en el proceso de diseño las especificaciones técnicas pueden utilizarse al evaluar las soluciones propuestas para verificar que queden dentro de los límites aceptables (Cross, 2002).

A continuación se describen un conjunto de especificaciones técnicas funcionales, operativas y constructivas que caracterizan a las bañeras acrílicas, tomando como ejemplo para facilitar la explicación el modelo de bañera de mayor éxito, la bañera modelo 01.

- **Funcionales**

- Seguridad. Diseño de antideslizante en el piso de la bañera para reducir caídas y brindar seguridad al usuario.
- Comodidad. Material suave al cuerpo, con un diseño ergonómico que permite un confort ideal, de tacto agradable, diseño de cabezal y descansa brazos que mejoran la comodidad.
- Transporte. Se proyectó y diseñó para que se pueden guardar hasta cinco bañeras una dentro de otra, existen elementos protectores de poliestireno en las esquinas de la bañera para proteger el producto. El exterior de la bañera está protegido con plástico adhesivo.

- **Operacionales**

- Durabilidad. Vida útil de la bañera de 15 años considerando uso diario.
- Confiabilidad. Ningún tipo de falla debido a la fabricación de la bañera.
- Resistencia al impacto. Resistencia a la caída de objetos desde una altura de 2 m.
- Térmica. Capacidad para almacenar agua caliente durante 15 minutos, más efectiva térmicamente.

- **Constructivas**

- Fabricación. Según Norma Europea UNE-EN 263 (UNE-EN 263, 2002).
- Peso. Máximo 8 kg.
- Material. Lámina acrílica en PoliMetil MetAcrilato (PMMA), uso sanitario, espesor de lámina: 3 mm a 5 mm. Propiedades de la lámina acrílica, ver ítem 2.3.2 Láminas acrílicas y Tabla 8.
- Material de refuerzo. Resina de poliéster con fibra de vidrio *roving*.
- Dimensiones. 1,70 cm x 0,75 cm x 0,70 cm. Rectangular.

### 3.8 MERCADO Y PRECIO

El análisis de mercado proporciona las informaciones y elementos que determinarán muchas de las características esenciales del producto: cantidad demandada, precio de venta, canales de distribución, formas de empaques, entre otros.

Un análisis previo del mercado es de vital importancia para el desarrollo exitoso del producto, por lo que se debe considerar la existencia del mercado, tamaño y segmento al que se dirige.

La reactivación de la construcción en el territorio colombiano ha favorecido el mercado consumidor potencial, nuevas obras civiles se encuentran en proceso de construcción y muchas otras en etapas de planificación, el conocimiento de estas obras constructivas, que incluyen condominios, hoteles y moteles, centros recreativos, hospitales, veterinarias, spa y todo tipo de centro de tratamientos y terapias, entre otras; es fundamental para brindar la mayor cobertura del mercado.

Colombia actualmente tiene una población de 51´609.000 (DANE, 2023) habitantes, el producto está dirigido a las clases media y alta de la población colombiana, que representan aproximadamente el 50% de la población.

El proyecto pretende cubrir el 50% del mercado consumidor de bañeras, con mayor atención en las ciudades más importantes de Colombia: Bogotá, Medellín, Cali, Cartagena, Santa Marta, Barranquilla, Manizales, Sincelejo y Cúcuta. Lugares donde existen instalaciones de centros de construcción, (puntos de venta) y que están abiertos al público durante toda la semana, estos centros de construcción también cuentan con personal comercial que puede asistir a los consumidores en obras de gran envergadura.

El precio de una bañera acrílica depende básicamente de dos aspectos: el modelo de la bañera y la distancia entre el punto de entrega y las instalaciones de la empresa. En la Tabla 13 se enumeran los precios en dólares americanos de dos modelos de bañeras, las cuales son comercializadas en la ciudad de Medellín, donde se encuentran las instalaciones de la empresa fabricante, que son entregadas en vehículos de propiedad de la empresa. Los envíos a otras ciudades se realizan a través de empresas que prestan el servicio de transporte.

Tabla 13. Precio de bañeras acrílicas para dos modelos y en las tres principales ciudades de Colombia

<b>Modelo / dimensiones generales [cm]</b>	<b>Ciudad - Departamento</b>	<b>Precio USD [dólares americanos]</b>
Modelo 01 / 1,70 x 0,75 x 0,70	Medellín - Antioquia	386,33
	Bogotá - Cundinamarca	428,84
	Cali - Valle del Cauca	444,27
Modelo 02 / 1,60 x 0,70 x 0,70	Medellín - Antioquia	297,17
	Bogotá - Cundinamarca	338,77
	Cali - Valle del Cauca	356,60

### 3.9 MATRIZ DE DECISIÓN

La mayor parte de los diseños son en realidad una variante o una modificación de un producto que ya existe. Los clientes y los consumidores finales, por lo general, prefieren las mejoras a las innovaciones.

En consecuencia, una característica importante de la actividad de diseño es hacer variantes sobre temas establecidos, esto le ha ocurrido por muchos años a las bañeras; en la evolución del proceso para el diseño de bañeras se hace evidente la presencia de un pensamiento creativo que se ha apoyado en muchos arreglos y nuevas combinaciones de los elementos existentes durante muchos años en los diseños previos, sus formas externas se han conservado, su esencia como producto se identifica con facilidad, a los usuarios les viene a la mente de forma rápida una imagen del producto bañera.

De esta forma siempre existirán diferentes alternativas para seleccionar una mejor opción de bañera, en este caso se destacan los procesos de producción y materiales empleados para la producción de una bañera.

A continuación se muestran tres alternativas de bañeras. El primero de la empresa fabricante de bañeras acrílicas y otras dos de empresas competidoras, una con el proceso de fibra de vidrio y la otra una bañera acrílica importada, de esta manera se busca evaluar estas alternativas a través de varios criterios (o atributos) importantes que permitan viabilizar una mejor solución (Vanegas, 2023a, Vanegas, 2023b).

- **Alternativa 1.** Bañera acrílica fabricada por la empresa nacional propuesta, bañeras de producción nacional, con un diseño innovador y adecuado a la sociedad colombiana.
- **Alternativa 2.** Bañera convencional de fibra de vidrio y capa superficial de *gel-coat*, de fabricación nacional.
- **Alternativa 3.** Bañera acrílica importada, de similares características a la bañera de fabricación nacional.

La generación de alternativas de diseño es muy común en ingeniería, especialmente en proyectos de productos. Estas decisiones de diseño pueden cambiar la dirección del desarrollo del producto y pueden guiar la reutilización eficiente y el buen mantenimiento. Las Tablas 14 y 15 proporcionan una evaluación de las tres alternativas presentadas, utilizando los siguientes atributos:

- **Costo.** El precio al consumidor, son preferibles soluciones de menor costo.
- **Portabilidad.** El transporte debe ser factible; es decir, las bañeras se puedan almacenar y apilar fácilmente.
- **Modelos de conveniencia.** El formato de tamaño y peso debe ser acorde a las necesidades de las edificaciones nacionales y locales.
- **Durabilidad.** La bañera resultante del proceso de diseño, debe cumplir con las necesidades de durabilidad, no puede ser frágil y debe ser resistente a impactos. El brillo, color y textura deben permanecer en el tiempo.

Tabla 14. Evaluación del orden de importancia de los atributos Peso (P) en las alternativas

Atributo	Costo	Portabilidad	Modelos convenientes	Durabilidad	Total Peso	Peso [%]
Costo	---	0	1	1	2	1/3
Portabilidad	0	---	0	0	0	0
Modelos convenientes	0	1	---	0	1	1/6
Durabilidad	1	1	1	---	3	1/2

De esta forma, los atributos se ordenan en orden de importancia, de forma escalar. Por medio de la Tabla 14 obtenemos el Peso (P) en % que corresponde a los atributos: durabilidad 1/2%, costo 1/3%, modelos convenientes 1/6% y portabilidad 0%.

En la Tabla 15, se utiliza una Valoración (V) de la siguiente manera:

1-2: indeseable, mala alternativa.

