

**Maestría en Gestión del Diseño.
Instituto Superior de Diseño.
Junio de 2010.**

**Relación *forma – material – proceso* en los
productos industriales.**

**Tutor: Dr. José Luís Betancourt Herrera.
Maestrante: Jesús Milián Menéndez**



Índice.

Introducción.....	3
Capítulo I: Marco Teórico.....	4
Antecedentes.....	5
El Diseño Industrial.....	6
Consulta de la bibliografía sobre el tema.....	7
Desarrollo de una perspectiva teórica.....	7
Capítulo II: Diseño de la Investigación.....	9
Formulación del Problema de Investigación.....	10
- Preguntas de Investigación.	
- Objetivos.	
- Justificación.	
Tipo de Investigación.....	10
Hipótesis.....	11
Definición Conceptual y Operacional de las Variables.....	11
Indicadores de Variables.....	11
Capítulo III: La forma, los materiales y los procesos de transformación.....	12
La Forma.....	13
- Elementos geométricos básicos.....	13
- Figuras geométricas básicas.....	13
- Sólidos geométricos.....	13
- Recursos formales.....	14
Los materiales.....	15
- Propiedades de los Materiales. Caracterización.....	16
Los Procesos de Transformación.....	19
- Clasificación y caracterización.....	20
Los Procesos Tecnológicos de Transformación como elemento de Generación de la Forma en los Materiales.....	27
Conclusiones Parciales.....	37
Capítulo IV: Relación entre la forma, los metales y sus procesos de Transformación.....	39
Formas Básicas para el diseño.....	40
Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño.....	41
La Forma, las Aleaciones Metálicas y los Procesos de Transformación.	47
Capítulo V: Metodología para la Selección de los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Transformación durante la etapa de diseño.	56
Estrategia FMP: Forma – Material – Proceso.....	57
Estrategia MFP: Material – Forma – Proceso	65
Estrategia PFM: Proceso - Forma – Material	68
Estudio de Caso.....	73
Conclusiones generales.....	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	83

Introducción.

En los últimos dos siglos ha ido en continuo aumento la capacidad del ser humano de controlar y dar forma al entorno donde vive. El vehículo de esta transformación ha sido la industria mecanizada y de sus talleres ha surgido una creciente oleada de artefactos y mecanismos destinados a satisfacer las necesidades y deseos de un sector cada vez más amplio de la población mundial. El cambio no ha sido solo cuantitativo, sino que también ha alterado radicalmente la naturaleza y calidad de la vida que de hecho vivimos o aspiramos vivir. En la historia del Diseño Industrial se reiteran continuamente, bajo diferentes formas, dos aspectos fundamentales: Continuidad y cambio. Aunque éste tenga sus raíces en la tradición artesanal, el proceso que lo ha ido configurando no ha consistido simplemente en una evolución lineal desde el trabajo manual hasta la producción mecánica, sino más bien una continua diversificación, abarcando un número cada vez mayor de nuevos factores e influencias, aunque en algunas exposiciones y museos se exhiban los objetos como puras formas, sin el menor intento de relacionarlos con las circunstancias de su producción o su finalidad práctica, que sin embargo ejercieron influencia en el diseño.

En una reacción contra las limitaciones de una concepción formalista de los objetos cotidianos, se han analizado los profundos cambios resultantes de la industrialización considerando el Diseño como fenómeno social. Sin embargo, una vez llegado a la fase de producción, el diseño pasa a formar parte como objeto intangible, de la realidad física de su tiempo, aplicado a una función concreta en una sociedad que condiciona la manera en que se valora y percibe la forma.

En medida cada vez mayor y en un área geográfica cada vez en aumento dominan nuestro entorno visual inmediato los productos resultantes de la fabricación industrial. Por ese motivo, debido a su abundancia, a su omnipresencia y también a menudo a su complejidad, estos productos parecen adquirir en ocasiones una vida autónoma, ajena e incluso opresiva.

Sin embargo, todos ellos son la manifestación de un proceso de diseño realizado por una persona, que abarca un concepto, enjuiciamiento y especificación, luego traducido a una realidad material y tangible.

Capítulo I: Marco Teórico.

Antecedentes.

El Diseño Industrial.

Consulta de la bibliografía sobre el tema.

Desarrollo de una perspectiva teórica.

Síntesis.