2-3: media alternativa, aceptable.

4-5: ideal, gran alternativa.

Las alternativas también se cuantifican a través del producto del Peso (P) de los atributos por la Valoración (V) de cada alternativa, determinando así la mejor solución, en la suma total de cada alternativa (Vanegas, 2023a; Vanegas, 2023b).

Tabla 15. Evaluación de alternativas entre empresa propuesta fabricante y dos competidores

Atributo	Costo			Portabilidad			Modelos convenientes			Durabilidad			Total
	P	V	PxV	P	V	PxV	P	V	PxV	P	V	PxV	
Alternativa 1	1/3	5	5/3	0	5	0	1/6	5	5/6	1/2	5	5/2	<b>5</b>
Alternativa 2	1/3	3	1	0	3	0	1/6	5	5/6	1/2	3	3/2	<b>3,34</b>
Alternativa 3	1/3	1	1/3	0	4	0	1/6	1	1/6	1/2	5	5/2	<b>3</b>

La evaluación de alternativas nos permite obtener:

- Solución única.
- Composición de múltiples soluciones en base a criterios de elección.
- Soluciones híbridas que engloban un bloque o grupo de soluciones.

De los resultados obtenidos de la evaluación de las alternativas se puede observar que la alternativa 1 de bañera acrílica nacional fabricada por la empresa propuesta está por encima de las otras dos alternativas, con valor total de PxV de 5; en segundo lugar se encuentra la alternativa 2 de las bañeras nacionales convencionales de fibra de vidrio con un valor total de PxV de 3,34 y en último lugar está la alternativa 3 las bañeras acrílicas importadas con un valor total de PxV de 3.

La alternativa propuesta de diseñar y fabricar bañeras acrílicas de forma local y nacional se presenta como una alternativa de solución viable técnica y económicamente; resultado de los atributos evaluados, preservando la característica de durabilidad que prevalece con la fabricación de las bañeras a partir de láminas acrílicas; donde los costos del producto se reducen significativamente al realizarse un producción local, ya que se disminuyen costos de transporte y trámites relativos a importaciones; así, como se optimiza la entrega del producto; diseñando modelos de conveniencia acorde a las dimensiones de los espacios destinados para la instalación de las bañeras en las construcciones colombianas, realizando instalaciones de producción con tecnología de punta, y empleado materia prima en cumplimiento de las normas para la fabricación de bañeras como elementos sanitarios.

En Colombia existen plantas de producción de láminas acrílicas y es de amplio conocimiento y aplicación el proceso de termoformado de láminas acrílicas de variedad de elementos arquitectónicos; es decir, se conoce la tecnología y el proceso, es migrar a un nuevo producto. Por otro lado el proceso de fibra de vidrio también está bien establecido, sus materiales, aplicaciones y equipos son empleados en muchos sectores industriales. En consecuencia la suma de estos dos procesos termoformado de láminas acrílicas, más la aplicación de PRFV permiten que plantas de producción que tengan uno de estos procesos

ya establecido, puedan adicionar la tecnología, recursos y capital humano necesario para consolidar plantas de producción de bañeras acrílicas; o la creación de nuevas empresas dedicadas a este interesante, prometedor e innovador campo de las bañeras acrílicas, donde las posibilidades de emerger en productos con características y aplicaciones específicas están abiertas a muchas oportunidades.

### 3.10 DESCRIPCIÓN DE FALLO

Es importante garantizar que en el proceso de diseño del producto se realice de forma planeada, controlada y organizada, pensando previamente en las posibilidades de un fallo del producto; y que se tenga la seguridad que el producto que se diseña, se produzca de acuerdo a los documentos con las especificaciones técnicas proyectadas y que el producto tenga un desempeño satisfactorio cuando esté en servicio.

Es muy probable que cuando la bañera acrílica esté en servicio, un determinado objeto caiga sobre la superficie de la bañera; es decir, que este objeto impacte directamente sobre la primera capa de la bañera, siendo en este caso sobre la lámina acrílica.

¿Qué pasaría si esto sucede? ¿cómo afectaría este objeto que cae sobre la integridad del producto? ¿qué tan grave sería el daño sobre la bañera? ¿cuál sería la solución o posibles soluciones en la reparación? ¿es posible pensar en una prueba o ensayo para entender este posible fenómeno?.

Y entre otros muchos aspectos es pensar en la calidad del producto y la confianza en que, si algún fallo ocurre en la superficie de la bañera acrílica, esto fue analizado, evaluado y solucionado desde los inicios del desarrollo del producto.

Entre los tópicos que deben ser estudiados están los relacionados con el sistema de calidad y la garantía de la calidad del producto, para que las bañeras tengan un desempeño satisfactorio cuando estén en servicio. Y para ello el producto debe ser producido contemplando aspectos de confiabilidad, disponibilidad y seguridad.

Uno de los posibles defectos más importantes y que se presenten en las bañeras, son los daños por golpes que se pueden generar por los impactos de algún objeto que caiga sobre la bañera, que es una de las características importantes que deben tener las bañeras acrílicas.

De tal manera que cuando el usuario esté utilizando la bañera y por algún efecto involuntario pueda caer un objeto dentro de la bañera, el impacto del objeto sobre la bañera no debe afectar el aspecto superficial de la bañera acrílica.

Un proceso para medir el impacto de objetos en la bañera podría consistir en determinar objetos con masas determinadas  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  y dejar caer estos objetos sobre las bañeras a diferentes niveles de altura  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ . Según norma UNE-EN 263 desde una altura máxima estándar de 2 m; de esta forma se podría tabular el proceso de medición cuantificando las masas de los objetos utilizados y las alturas, e incluso cuantificando la velocidad de caída de los objetos, conforme se observa en la Figura 17.



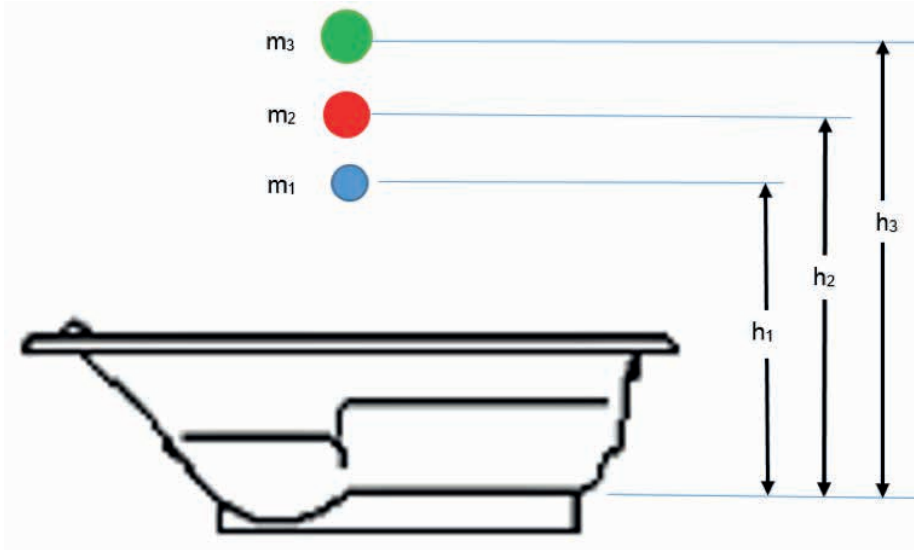


Figura 17. Proceso de medición de fallas de impacto

Con análisis previos de los posibles fallos y daños que son probables que se presenten en el producto, se logra dar más confiabilidad al producto y mejorar la garantía sobre el mismo.

### 3.11 ANÁLISIS DEL ÁRBOL DE FALLAS

El Análisis de Árbol de Fallas (FTA de sus siglas en inglés *Faul Tree Analysis*) es un método ampliamente utilizado para evaluar la confiabilidad. Su utilidad consiste en determinar las causas de una falla, o de un evento indeseable como la ocurrencia de un accidente; a partir de sus síntomas, relacionándolas con los componentes, subsistemas o eventos que pudieron haberlas causado. Este método es considerado como una herramienta de deducción basada en la representación gráfica del “camino” seguido por la falla, dando como resultado un análisis que puede ser cualitativo o cuantitativo (Souza, 2003).

El FTA se caracteriza por tres factores: 1) estudia básicamente los resultados negativos considerados suficientemente graves, 2) puede analizar situaciones en que no ocurra el evento negativo, a menos que varios sub eventos ocurran primero, y 3) muestra más explícitamente las relaciones de eventos que se integran entre sí (Kaminski, 2000).

El FTA parte de la lista de los modos de falla y supone un accidente. Considera luego las posibles causas directas que pueden llevar a la falla. Posteriormente, busca el origen de estas causas. Finalmente, busca la manera de evitar esos orígenes y causas.

Un procedimiento para FTA, es el siguiente (Kaminski, 2000):

- Definir el sistema.
- Desarrollar un diagrama de bloques del sistema mostrando entradas, salida e interfaces.
- Definir el evento principal, efecto definitivo de la falla.
- Construir el árbol de fallas, referente al evento principal, usando las reglas de lógica formal.
- Analizar el árbol de fallas determinado.
- Recomendar cualquier acción correctiva relativa a alteraciones del proyecto.
- Documentar el análisis y sus resultados.

En la Figura 18, se implementa el método del árbol de fallas en el desarrollo de la bañera acrílica.

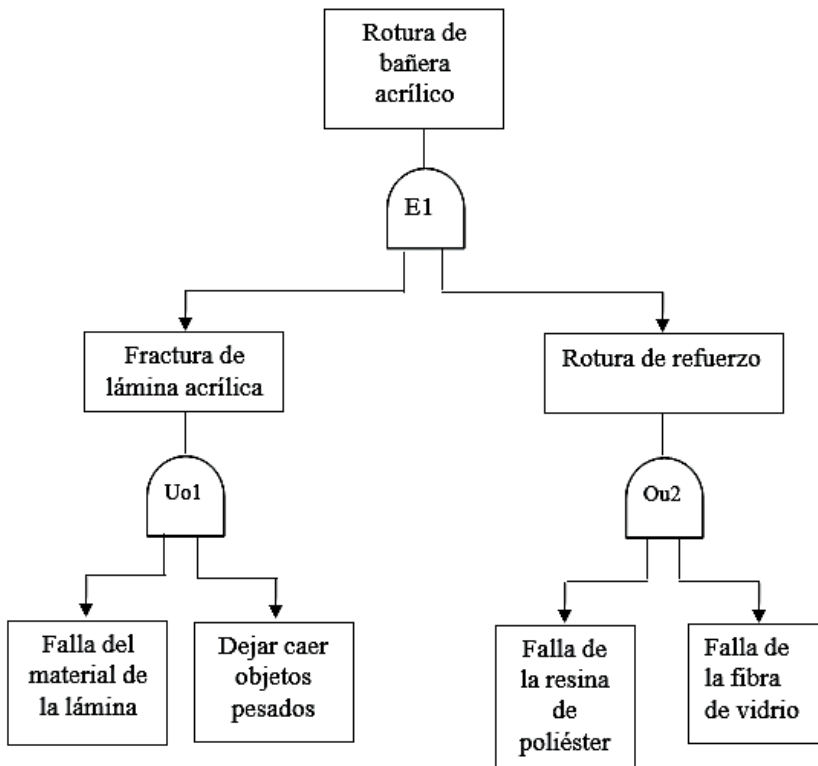


Figura 18. Análisis de árbol de fallas para la rotura de la bañera acrílica

### 3.12 TÉCNICA DE ANÁLISIS DE LOS MODOS Y EFECTOS DE FALLA

El Análisis de Modos y Efectos de Fallas (FMEA de sus siglas en inglés *Failure Modes and Effects Analysis*) es un método utilizado para mejorar los diseños de sistemas, determinar puntos vulnerables en el diseño, diseño de pruebas, diseño de líneas de producción y planificación de mantenimiento; donde se desarrollan rutinas de diagnóstico y requisitos de mantenimiento preventivo, con beneficios relevantes.

Este método es una de las técnicas más importantes y más utilizadas para enumerar los posibles modos de falla de un componente determinado y, en función de las características operativas del sistema, definir las consecuencias de cada uno de estos modos de falla en el funcionamiento de ese sistema en su conjunto. El método es básicamente de naturaleza cualitativa, aunque a partir de este análisis se pueden obtener algunas estimaciones de la probabilidad de falla (Souza, 2003).

El FMEA es esencialmente una metodología de análisis sistemática que evidencia aun estando el proyecto en desarrollo, las fallas potenciales en el producto, buscando identificar todos los posibles modos y tipos de fallas, y determinar el efecto de cada uno sobre el desempeño del producto. El objetivo básico es buscar eliminar las causas de las fallas que pueden surgir en el producto cuanto este es utilizado por el cliente, antes de ser liberado el producto del proyecto y del proceso de fabricación.

En la ejecución de un FMEA, se inicia el estudio a partir de los sub sistemas más simples del producto; es decir, determinar los modos de falla de los ítems más simples y sus causas, y de qué manera ellos afectan a los niveles superiores del sistema.

En las Tablas 16 y 17 se implementan el método FMEA en la bañera acrílica con el objetivo de determinar su aplicación en el desarrollo del producto, empleando como modos de falla: factura, grietas y desprendimiento de la fibra de vidrio.

Tabla 16. Análisis de modos y efectos de fallas de la bañera acrílica

Ítem	Función	Modo de falla	Causa	Efectos locales	Próximo nivel	Observaciones
Lámina acrílica	Operar en uso continuo	Fractura	Caída de objeto pesado	Filtración	Imposibilidad de usar	Inutilizable
Lámina acrílica	Operar en uso continuo	Grietas	Uso continuo, durante la instalación	Apariencia	No afecta	Es una reparación sencilla y solucionable
Refuerzo	Resistencia mecánica	Desprendimiento de la fibra de vidrio	Defectos de los materiales	Fuerza reducida	Fractura	Inutilizable

Tabla 17. FMEA Parámetros cuantitativos

Ítem	Función	Modo de falla	Gravedad	Ocurrencia	Detección	Índice de riesgo
Lámina acrílica	Operar en uso continuo	Fractura	10	6	6	360
Lámina acrílica	Operar en uso continuo	Grietas	10	5	8	400
Refuerzo	Resistencia mecánica	Desprendimiento de la fibra de vidrio	10	3	7	210

Al utilizar el método FMEA se obtienen las siguientes ventajas (Souza, 2003):

- El análisis proporciona información sobre la estructura del proyecto y los principales factores que influyen en su confiabilidad.
- Definir los componentes que influyen en la confiabilidad del proyecto en su conjunto, indicando una dirección para la adopción de acciones correctivas.
- Comprueba componentes y subsistemas que deben recibir especial atención durante la instalación; ejemplo, grietas en lámina acrílica con un valor de índice de riesgo alto de 400 y le siguen las fracturas con un valor de índice de riesgo de 360; fabricación o mantenimiento.

### 3.13 GESTIÓN DEL PROYECTO. PLANIFICACIÓN OPERATIVA

La gestión del proyecto, como la mayoría de las actividades administrativas, está compuesta esencialmente de cuatro fases: 1) planeación, 2) organización, 3) ejecución, y 4) control. Las dos últimas están íntimamente relacionadas con el tipo de proyecto a ser desarrollado.

Otra forma de clasificar la administración del proyecto está relacionado a los objetos que son administrados, así: administración de la tecnología del producto, administración del tiempo, administración de los costos, administración de la calidad del producto, administración de los recursos humanos, administración de la información, administración de los suministros necesarios.

Una óptima gestión del proyecto de forma planeada y organizada, permite implementar una metodología de diseño en el producto que se desarrolla de la misma forma, en términos precisos hay una sincronía entre la metodología del diseño y la gestión del proyecto, que a su vez permite tener una estructura organizacional bien definida donde la autorizadas está distribuida en todos los niveles de la empresa y la comunicación es efectiva, ello facilita que el proyecto del producto alcance los objetivos.