En este capítulo se abordará el tema del Diseño Industrial como profesión independiente y sus antecedentes históricos generales, poniendo de manifiesto las discrepancias históricas entre la forma, los materiales y los procesos de transformación. Se explicará como se realizó la consulta bibliográfica y se expondrá una perspectiva teórica sobre el tema a desarrollar.

Antecedentes.

La naturaleza exacta del proceso de diseño o proyección es infinitamente variable y por lo tanto, difícil de sintetizar en una fórmula, una definición o un trabajo como este.

Sin embargo, cualquiera que sean las circunstancias concretas, el Diseño Industrial es un proceso de creación, invención y definición realizado al margen de los medios de producción y exige lograr una síntesis de factores determinantes, a menudo antagónicos, para llegar a un concepto tridimensional, plasmado en forma material, que permita la múltiple reproducción mediante procedimientos industriales, por tanto sus inicios se hayan ligado de forma específica al desarrollo industrial en Inglaterra, alrededor de 1770, como acontecimiento histórico.

Naturalmente la actividad de diseño como tal se puede constatar mucho antes y desde finales de la Edad Media con la expansión del comercio y los mercados fue ganando rasgos característicos que atraían el interés de los compradores. Surgieron libros y patrones y muchos artistas de primera fila aportaron diseños para una gran variedad de objetos que aunque tenían un valor utilitario poseían además una gran ornamentación, lo que llevó a que muchos identificaran el diseño con ese aspecto secundario y a otros a rechazar categóricamente la posibilidad de que los productos industriales pudieran tener valor estético. Durante el siglo XIX esta discrepancia fue cediendo espacio en la búsqueda de la armonía en el diseño y en sus postrimerías, la industria de los ferrocarriles ingleses por solo tomar un ejemplo, que originalmente solo abogaba por una estricta realidad funcional, daba especial atención a las proporciones generales y al tratamiento estético consciente en el diseño de las locomotoras.

La primera guerra mundial estimuló una enorme expansión de la capacidad productiva de Estados Unidos fundamentalmente y dio lugar a un auge del consumo, amparado por la realidad de la producción masiva, de los nuevos materiales y de la preocupación visual que se convertía en importante instrumento para fomentar las ventas, junto a la difusión de la publicidad.

En 1927 comenzó a manifestarse la recesión y ya en 1929 la depresión hizo que muchas pequeñas empresas se arruinaran o fueran absorbidas por otras mayores y fue precisamente en este contexto económico donde aparece una nueva generación de diseñadores, que procedían de campos diversos y que a consecuencia de su labor el diseño obtuvo crédito como aspecto imprescindible de la actividad industrial y comercial, convirtiéndose así en una actividad profesional.

Como se puede apreciar la discrepancia entre la forma, los materiales y los procesos de transformación dentro del entorno del diseño no es nueva y se ha caracterizado por el uso de la forma por la forma, el de materiales de manera indiscriminada o el de los procesos no adecuados, en estrecha correspondencia con el momento histórico. Hoy esa discrepancia se mantiene vigente encontrándose diversos criterios según las escuelas y las especialidades.

Los estudiantes de Diseño en general e incluso algunos profesionales de esta esfera en sus primeros tiempos de graduado, no dan la importancia requerida durante su actividad proyectual, a la relación que a través de la forma se va creando con el material del que se construirá el producto así como tampoco con los procesos tecnológicos de transformación involucrados, por lo que en una buena cantidad de casos sus soluciones no son realmente producibles o no se adecuan a las exigencias técnicas – productivas de un cliente potencial, por solo nombrar algunos aspectos.

Además, la mayoría de la literatura técnica acerca del desarrollo de los productos y los servicios, de los materiales y los procesos tecnológicos de fabricación, están escritos para ingenieros y por ingenieros en el mejor de los casos y éstos regularmente solo tienen en cuenta la forma como una estructura soporte de los sistemas técnicos, sin analizar la relación que puede existir entre la forma, los materiales y los procesos tecnológicos involucrados en su fabricación, con excepción de los relacionados con la resistencia y los costos, fundamentalmente.

La experiencia profesional y la pedagógica nos demuestra que tanto los materiales como los procesos tecnológicos de transformación tienen sus propios códigos para reproducir formas y el ignorarlos nos conduce a negar la actividad de diseño como un sistema concebido en armonía.

El Diseño Industrial.

Actualmente el término Diseño se ha convertido en un slogan de triunfo comercial y es empleado para designar las más disímiles actividades en una gran diversidad de contextos, como el económico, la cultura, la ingeniería y las ciencias sociales, entre otros.

El término Diseño no surgió para denominar una profesión o disciplina, este existía desde mucho antes que surgiera la profesión y lo que realmente ha ocurrido es el redescubrimiento del mismo. La literatura especializada en Diseño contiene un amplio abordaje de su definición, existen tantas como autores hayan escrito sobre el tema y aunque algunos plantean esta cuestión como agotada, afirmando que es una insatisfacción espiritual de los diseñadores de la academia, se considera necesario realizar algunas precisiones, empezando por definir que es el Diseño.

Analicemos solo algunas definiciones:

- Belluccia, R. "El Diseño es lo que hacen los diseñadores cuando diseñan."
- Heskett, J. "Desing is desing for desing." (Diseño es el Diseño para el Diseño)
- Robert Blain, EUA. "El Diseño es una planificación de cambio".
- Alexander Manu, Canadá. "El Diseño es una actividad consciente de agregar de manera creativa la invención tecnológica a la innovación social..."
- (ICSID). "Diseño Industrial es una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetos, procesos, servicios y sus sistemas en todo su ciclo de vida. Por tanto, el Diseño es un factor central de la humanización innovativa de las tecnologías y el factor crucial del cambio cultural y económico." ¹
- (DDI) "Diseño Industrial es el conjunto de actividades, incluidas las relaciones entre ellas, adecuadamente estructuradas y organizadas, que a partir de las especificaciones del producto, dan como resultado final la generación del conjunto de información necesaria para la fabricación, montaje, uso, mantenimiento, reciclado y destino al final de la vida útil del producto." ²
- (SGDC) "El Diseño es una actividad interdisciplinaria de solución de problemas que combina sensibilidad visual con habilidad y conocimiento en áreas de comunicación, tecnología y negocios. La práctica del Diseño gráfico se especializa en estructurar y organizar la información visual para ayudar a la comunicación y la orientación." ³

Si analizamos estas definiciones podemos diferenciar tres conceptos importantes:

- Diseño-actividad: Concibe al Diseño como la acción de planear y proyectar un producto o mensaje, o ambos inclusive. Es también una manera de hacer las cosas y coloca al Diseño en el plano del Objeto de la profesión.
- Diseño-proyecto: Se asocia con el proceso de diseño, con el resultado de la tarea de diseño o actividad de proyecto real así como con su solución definitiva plasmada en documentos técnicos, instrucciones, dibujos, modelos y prototipos que comunican la propuesta, así como sus características para la fabricación.

¹ ICSID, International Council of Societies of Industrial Design

² DDI, Programa para el desarrollo del Diseño. España.

³ SGDC, Society Graphic Designers of Canada

- Diseño-cualidad: Se refiere a una propiedad de la solución de un producto, a un valor agregado por la comunicación, al uso o la función, a las propiedades que le aporta la composición de formas, colores, materiales, superficies y todas las variables que se traducen en ventajas para el usuario, a la utilidad que ofrece, su calidad formal, los elementos diferenciales y prestaciones.³⁷

El Diseño Industrial se ocupa, por tanto, del proyecto y desarrollo de los objetos a producir industrialmente, en lo que respecta específicamente a la forma perceptible por los sentidos y a su valor estético. Toma como referencia las dimensiones humanas, la capacidad de rendimiento psíquico y físico, la estructura intelectual y emocional del hombre y solo se hace posible por la estrecha interrelación de la forma concebida, los materiales de que será construida y los procesos tecnológicos de fabricación que transformando el material lo convertirán en producto, a través de la forma.³³

Consulta de la bibliografía sobre el tema.

La revisión y actualización del Estado de Arte lo realizamos a través de la detección y consulta de la literatura relacionada con el tema de interés, llegando a los resultados siguientes:

1°.- Literatura que aborda específicamente el tema de investigación: No se encontró.

2°.- Literatura que se relaciona con el tema de investigación: Se encontraron 38 títulos de posibles referencias y 14 Trabajos de Investigación de universidades nacionales y extranjeras.

La búsqueda de bibliografía relacionada con el tema se realizó jerarquizando las direcciones siguientes:

- Diseño.