El proyecto de bañeras acrílicas, no implica sola la fabricación de una bañera, conlleva a tener toda una estructura organizacional y operacional, que integre el desarrollo de las bañeras, con la adquisición de las materias primas, líneas de producción de láminas acrílicas termoformadas, área de aplicación de PRFV, producto terminado, almacenamiento, mercadeo, transporte, ventas nacionales e internacionales, departamento de costos, departamento administrativos, gerencia, servicio, entre otras. Las bañeras acrílicas permiten la creación de nuevas empresas o la creación de nuevos departamentos dentro de empresas que produzcan elementos termoformados o elementos en PRFV. Generando valor agregado a las líneas de producción ya existentes.

La planificación operativa es el proceso de definir las actividades y los recursos necesarios en el corto plazo para el proceso de desarrollo del producto. La eficiencia de la acción está directamente conectada a la calidad de la planeación operacional. Algunas de las etapas son:

- Definición de las actividades.
- Secuencia de las actividades.
- Programación.
- Estimación de la duración de las actividades.
- Elaboración de cronogramas.
- Determinación del camino crítico.
- Previsión de recursos humanos, tecnológicos y financieros.
- Criterios para la evaluación de resultados.
- Determinación de los puntos de control.

La Figura 19, muestra la utilidad de la elaboración de una planeación operación en el desarrollo de las bañeras acrílicas. Aquí se proporciona información global de los sectores involucrados en cada actividad, como también de los responsables por la ejecución y control de cada actividad. También indica los puntos de control del desarrollo de las bañeras. Se debe elaborar un cronograma general y a partir de este se pueden elaborar cronogramas detallados de cada proceso.

Fases del proyecto	Sector es involucrados								Decisiones	
	Comercial	Marketing	Ingeniería	Producción	Logística	Suministros	Control	Dirección		
Viabilidad	■	■	■	■	■	■	■	■	Generación de ideas de diseño de bañeras acrílicas y nueva planta de producción	
		■	■						Análisis y evaluación de las ideas propuestas, nuevos diseños, diseños conservadores, nueva tecnología	●
			■	■	■	■			Análisis de viabilidad técnica: materia prima, líneas de producción, modelos a producir, instalaciones e infraestructura necesaria, equipos, herramientas, personal técnico capacitado	
	■	■							Datos del mercado: precio de bañeras importadas, clientes potenciales, modos de distribución, embalaje, demanda de las bañeras acrílicas a nivel local y nacional, costos de producción, precio de venta de las bañeras acrílicas	
			■						Características técnicas de las bañeras acrílicas: láminas acrílicas en PMMA, proceso de termoformado al vacío, aplicación del PRFV de forma automática	
		■						■	Planeación estratégica: nuevos modelos de bañeras, aplicaciones para hospitales, Spa y centro de terapia, implementación de hidromasajes a un mercado de mayor poder adquisitivo	●
	■	■					■	■	Evaluación económica y financiera: inversión para montar una nueva planta de producción o una nueva línea de producción, evaluación de nuevos socios que inviertan en el proyecto	●
		■	■	■	■	■			Planificación del desarrollo de la bañera acrílica: Ingeniería lidera la responsabilidad del desarrollo de las bañeras acrílicas, sus propuestas técnicas, tecnología existente y desarrollo de nuevos diseños e innovadores	
			■						Proyecto de bañeras acrílicas empresa fabricante. Diseño de las bañeras para la sociedad colombiana y condiciones físicas de las nuevas edificaciones. Conocimiento de todas las aplicaciones posibles que pueden tener las bañeras acrílicas	●
	Desarrollo		■	■	■					Desarrollo del proceso productivo, equipos y materias primas específicas, fabricación de prototipos la manufactura aditiva permite la fabricación de nuevos modelos de forma rápida, desarrollo para la implementación de ensayos, fabricación de muestras a escala para entregar a constructores, arquitectos y puntos de ventas
			■						Desarrollo de ensayos sobre láminas acrílicas y refuerzo PRFV	
			■	■					Desarrollo de moldes y modelos de bañera	
■		■	■			■			Desarrollo de proveedores nacionales e internacionales. Punto de venta en la empresa, puntos de venta en principales ciudades de Colombia	
		■	■			■	■		Desarrollo del proceso de embalaje y transporte de bañeras tanto a nivel nacional como internacional	
Implementación			■			■	■		Adquisición de los medios de producción: materia prima, equipos, personal operativo	●
			■	■					Producción piloto: primera producción de bañeras con equipos existentes, producción piloto con terceros, producción manual	

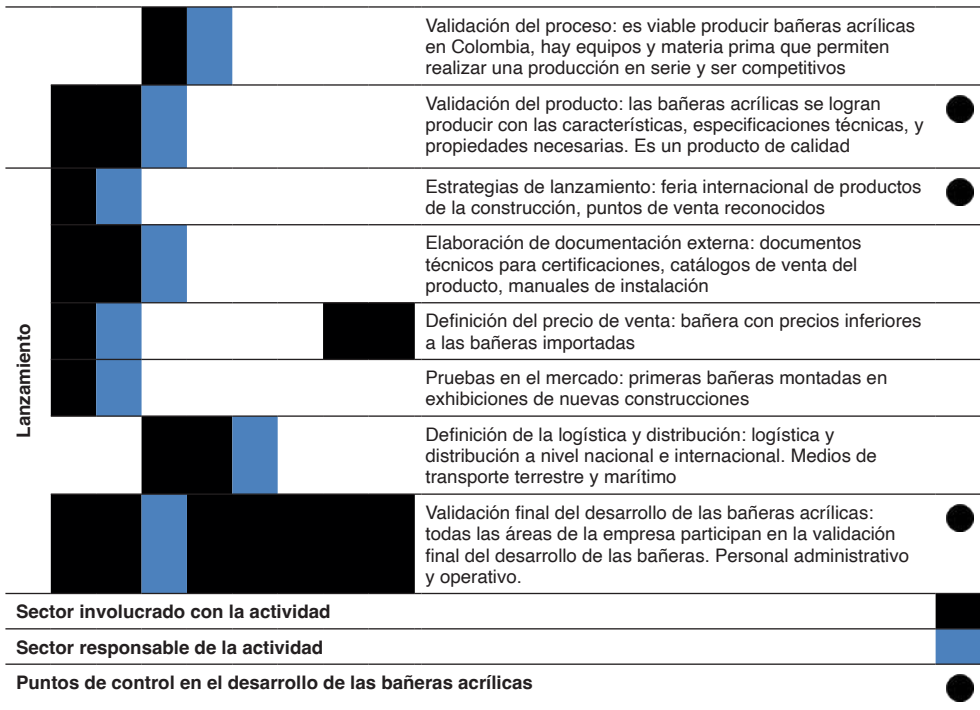


Figura 19. Sectores involucrados y responsables en las fases de desarrollo de la bañera acrílica

Este conjunto de actividades permiten realizar una mejor gestión del proyecto y al administrador un adecuado acompañamiento y control operacional para el desarrollo del proyecto de las bañeras acrílicas como un todo.

Realizar una planeación operacional acertada requiere de un conocimiento pleno del desarrollo de las bañeras acrílicas, de las materias primas, los procesos, equipos, de la mano de obra necesaria en cada etapa, en términos apropiados debe realizarse por un experto y que tenga conocimiento pleno de todas las fases del diseño y producción de las bañeras acrílicas.

# CONCLUSIONES

El libro Metodología de diseño aplicada al desarrollo de bañeras acrílicas, presenta de manera ordenada, sintetizada y metódica, la forma de obtener resultados satisfactorios en el diseño de bañeras acrílicas, para ello se abordaron tres capítulos, así: 1) bañeras, 2) método para la fabricación de bañeras, y 3) implementación de metodología de diseño.

Mediante la búsqueda de conceptos, fundamentos y antecedentes históricos se tienen soportes claros de la evolución y desarrollo de las bañeras y sus aportes a la humanidad.

La gran importancia de estudiar el desarrollo de los materiales a través del tiempo y como las aplicaciones de un producto están en permanente evolución, demuestran al lector que no hay producto que cierre su ciclo de diseño y que por el contrario a un producto el caso de la bañera, se le abren cada vez más posibilidades y los beneficios que este producto aporta en la cura de enfermedades, en el cuidados de enfermos, en el bienestar y *confort* de los seres humanos, son elementos que indican que se debe continuar el proceso permanente de mejorar un producto.

Las bañeras acrílicas han revolucionado estos productos y la forma en que se diseñan. Hoy se tiene mucha más libertad para su diseño, incluidas diferentes texturas, colores, transparencias y propiedades mecánicas y químicas que anteriormente no estaban disponibles para el diseñador con las bañeras convencionales en fibra de vidrio. En este sentido, las bañeras acrílicas son un producto atractivo y debe ser estudiada, utilizada y considerada en los proyectos por profesionales del área de la construcción para transmitir nuevos conceptos de diseño innovadores, más revolucionarios y con mayores beneficios para los usuarios.

Abordar de manera metodológica un producto minimiza los errores en los diseños y aumenta la posibilidad de éxitos de producción, por ello se plantean aquí una seria de fases de diseño, que consolidan el proceso de diseño en sí y permiten realizar de forma ordenada las actividades de todo el ciclo de vida de las bañeras, en este caso de las bañeras acrílicas.

## 4.1 BAÑERAS

Encontrar un producto que data de 1700 a.C. es sorprendente, y si las evidencias de este hallazgo tiene estos indicios, es muy probable que su verdadero origen sea mucho más antiguo. La bañera encontrada en el Palacio Cnosos, en Creta, posee un diseño que se conserva hoy; su forma rectangular, con un diseño detallado y elegante, son muestras de un producto exclusivo, y pensado para el bienestar. Esa evolución de productos similares a las bañeras dejó huellas en la historia de la humanidad y muchos textos describen a las bañeras como elementos que bien fueron trascendiendo en formas, materiales y usos.



Los hombres y la cultura del baño, tienen muchos frentes de interpretación, pero lo que si queda claro es que después de los grandes balnearios que popularizaron los Romanos, la tendencia fue pasar de baños públicos y colectivos a baños más privados, donde la bañera individual o para pequeños grupos jugó un papel fundamental.

Los diversos materiales que se fueron desarrollando a través de la historia permitieron construir bañeras en: plástico reforzado en fibra de vidrio, mármol, porcelana, cerámica, acrílico, madera, hierro fundido, cobre, entre otros. Y que aunque hay bañeras que se han popularizado por sus métodos de producción, no quiere decir que han desaparecido bañeras fabricadas en materiales que fueron usados desde hace muchos siglos atrás. Los materiales compuestos entre otros materiales modernos han tenido una gran participación en los nuevos modelos de bañeras que hoy se comercializan con éxito.

La bañera es un producto que ha sobrepasado su función principal de ser vista solo para bañarse, es un producto que tienen muchas aplicaciones modernas y cada vez es encontrada cumpliendo funciones que sorprenden, vemos como se encuentra en los sectores típicos de la construcción en: residencias, hoteles, centros recreativos, moteles, nuevos condominios, apartamentos; pero las hay realizando grandes aportes en: bañeras para mascotas, bañeras de dilatación y parto, bañeras para neonatos, bañeras para personas con discapacidad, bañeras de hidromasaje terapéuticas, bañeras para la balneoterapia, cada modelo en estas aplicaciones ha desarrollado especificaciones técnicas concretas, con materiales acordes a cada necesidad.

Las bañeras de hoy no son de uso exclusivo de las élites, es un producto que está al alcance más usuarios, el mercado oferta bañeras en un gran abanico de precios, modelos y materiales. Las bañeras en fibra de vidrio, por su extendido método de fabricación, han desarrollado productos de fácil adquisición. Pero no todo producto tiene la vida útil esperada, y ello implica que a las bañeras en fibra de vidrio se le deban hacer mantenimientos principalmente en su revestimiento exterior y es aquí donde el desarrollo de nuevas bañeras empleando láminas acrílicas termoformadas que hacen las veces de parte exterior de la bañera, posee más beneficios que la bañera en fibra de vidrio, debido a que se reducen significativamente los posibles daños que pueden generarse en la parte exterior de la bañera que es la que tiene contacto con el cuerpo.

Si a ello le sumamos que la bañera es de uso frecuente, sin dudas la bañeras acrílica sería la mejor alternativa de solución en la aplicación específica, a pesar de que son de un precio ligeramente mayor que las bañeras en fibra de vidrio, pero la justificación de costo beneficio, es una razón suficiente en la toma de la decisión.

No se quiere en ningún momento concluir que un tipo de bañera es mejor que la otra, ello depende de las condiciones de uso, el espacio, la inversión inicial, los cuidados que se tengan, entre otros, ello con seguridad permitirá tener mercado para todos los materiales y modelos disponibles en el mercado.

Los modelos de bañeras más típicos son las bañeras rectangulares de largo: 150 cm, 160 cm, 170 cm, ello está determinado en los estándares de los espacios y dimensiones que las construcciones de la época determinan, pero se deja claro que se pueden construir tanto bañeras en fibra de vidrio, como en acrílico de cualquier dimensión, ellos está determinado por un molde previo que se necesitan en el proceso de producción de ambos tipos de bañeras.

## 4.2 MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE BAÑERAS

Esta investigación se centró de entre las tantas formas de fabricar bañeras en dos métodos: 1) fabricación de bañeras en fibra de vidrio PRFV, y 2) fabricación de bañeras en láminas acrílicas, reforzadas con PRFV.

En esta investigación nunca se buscó concluir que un método de fabricación es mejor que el otro, solo se abordaron los dos métodos de fabricación de forma independiente, detallando los pasos de cada uno de los procesos de fabricación y profundizando en materias primas o en alguna etapa del proceso de fabricación que hacia diferente un proceso de fabricación del otro.

Como en todo proceso y producto, hay aspectos ambientales, económicos, humanos, sociales que los caracterizan y diferencia un proceso de otro, en los dos procesos estudiados hay similitudes en la aplicación del PRFV, pero los resultados finales de cada producto son completamente diferentes y de hecho se puede identificar fácilmente de forma visual, cual bañera es fabricado solo con fibra de vidrio y cual es acrílica solo con inspeccionar el borde de la bañera y percibir que la capa exterior de ambas es muy diferente tanto por el espesor como en el acabado final de cada una de estas.

Las bañeras acrílicas son más costosas que las bañeras en fibra de vidrio, pero su larga vida útil y fácil mantenimiento, la hacen atractiva a la hora de tomar la decisión de adquirir una bañera de mayor frecuencia de uso y cuando es usada por muchos tipos de usuarios.

Las bañeras en fibra de vidrio son ampliamente usadas en aplicaciones residenciales, donde su uso es menor y los cuidados que se le dan permiten tener una bañeras en excelentes condiciones durante mucho tiempo, pero sin duda llegará el momento que se requerirá realizarse un mantenimiento a la bañera principalmente porque su revestimiento superior o capa de pintura ha perdido color o esta descascarada, si existen en el mercado *kits* para este tipo de mantenimiento y poder recuperar la bañera, en casos más severos se requerirá repintar toda la bañera en todo su superficie.

El proceso de *roving* tanto en bañeras solo en fibra de vidrio, como en bañeras en láminas acrílicas reforzadas con PRFV es de gran importancia para lograr optimizar recursos de materia prima y mano de obra, lograr que la cantidad de filamentos de fibra de vidrio, resina y catalizador se usen en las cantidades correctas, requiere de que este sea

un proceso al menos semi automatizado, donde la máquina corte de filamentos de fibra de vidrio y que la mezcla de resina y catalizador se realicen con la máquina, y un operario que de forma manual manipule el equipo, por medio de una pistola realice la aplicación del PRFV. Aunque lo más recomendado es tener un proceso totalmente automatizado donde un brazo robótico manipule la pistola de aplicación del PRFV y de forma computarizada se realice el control y aplicación del PRFV, ello en una cabina cerrada, donde la bañera además puede girar y facilitar el proceso de aplicación del poliéster reforzado con la fibra de vidrio.