Aunque se encontraron referencias a los materiales, no se vinculan nunca con la forma o los procesos de transformación, sino al suministrador o al mercado en algunos casos.

- Materiales.

Se hace referencia fundamentalmente a la clasificación y caracterización general, no vinculándose a la forma o a los procesos de transformación en productos industriales.

- Procesos.

Clasifican y describen los procesos de transformación sin hacer una referencia directa a los materiales, la forma o los productos.

- Tecnología.

Clasifican y describen los procesos tecnológicos, realizan una vinculación indirecta con los materiales en el mejor de los casos pero no tienen en cuenta la forma.

- Productos.

Se clasifican los productos atendiendo a diferentes intereses, pero no lo relacionan con la forma, los materiales o los procesos tecnológicos, aunque se hace referencia a ellos.

Desarrollo de una perspectiva teórica.

La información obtenida sobre el tema de investigación nos arroja los siguientes resultados:

1.- Los estudiosos del diseño no relacionan la forma con los materiales ni con los procesos tecnológicos de fabricación en el diseño de productos.

2.- Conforme se han estudiado todos los atributos de la forma, los procesos de morfogeneración etc. no se ha encontrado referencia al estudio de los posibles códigos formales de los materiales ni de los procesos tecnológicos de fabricación, aunque con ambos se trabaja y se realizan las más disímiles combinaciones.

3.- La relación forma- material- proceso en la tarea de diseño surge de una manera totalmente empírica, por cuanto ésta no está descrita en la literatura encontrada y los resultados de esta relación no pueden predecirse en ninguna de las etapas del proceso.

4.- Los éxitos de la relación forma- material- proceso pueden depender de la experiencia de trabajo del diseñador, de su talento, de la ayuda recibida por otros profesionales o de la suerte, pero en ningún caso de un conocimiento establecido sobre las variables vinculadas y la solución formal.

5.- No se consideran otras posibles relaciones como pueden ser la Serie de Producción y el Costo de los materiales, por solo nombrar algunos.

Durante la enseñanza de diseño, los estudiantes reciben información acerca de la forma y sus atributos, de los diferentes materiales, de las propiedades que lo caracterizan y de los procesos tecnológicos para convertir los materiales en productos industriales, pero durante la tarea de diseño no logran integrar generalmente como concepto estos tres aspectos fundamentales, para arribar a una solución coherente en el producto.

Por lo antes expuesto nuestra perspectiva teórica estará en la dirección de:

1°.- Establecer las referencias necesarias para definir la relación fundamental que se crea entre los materiales y los procesos de transformación a través de la forma en los productos industriales.

2°.- Generar una herramienta que permita al estudiante la aplicación de los resultados anteriores en algún momento de la tarea de diseño.

Capítulo II: Diseño de la Investigación

Formulación del Problema de Investigación.

- Preguntas de Investigación.

- Objetivos

- Justificación.

Tipo de Investigación.

Hipótesis.

Definición Conceptual y Operacional de las Variables

Indicadores de Variables.

Síntesis.

En este capítulo se expondrá el Problema de Investigación, el Tipo de Investigación y la Hipótesis así como la Definición Conceptual y Operacional de las Variables y sus Indicadores de Variables.

Formulación del Problema de Investigación.

Si evidentemente se conoce y la practica así lo confirma, que una forma industrial determinada no puede ser reproducida en cualquier material o mediante cualquiera de los proceso industriales de transformación más utilizados, se debe a que tanto los materiales como los procesos tecnológicos tienen sus propios códigos para reproducir formas, evidenciando así una relación entre las tres variables que hacen de la actividad de diseño un sistema de múltiples entradas y salidas.

Problema de Investigación.

¿Como contribuir a satisfacer las demandas y expectativas de los estudiantes acerca de la relación que se crea entre la forma industrial, los materiales y sus procesos de transformación que les permitan evaluar, seleccionar e integrar estas variables desde las primeras etapas de proyecto?

Preguntas de investigación:

- 1.- ¿Cómo influyen los materiales y los procesos tecnológicos de transformación en la forma de los productos industriales?
- 2.- ¿Cómo dotar al estudiante de una herramienta que les permitan evaluar, seleccionar e integrar estas variables desde las primeras etapas de proyecto?

Objetivo general:

Conocer la influencia que ejercen los materiales y los procesos de transformación en la forma del producto industrial así como su solución en el proyecto de diseño.

Objetivo específico:

- Identificar la manera en que influyen los materiales y sus procesos de transformación en la forma industrial a partir del concepto de Tecnología Básica.
- Crear una herramienta que le permita al estudiante evaluar, seleccionar e integrar estas variables (forma, material y proceso) desde las primeras etapas de proyecto.

Justificación de la Investigación:

- 1.- Los resultados de la investigación precisarán cómo y hasta que punto influyen los materiales y los procesos tecnológicos en la forma del producto industrial. (Conveniencia)
- 2.- Estos resultados beneficiarán a los estudiantes de diseño en primer orden, a los diseñadores industriales, a los encargados de impartir la enseñanza del diseño, a otros profesionales que trabajen en tareas de proyecto y a todos los interesados en el tema, al contar con una definición del modo en que influyen estos aspectos en la solución de diseño. (Relevancia social)
- 3.- La creación de una herramienta que permita al estudiante relacionar, evaluar y seleccionar estas variables (forma, material y proceso) ayudará a integrar eficientemente los Requisitos de Diseño desde las primeras etapas del proyecto, lográndose soluciones compatibles con estos requisitos y llenando además un vacío de conocimientos acerca de estos problemas. (Valor teórico e implicaciones prácticas)

Tipo de investigación.

La investigación estará orientada hacia lo Exploratoria-Correlacionar.

Su objetivo es:

- Examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no es aplicable al contexto.
- Identificar relaciones potenciales entre variables, determinar las tendencias conociendo el comportamiento de una u otras variables relacionadas y medir el grado de relación que existe entre ellas.
- Establecer la posibilidad de investigaciones posteriores más rigurosas.

Hipótesis.

Los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Transformación condicionan la Forma de los productos industriales.

Será una Hipótesis Correlacionar por cuanto busca relacionar dos variables conociendo una tercera.

Definición conceptual de las Variables.

Las variables implicadas en esta investigación son: La Forma, los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Transformación.

- La Forma. Se entiende por Forma el contorno o la configuración externa de algo para que sea concreto y esté limitado en el espacio.
- Los Materiales. Son cada una de las materias que se necesitan para una obra, o el conjunto de ellas.
- Los Procesos. Son el conjunto de las fases u operaciones industriales sucesivas para fabricar un producto. Conceptualmente se considerarán independientes entre si estas tres variables, de manera que no se limite en principio su alcance y desarrollo, pero cuando una de ellas se establezca, se creará una interrelación directa entre cada una de ellas.

Definición operacional de las Variables.

- La Forma. Se evaluará por su adecuación al material y al proceso tecnológico que la convertirá en producto.
- Los Materiales. Para los materiales se tendrán en cuenta sus propiedades físicas (peso, color, opacidad), químicas (composición química y estructura) y mecánicas (dureza, resistencia, plasticidad) y su Costo (Muy caro, caro, barato etc.)
- Procesos. Esta variable se evaluará a través de su adecuación a una forma y un material determinado y teniendo en cuenta la serie de producción prevista, según el rendimiento y la calidad que pretenda proporcionar.

Indicadores de variables.

1.- La Serie de producción.

- Cuando la Serie de Producción es mediana o grande las soluciones de diseño pueden incorporar formas articuladas y complejas, por cuanto estas series avalan el diseño y la fabricación de dispositivos especiales o de uso único, capaces de reproducirlas idénticamente. El desarrollo tecnológico de la industria debe ser compatible por lo menos con la explotación de estos dispositivos.
- Cuando la Serie de Producción es pequeña la forma del producto debe ser simple, capaz de producirse por procesos tecnológicos básicos, por cuanto los resultados de las ventas no hacen rentables el diseño y la fabricación de estos dispositivos.

2.- Los costos.

El indicador Costo estará directamente vinculado con la selección del material adecuado según su valor en el mercado y además su suministrador, pero también con la selección correcta del proceso de transformación para una serie de producción estimada.

Capítulo III: La Forma, los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Transformación.

La Forma.

- Elementos geométricos básicos.
- Figuras geométricas básicas.
- Sólidos geométricos.
- Recursos formales.

Los materiales.

- Propiedades de los Materiales. Caracterización.

Los Procesos de Transformación.

- Clasificación y caracterización.

Relaciones generales.