Las propiedades físicas, mecánicas, ópticas y térmicas entre otras que poseen las láminas acrílicas le dan una ventaja a las bañeras fabricadas en este material, ya que le aportan gran durabilidad y resistencia, ello minimiza su mantenimiento y de requerirse es fácil eliminar ralladuras y retomar su color original, ya que con solo brillarlas con un paño o con una pulidora con felpa, los resultados son sorprendentes. Las características que aportan fabricar bañeras con láminas acrílicas las hace útiles en aplicaciones donde estas son usadas con mayor frecuencia en caso de hospitales, hoteles y centros recreativos.

El proceso de termoformado solo es empleado en el proceso de fabricación de las bañeras acrílicas, proceso que además le permite mayores niveles de producción en el tiempo, debido a que al termoformar una lámina acrílica se obtiene la forma definitiva de la bañera a la cual luego es aplicada el PRFV, el proceso de obtener bañeras acrílicas es mucho más rápido que el de obtener bañeras solo en fibra de vidrio, ya que en este último, luego de aplicarse el desmoldeante, el revestimiento superior y el PRFV sobre el molde, se debe esperar a que se seque para finalmente realizar el desmoldeo y retirar la bañera, luego para tener nivel de producción altos en la fabricación de bañeras en fibra de vidrio se requerirían de muchos moldes, lo cual no es muy rentable ya que los moldes generalmente son costosos.

En ambos procesos de fabricación de bañeras se emplean típicamente moldes metálicos o en PRFV, los moldes son un activo considerable y se debe tener mucho cuidado con su manipulación y transporte, ya que cualquier mínimo imperfecto que tenga un molde este pasará a la bañera de cualquiera de los métodos de fabricación. Es frecuente encontrar moldes fabricados con PRFV, ya que se han desarrollado resinas apropiadas para la fabricación de moldes, las cuales tiene propiedades y características propias para esta aplicación, siendo este tipo de moldes más económicos que los moldes metálicos y su reparación y mantenimiento, es viable y rápida.

Las empresas modernas de fabricación de bañeras en fibra de vidrio o de bañeras acrílicas poseen altos estándares de calidad, los equipos que se emplean para la producción son versátiles, de fácil uso y con alto grado de automatización, en el proceso de fabricación de bañeras en fibra de vidrio se podría afirmar que con un muy buen equipo de aplicación de la fibra de vidrio se logran niveles de producción aceptables, este mismo equipo es empleado en la fabricación de bañeras acrílicas; y adicionalmente para la

fabricación de bañeras acrílicas, con un buen equipo de termoformado al vacío, que integre el calentamiento de la láminas acrílica, la manipulación de la lámina de acrílico, el vacío, enfriamiento y expulsión de la concha de bañera se pueden producir muchísimas bañeras en una jornada laboral; las tecnologías para producir cualquiera de los dos tipos de bañeras están altamente tecnificadas y automatizadas, son procesos que están bien estandarizados y la materias primas empleadas presentan diferentes características según el grado de propiedades finales que quiera darse al producto final, es decir a las bañeras.

En el extenso del estudio se muestra que las bañeras acrílicas, cada día ganan más atención por parte de constructores, arquitectos e ingenieros y que en los países del primer mundo son las más apetecidas, tanto por sus diseños, los materiales que la conforman y las tecnología empleada en su fabricación.

#### **4.3 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE DISEÑO**

El diseño de un producto no es una actividad aislada dentro de un proyecto, muy por el contrario es un proceso complejo, donde el diseñador debe tener un conocimiento pleno del proceso y del producto, donde los fundamentos teóricos sumados a la experiencia, permitirán minimizar errores en el proyecto y garantizan más efectividad y éxito en las ventas del producto final; donde todos los aspectos que fueron formando parte del proyecto van detallándose en el proceso y permiten tener un producto con características que satisfacen a los usuarios y a los fabricantes.

Para diseñar un producto se requieren conocimientos muy diversos, por ello no es conveniente que esta responsabilidad recaiga en una sola persona, se debe conformar un equipo de trabajo con diferentes frentes que soporte, planee y controle las diferentes actividades que surgen en el proceso y desarrollo. Además del desarrollo de habilidades y actitudes, que deben poseer los ingenieros diseñadores deben ser capaz de trabajar formando parte de los grupos interdisciplinarios conformados, donde es indispensable obtener, organizar y analizar información, que permitan generar alternativas de solución y tomar las mejores decisiones.

La implementación de la metodología para el desarrollo de bañeras, reúne tres aspectos que consolidan en ejercicio: 1) conocimiento de los elementos que clarifican el proyecto, 2) conocimiento para generar ideas, y 3) conocimiento para estructural el proceso de diseño. Es decir, los aportes de los capítulos 1 y 2, son indispensables para los conocimientos globales del producto, el proceso y detalles que enriquecen y soportan la propuesta del capítulo 3.

Los aspectos citados en la implementación de la metodología de diseño, van todos enlazados y buscan obtener un producto que sea competitivo, es claro desde el inicio que se proyecta un producto que ya existe en el mercado internacional, por lo tanto es fundamental que el nuevo desarrollo, integre: calidad en el producto, un precio de venta atractivo y un servicio en todas las áreas que de atención especial a los clientes.

La implementación de la metodología de diseño facilita el desarrollo de todas las etapas del proyecto, que implica comprender muy bien el problema a resolver, captar e interpretar los requerimientos técnicos del producto, desarrollar la búsqueda de diferentes alternativas de solución y evaluarlas, ello permite una toma de decisiones, para así poder realizar una descripción técnica detallada de producto, y por fin lograr la fabricación del producto bien sea a nivel de prototipos y proseguir con una producción. Todo ello enfrentándose a los múltiples eventos y restricciones que surgen en el desarrollo de todo proyecto, como son: el tiempo, el dinero y los recursos humanos.

Las fases de la metodología de diseño propuesta se centran en lograr que tanto clientes como fabricantes tengan el mayor grado de satisfacción, lograr un producto de calidad, a un precio competitivo para el cliente y que a su vez sea fácil de producir, con los óptimos recursos para la producción, y para ello aspectos como el ciclo de producción y consumo, y la espiral del proyecto, deben ser abordados de manera profunda, ya que conllevan a clarificar todas las fases del desarrollo del proyecto, las cuales son fundamentales en las etapas de estudio del proyecto, un producto está dentro de un proyecto, no está aislado de todo los pasos previos de la propuesta y de todo lo que requiere para llegar al mercado con éxito, por ello engranar cada una de las etapas del proceso, con los recursos físicos y humanos disponibles, aportarán en la consolidación del proyecto y en el logro del producto.

El diseñador establece las características de las bañeras, a través de unas especificaciones técnicas, que son el resultado de las necesidades y deseos reales de los clientes. Esto no es una tarea fácil y secuencial, hay que identificar y equilibrar estos requerimientos, de tal forma que se relacionen con el proceso de fabricación y se obtenga un producto a un precio competitivo, con atención en el mercado de bañeras. Es lograr un producto que satisfaga a los clientes, un producto de calidad, que se venda y que permita obtener ganancias a los fabricantes; es simple la fórmula, clientes y fabricantes satisfechos.

Las bañeras han conservado por siglos una configuración básica en su diseño, es un producto que se identifica con claridad y sus funcionalidades ya son lógicas, y por siglos este producto con su identidad ya propia aún sigue en permanente evolución, muchos materiales se han empleado para su fabricación en el tiempo y muchos de estos materiales aún siguen vigentes, se podría afirmar que hay campo para todos los materiales; los gustos y presupuestos para comprar una bañera indican que hay mercado dinámico. Por lo tanto se debe continuar en la generación de nuevas alternativas, nuevos modelos, nuevos desarrollos en los detalles, nuevas propuestas en los campos de aplicación.

El área de la salud promete un aumento del uso de las bañeras, están comprobados los resultados que tienen las bañeras acrílicas para la balneoterapia; las bañeras acrílicas de hidromasaje de uso terapéutico permiten emplear además agua con colorantes, esencias, aromáticas, chocolate, cerveza, vino, entre otros tantos productos, que entregan diversas sensaciones a los usuarios.

La línea de productos de bañeras acrílicas permite que sus procesos productivos sean flexibles, y respondan rápidamente a una necesidad, y que puedan fabricarse bañeras exclusivas para determinado sector que lo requiera; como el caso de hoteles, que tengan algún requerimiento especial de color o diseño, por su imagen y carácter único.

El proceso de diseño es complejo, a ello se le suma la escala de complejidad tecnológica con el requerimiento de personal más especializado para el uso de equipos modernos. Pero una integración de estos aspectos es crucial, un buen diseño planeado, organizado y controlado; con el uso de tecnología de punta, empleando personal capacitado y especializado, son ingredientes que suman en la obtención de un buen resultado. Una planta de bañeras acrílicas completamente nueva en sus instalaciones o la creación de un departamento que las fabrique, deben direccionar su proyecto en este sentido, y para ello debe complementarse con parámetros de una buena gestión del proyecto, con una excelente planificación operacional.

La implementación de la metodología de diseño propuesta logra concretar soluciones en el desarrollo de bañeras acrílicas, considerando los conocimientos fundamentales, la generación de ideas y la estructura del proceso de diseño.

# REFERENCIAS

AliExpress. (2024). Pistola de pulverización de resina, máquina cortadora de fibra de vidrio, roving, chopper. HT *Group Products Store*. Recuperado: <https://es.aliexpress.com/i/1005002286855791.html>

Aitex. (2005). Manual de fibras técnicas. II Entrega. Publicación periódica del Instituto Tecnológico Textil. Año V. Número 17. <https://www.aitex.es/wp-content/uploads/2017/02/aitex17.pdf>

Acrílico y policarbonato. (2024). Propiedades del acrílico. Recuperado: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico-propiedades.html#resistenciaquimica>

Archiproducts. (2024). Bañera by Ponte Giulio. Italia. Recuperado: [https://www.archiproducts.com/es/productos/ponte-giulio/banera-ajustable-en-altura-de-prfv-2400-banera\\_137711](https://www.archiproducts.com/es/productos/ponte-giulio/banera-ajustable-en-altura-de-prfv-2400-banera_137711)

Arias G. (2024). Espai de fisioterapia. Bienestar. Bañera de hidromasaje terapéutico. Recuperado: <https://tucentrodefisioterapia.com/banera-camilla/>

Ariés P. y Duby G. (1985). *Histoire de la vie privée*. Editions du Seuil, Paris.

Betta Baths. (2024). *How baths are made*. Factory Betta Baths, ceramic Industries. Located in South Africa. Recuperado: <https://www.youtube.com/watch?v=yEYlkt1GXd0>

BRT. (2024). *Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*. Banheira de fibra de vidro. Recuperado: <http://www.sbrt.ibict.br/>

Burgman JA. (1974). *The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres*. Wiley online library. <https://doi.org/10.1002/pol.1974.130120209>

Capella F. (1996). Termoformado: Procedimiento, maquinaria y materiales. Recuperado: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3765-Termoformado-Procedimiento-maquinaria-y-materiales.html>

Cerámica Flaminia. (2015). La evolución de la bañera de diseño en la historia.

Chorafas D. (2001). *Enterprise architecture and new generation information systems*. Editor Taylor & Francis Inc.

Cosmos. (2024). Resinas epóxicas. Encuentra resinas epóxicas para diferentes aplicaciones. Recuperado: <https://resinas-epoxicas.com/>

Cristacryl. (2024). Laminas acrílicas. Recuperado: <https://www.cristacryl.com/lamina-acrilica/>

Cristalizando. (2024). Bañera de fibra de vidrio: características y ventajas. Recuperado: <https://www.cristalizando.com.ar/banera-de-fibra-de-vidrio/>

Cross N. (2002). Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos. *Engineering design methods*. Traducción de Fernando Roberto Pérez Vásquez. México Limusa Wiley.

Dabella. (2024). Bañeras de fibra de vidrio frente a las de acrílico: ¿Cuál es la mejor para mi próxima remodelación del baño?. Recuperado: <https://dabella.us/es/2022/06/fiberglass-tubs-vs-acrylic-which-is-best-for-my-next-bath-remodel/#:~:text=En%20DaBella%20le%20recomendamos%20que,durabilidad%20y%20mantenimiento%20poco%20exigente>

- DANE. (2023). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado: <https://www.dane.gov.co/>
- Dieter G. y Schmidt L. (2020). *Engineering design. Sixth edition*. Editorial McGraw-Hill.
- Dym C. et al. (2014). *Engineering design: A project-based introduction. 4th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- El parto es nuestro. (2011). Ya son siete los hospitales andaluces que cuentan con bañeras de dilatación y parto. Recuperado: <https://www.elpartoesnuestro.es/blog/2011/10/17/ya-son-siete-los-hospitales-andaluces-que-cuentan-con-baneras-de-dilatacion-y-parto>
- González J. (2004). Libro de oro. Los inventos y descubrimientos. Ediciones Añil, S.L.
- Kaminski P. (2000). *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos*.
- Koch M. et al. (2006). *Design and Manufacture of Bushings for Glass Fibre Production*.
- Manoplas. (2024). Propiedades de las láminas acrílicas. Fabricante Manoplas. Recuperado: [https://ads.landingpage.com.co/manoplas-acrilicos?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAibeuBhAAEiwAiXBkJBk\\_LgQ-xXmhyRTR-NErc4IllyHwR254KkpgmhYsEJCXVS-a4EhPlxoCXroQAvD\\_BwE](https://ads.landingpage.com.co/manoplas-acrilicos?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAibeuBhAAEiwAiXBkJBk_LgQ-xXmhyRTR-NErc4IllyHwR254KkpgmhYsEJCXVS-a4EhPlxoCXroQAvD_BwE)
- Miles L. (2015). *Techniques of value analysis and value engineering. Editorial McGraw-Hill. 3er Edition*.
- Miravete A. (2002). Los nuevos materiales en la construcción, Universidad de Zaragoza. Centro Politécnico superior. Editorial Reverté S.A. Segunda Edición. Barcelona.
- National Geographic. (2014). *National Geographic*. Un baño público romano. Recuperado: [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/bano-publico-romano\\_9529](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/bano-publico-romano_9529)
- Pahl G. y Beitz W. (2007). *Engineering design: a systematic approach. Springer Science & Business Media*.
- Pedroza D. et al. (2015). *Design and manufacture of bath tubs*. Recuperado: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2022/Informe%20de%20seminario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pugh S. (1991). *Total design: Integrated methods for successful product engineering. Editorial Addison-Wesley*.
- Rai pintores. (2024). Pintores industriales. Qué son y para qué sirven las resinas de poliéster. Recuperado: <https://www.raipintores.com/blog/resinas-poliester/>
- Ruian Gaoke Machinery. (2024). *Ruian Gaoke Machinery Co., Ltd. ABS PE PC PVC Cuna Shell Bañera panel de puerta vacío, máquina de termoformado XSH2515/65. Máquina de formación de hojas más gruesas y computarizadas*. Recuperado: [https://es.made-in-china.com/co\\_foldergluer/product\\_ABS-PE-PC-PVC-Scooter-Shell-Bathub-Door-Panel-Vacuum-Thermoforming-Machine-Xsh2515-65\\_yrsrguniyg.html](https://es.made-in-china.com/co_foldergluer/product_ABS-PE-PC-PVC-Scooter-Shell-Bathub-Door-Panel-Vacuum-Thermoforming-Machine-Xsh2515-65_yrsrguniyg.html)



Quirón salud. (2021). Bañera de dilatación, beneficios de la hidroterapia durante el parto. Recuperado: <https://www.quironsalud.com/es/comunicacion/actualidad-quironsalud/banera-dilatacion-beneficios-hidroterapia-parto>

Sandoval M.Y. (2007). *Reforma tributaria na Colômbia. Superintendência de Indústria e Comercio da Colômbia. Bogotá. Colômbia.*

Saturn bath. (2024). Proceso fabricación de bañeras acrílicas. Fantástica fábrica de producción masa de bañeras en Corea. *Located in Pocheon, South Korea.* Recuperado: [https://www.youtube.com/watch?v=9G\\_KoX8t6d8](https://www.youtube.com/watch?v=9G_KoX8t6d8)

Saurí M. y Matas J. (1849). Guía general de Barcelona. España.