Conclusiones Generales.

Síntesis.

En este capítulo se definirán los conceptos fundamentales de la Forma, las características de los Materiales y la de los Procesos Tecnológicos de Transformación principales y la relación que se crea al convertir el material, a través de los procesos tecnológicos de transformación, en producto.

La Forma.

1.- Elementos Geométricos Básicos.

Los Elementos Geométricos Básicos son: El Punto, el Segmento de Línea, la Superficie y el Volumen.

- El Punto. El Punto es la unidad básica de la representación y es adimensional. Define un lugar en el espacio o un punto notable de un elemento geométrico. Puede resultar de la intercepción de segmentos de líneas y se asocia fundamentalmente a estructuras bidimensionales. El desplazamiento del punto genera segmentos de líneas o planos.
- El Segmento de Línea. Se forma por el desplazamiento del punto. Es un elemento unidimensional, tiene longitud definida y está limitado por dos puntos, aún cuando éste sea infinito. Puede ser recto o curvo. Pueden divergir, converger o cruzarse. Se asocia a estructuras bi y tridimensionales.
- La Superficie. La Superficie puede ser plana o curva. Un conjunto de superficies pueden generar un volumen. Su enlace influye en la resistencia estructural de las piezas.
- El Volumen. Es un elemento tridimensional, sólido, limitado por superficies planas o curvas. Pueden ser cóncavos o convexos.

2.- Figuras Geométricas Básicas.

Las figuras geométricas básicas son: El Cuadrado, el Triángulo y la Circunferencia.

- El Cuadrado. Es una figura plana, limitado por cuatro líneas rectas iguales que forman otros tantos ángulos rectos.
- El Triángulo. Es un polígono plano de tres lados, cerrado, que forman tres ángulos. Puede tener diferentes clasificaciones atendiendo a sus ángulos o a sus lados.
- La Circunferencia. Figura cerrada que tiene como característica que todos sus puntos son equidistantes a su centro.

3.- Sólidos geométricos.

Los Sólidos geométricos se clasifican en:

- Sólidos geométricos de Caras Planas: Son los prismas y las pirámides.
- Sólidos geométricos de Superficie en Revolución: Son los cilindros, los conos, las esferas y las Superficies Cónicas en Revolución, como el Paraboloide, la Hiperboloide, la Elipsoide y el Torus.

Sólidos geométricos de Caras Planas.

- El Prisma. Los Prismas poseen dos planos poligonales llamados bases, iguales y paralelos entre si. Los planos de las caras son paralelogramos. Donde concurren tres caras se llama Vértice y si concurren dos se llama Arista. Son Rectos cuando las aristas laterales son perpendiculares a la base y Oblicuos cuando no lo son.
- La Pirámide. Las Pirámides están formadas por una base constituida por un polígono de "n" lados. Las caras laterales son triángulos y todas coinciden en el Vértice. Son Rectas cuando la proyección del vértice coincide con el centro de la base e Inclinadas u Oblicuas cuando no coincide.

Sólidos geométricos de Superficie en Revolución.

- El Cilindro. Es una superficie que surge cuando se pone a girar un plano alrededor de un eje. La superficie que define el cilindro se llama Generatriz.
- El Cono. Es una superficie que surge cuando se pone a girar un triángulo alrededor de un eje que coincide con uno de sus catetos. La superficie que define el Cono se llama Generatriz.
- La Esfera. Es el cuerpo de revolución que se obtiene al girar un semicírculo alrededor de su diámetro. El centro y el radio de la esfera son los del semicírculo que la genera. La superficie de la esfera o superficie

esférica puede definirse también como el lugar geométrico de los puntos del espacio cuya distancia al centro es igual al radio. La superficie que define la Esfera se llama Generatriz.

4.- Recursos formales.

Toda estructura formal es el resultado de un complejo proceso en el que se ponen en juego un conjunto de recursos básicos.

Los recursos básicos tienen diferente procedencia y participación en el trabajo de creación de formas y se han dividido en tres grupos afines:

Recursos Visuales: Son aquellos que se relacionan con la forma física.

“ Perceptivos: Relacionados con la forma percibida.

“ Instrumentales: Son los instrumentos o técnicas empleadas para la generación de estructuras formales.

De estos recursos los más importantes según nuestros intereses son los Instrumentales, por cuanto su objetivo principal es la generación de alternativas formales de manera rápida y eficaz.