Somos ducha. (2021). El material para bañeras, ¿Cuál elegir?. Recuperado: <https://somosducha.es/el-material-para-baneras-cual-elegir/>

Souza G.F.M. (2003). *Análise de confiabilidade aplicada ao projeto de sistemas mecânicos. Apostila do curso PMR-5201. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia mecatrônica e sistemas mecânicos. São Paulo.*

Style and dog. (2024). Bañera acero inoxidable. Recuperado: <https://www.styleanddog.com/comprar/mobiliario/baneras/baneras-acero-inox/banera-acero-inoxidable>

Tacklen. (2024). Bañera de hospital para neonatos. Recuperado: <https://tacklen.com/product-details/banera-hospital-recien-nacido-2/>

Tiendanube. (2023). Blog. ¿Cuáles son los impuestos en Colombia y en qué consisten?. Recuperado: <https://www.tiendanube.com/co/blog/impuestos-en-colombia/>

Top dog tips. (2024). Los mejores baños para perros para un aseo más fácil. Recuperado: <https://topdogtips.com/best-dog-baths/>

Ulrich K. y Eppinger S. (2013). Diseño y desarrollo de productos. Quinta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A.

UNE-EN 263. (2002). UNE Norma Española. Especificaciones de planchas acrílicas reticuladas obtenidas por colada para bañeras y recipientes de ducha de uso doméstico. España.

Vanegas N. (2023a). Proyectos de diseño mecánico para ingenieros. Atena Editora. Ponta Grossa - Paraná - Brasil.

Vanegas N. (2023b). Aplicación del diseño mecánico para ingenieros. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. Medellín, Antioquia.

Vergara M. *et al.* (2015). Antropometría aplicada al diseño de producto. España. Universidad Jaime I.

Vernadat F. (1996). *Enterprise, modeling and integration: Principles and applications. Chapman & Hal. Editorial: Springer.*

**NELSON ANTONIO VANEGAS-MOLINA:** Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia. Magister en Ingeniería Mecánica de la Universidad de São Paulo-Brasil. Profesor/investigador en categoría de profesor asociado en dedicación exclusiva del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín desde el año 2003, en el área de diseño mecánico. Se ha desempeñado como: coordinador del Laboratorio de Procesos de Manufactura, Laboratorio de Diagnóstico de Maquinaria y de la Sala Gráfica de Ingeniería Mecánica, miembro del Comité Asesor del pregrado y posgrado del Área Curricular de Ingeniería Mecánica, director del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Director del Área Curricular de Desarrollo Tecnológico; es Miembro del Grupo de Investigación de Diseño Mecánico Computacional (DIMEC). Posee experiencia en la industria metalmecánica en la cual se desempeñó como director de proyectos.

**CLAUDIA PATRICIA SERNA-GIRALDO:** Ingeniera Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia. Magister en Ingeniería de Materiales de la Universidad de São Paulo-Brasil. Doctora en Ingeniería Mecánica de la Universidad de São Paulo-Brasil. Profesora/investigadora en categoría de profesora titular del Departamento de Ingeniería de Materiales de la Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia desde el año 2005, en el área de materiales metálicos. Se ha desempeñado como: coordinadora de la Maestría y el Doctorado en Ingeniería de Materiales, miembro de Comité de Maestría y Doctorado de la Facultad de Ingeniería, miembro del Comité de Currículo de Ingeniería de Materiales, Actualmente es coordinadora del Laboratorio de Materialografía y la Directora del Grupo de Investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales - Gipimme. Posee experiencia en la industria metalmecánica en la cual se desempeñó como directora de planta, diseñadora de detalle y gerente de calidad.

En el desarrollo de un producto se llevan a cabo varias fases, cuyo objetivo es transformar las necesidades del mercado en productos económicamente viables. A través de la metodología del diseño de sistemas mecánicos integrados, se presentan un conjunto de actividades importantes que permiten el desarrollo de cualquier tipo de producto. En este libro se implementan las actividades para el desarrollo del producto, utilizando para ello: el desarrollo de la bañera acrílica. De esta manera se pretende obtener una serie de actividades que permitan el desarrollo del producto de forma ordenada, metódica y sistémica. Las actividades utilizadas permiten emplear una metodología de diseño, que sirven como guía para la implementación, desarrollo, planificación, creatividad y calidad del producto; además, se presenta el contenido de los principios y conceptos básicos de cada una de las fases de diseño desarrolladas. En este trabajo las actividades se implementan demostrando que el proyecto siempre involucra factores tecnológicos, económicos, humanos y ambientales, y que lo que varía de un producto a otro es la importancia relativa de estos factores. Se profundiza en los conceptos y fundamentos que permiten clarificar la evolución y desarrollo que han tenido las bañeras a través de la historia de la humanidad, como eje central del estudio, se documenta la fabricación de las bañeras en fibra de vidrio y la bañera acrílica, con mayor énfasis en esta última, y se aplica la metodología de diseño con valores reales tomados de la experiencia en la consolidación de un proyecto de desarrollo de bañeras acrílicas. Tener pleno conocimiento del producto a desarrollar es relevante para tener mayores posibilidades de éxito con el diseño del producto, implica en el caso de la bañeras, conocer sus fundamentos, origen, historia, aplicaciones, materiales empleados, procesos de fabricación, modelos modernos, materia prima, equipos empleados, etapas detalladas de la fabricación, moldes, mantenimiento, aspectos ambientales, ventajas, desventaja de cada proceso; un proyecto de diseño requiere tener el mayor dominio de todos los aspectos que hacen parte del producto.

En el desarrollo de un producto se llevan a cabo varias fases, cuyo objetivo es transformar las necesidades del mercado en productos económicamente viables. A través de la metodología del diseño de sistemas mecánicos integrados, se presentan un conjunto de actividades importantes que permiten el desarrollo de cualquier tipo de producto. En este libro se implementan las actividades para el desarrollo del producto, utilizando para ello: el desarrollo de la bañera acrílica. De esta manera se pretende obtener una serie de actividades que permitan el desarrollo del producto de forma ordenada, metódica y sistémica. Las actividades utilizadas permiten emplear una metodología de diseño, que sirven como guía para la implementación, desarrollo, planificación, creatividad y calidad del producto; además, se presenta el contenido de los principios y conceptos básicos de cada una de las fases de diseño desarrolladas. En este trabajo las actividades se implementan demostrando que el proyecto siempre involucra factores tecnológicos, económicos, humanos y ambientales, y que lo que varía de un producto a otro es la importancia relativa de estos factores. Se profundiza en los conceptos y fundamentos que permiten clarificar la evolución y desarrollo que han tenido las bañeras a través de la historia de la humanidad, como eje central del estudio, se documenta la fabricación de las bañeras en fibra de vidrio y la bañera acrílica, con mayor énfasis en esta última, y se aplica la metodología de diseño con valores reales tomados de la experiencia en la consolidación de un proyecto de desarrollo de bañeras acrílicas. Tener pleno conocimiento del producto a desarrollar es relevante para tener mayores posibilidades de éxito con el diseño del producto, implica en el caso de las bañeras, conocer sus fundamentos, origen, historia, aplicaciones, materiales empleados, procesos de fabricación, modelos modernos, materia prima, equipos empleados, etapas detalladas de la fabricación, moldes, mantenimiento, aspectos ambientales, ventajas, desventaja de cada proceso; un proyecto de diseño requiere tener el mayor dominio de todos los aspectos que hacen parte del producto.