Los Recursos Instrumentales son herramientas que aunque proporcionan un orden, pues son pautas, no garantizan la calidad estético formal de las estructuras resultantes.

Estos recursos se clasifican en:

- Simetría: Es la combinación de formas para generar nuevas estructuras con cierto grado de relación con las de partida. Caracteriza el orden de las formas naturales, se sustenta en las operaciones que se realizan con un conjunto de elementos estructurantes y puede aplicarse vinculada con las transformaciones.

- Transformaciones: Son las modificaciones de las estructuras existentes (generalmente geométricas simples) para generar formas que guardan poca o ninguna relación con las de partida. Se asocian a las deformaciones que adquieren regularmente los materiales ante la acción de fuerzas externas.

Las transformaciones se clasifican en:

- Seccionamiento: Se realiza para eliminar parte o partes de la estructura madre, o para dividir la misma en partes y componer posteriormente con ellas.

- Desplazamiento: Es común que el desplazamiento sea antecedido por el seccionamiento. Se refiere al deslizamiento de una parte de la estructura con respecto a la otra. Su empleo conduce a estructuras articuladas. La aparición de zonas vacías tanto en la bidimensión como en la tridimensión es una consecuencia del desplazamiento.

- Adición: Puede producirse de dos formas: Por aparición de zonas vacías o por acople de nuevas partes o estructuras.

La aparición de zonas vacías es consecuencia del desplazamiento y pueden ser de tres tipos: Juntas, superficies y volúmenes virtuales.

El acople de nuevas partes, es la acción de agregar a la estructura existente otra u otras nuevas estructuras que pueden ser idénticas, semejantes o diferentes de la primera. El acople es por contacto o por penetración.

- Substracción: Como su nombre indica es la acción de restar parte de la estructura existente, dejando una huella en la forma de partida. Ésta puede ser de cuatro tipos:

- Chanfle: Substracciones al borde. Se emplea para suavizar los tránsitos entre las partes.
- Vaciado: Extracción de una parte de la estructura por succión.
- Corte: Extracción de una parte de la estructura por deslizamiento, conservando la estructura cortada su contacto con el exterior.
- Perforación: Extracción de una parte de la estructura por deslizamiento, conservando contacto con el exterior solo en las zonas por donde se realiza la extracción.

- Deformaciones: Provocan cambios sustantivos en las estructuras formales. Son imitaciones de las modificaciones estructurales que sufren los materiales por la acción de fuerzas externas. Los más comunes son: Compresión, tracción, flexión y torsión.³⁴

Los Materiales.

Todos los materiales están compuestos por moléculas y éstas por átomos. Los materiales en los cuales los átomos están agrupados de una manera desordenada, sin ningún patrón, se llaman Amorfos. Son materiales amorfos la cera, el vidrio y las resinas entre otros.

En los materiales amorfos la estructura no está definida u organizada, o sea es Isótropa; es decir, que sus propiedades físicas son iguales en todas direcciones.

- Isotropía. f. Fís. Característica de los cuerpos cuyas propiedades físicas no dependen de la dirección. *

Por el contrario, aquellos materiales en los cuales sus átomos están agrupados en un orden definido y se encuentran propiedades físicas distintas en diversas direcciones se denominan Cristalinos. Son materiales cristalinos los metales y sus aleaciones, independientemente del modo de obtenerlos y de trabajarlos, lo que permite clasificarlos y caracterizarlos con alta precisión. La estructura de los materiales cristalinos es Anisótropa.

- Anisotropía. f. Fís. Cualidad de un medio, generalmente cristalino, en el que alguna propiedad física depende de la dirección de un agente. *

Los materiales son precisamente el soporte de la forma física y ésta se vincula a ellos a través de los procesos industriales de transformación, integración triádica que convertirá la forma en producto industrial.

La caracterización y selección de los materiales se realizan a través de sus propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas, que determinan sus características y comportamiento en condiciones específicas.

La selección adecuada del material regularmente se realiza atendiendo a características contenidas en las diferentes propiedades.

* Microsoft® Encarta® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

1.- Propiedades Físicas:

Son aquellas que pueden determinarse sin alterar la integridad de la muestra. Se define mediante examen físico. Ej.: Peso, color, olor, textura etc.

P.F Mat	Aspecto Exterior	Color	Peso	Cond. Térmica	Cond. Eléctrica	Opaci dad	Textu ra	Olor
Madera	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Varia do</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Alta</i>	<i>Varia da</i>	<i>Caracte rístico</i>
Plástico	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Lige ro</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Varia da</i>	<i>Varia da</i>	<i>No</i>
Cerá mica	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Pesado</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Varia da</i>	<i>Varia da</i>	<i>No</i>
Metal	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Varia do</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Alta</i>	<i>Varia da</i>	<i>No</i>
Vidrio	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Pesado</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Varia da</i>	<i>Varia da</i>	<i>No</i>
Papel	<i>Caracte rístico</i>	<i>Varia do</i>	<i>Varia do</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Varia da</i>	<i>Varia da</i>	<i>No</i>

Tabla 1. Comparación entre Propiedades Físicas de diferentes materiales.

El análisis de esta tabla nos demuestra que durante la selección del material podemos encontrar varios candidatos con una característica determinada, por ejemplo Color.

Sin embargo, si la selección la hacemos atendiendo a más de una característica como por ejemplo Peso, Conductibilidad Eléctrica y Opacidad, la cantidad de candidatos disminuye y la selección se hace más adecuada a los requerimientos.

2.- Propiedades Químicas:

Son aquellas que para determinarse debe afectarse la integridad de la muestra. Se definen mediante ensayos químicos. Ej.: Composición química, estructura etc.

Composición Química:

Es una característica que tributa tanto a las propiedades físicas y químicas como a las mecánicas.

Ej.: Propiedad Física: Color.

Aleaciones No Ferrosas.

- Bronce (Cu + Sn), color rojo pardo oscuro.
- Latón (Cu + Zn), color amarillo dorado claro.
- Samá (Al + Sn), color gris plateado claro.

Aleaciones Ferrosas.

- Acero al Cromo-Níquel, color gris plateado claro.
- Hierro Fundido, color gris oscuro-negrusco.

Ej.: Propiedad Química: Resistencia a la Corrosión.

- Acero aleado al Níquel (Ni 13), alta resistencia a la corrosión.

Ej.: Propiedad Mecánica: Dureza.

- Acero al Cromo (40 Cr), alta dureza.
- Acero al Silicio (60 Si2 A), alto Coeficiente de Elasticidad.

Estructura:

Es una característica que tributa a las propiedades mecánicas fundamentalmente.

Ej.: Acero 45 con estructura Austenítica: Maleable, baja dureza.

Acero 45 con estructura Martensítica: No maleable, alta dureza.

Generalmente para la selección de los materiales se consideran Propiedades Químicas las siguientes:

Resistencia a la Corrosión, a los Álcalis, a los Ácidos y a los Solventes.

Propiedad. Material.	Resistencia a la corrosión.	Resistencia a los álcalis.	Resistencia a los ácidos.	Resistencia a los solventes.
Madera	Alta	Baja	Baja	Alta
Plástico	Alta	Variada	Variada	Variada
Cerámica	Alta	Alta	Alta	Alta
Metales	Variado	Variado	Baja	Alta
Vidrio	Alta	Alta	Alta	Alta
Papel.	Alta	Variada.	Variada	Variada

Tabla 2. Comparación entre Propiedades Químicas de diferentes materiales.

Propiedades Mecánicas.

Son aquellas que caracterizan la capacidad de los materiales de reaccionar bajo la acción de fuerzas externas. Estas dependen del material, su estructura interna, forma de la pieza etc. Se define mediante ensayos mecánicos. Ej.: Dureza, resistencia, elasticidad etc.

- Clasificación y caracterización de las Propiedades Mecánicas.

- Dureza:

Es la capacidad del material para oponer resistencia a la penetración en él de sólidos. La Dureza se mide con un Durómetro, diferenciándose la unidad de medición según el material.

- Resistencia:

Es la capacidad del material para oponerse a su destrucción por fuerzas externas. La resistencia se puede medir por varios métodos.

- Elasticidad:

Es la capacidad del material de deformarse y recuperar su forma original al cesar la fuerza externa.

- Plasticidad:

Es la capacidad del material de cambiar su forma y tamaño sin sufrir roturas.

- Contracción - Dilatación:

Es la capacidad del material de cambiar sus dimensiones bajo condiciones específicas.

Ej.: Temperatura.

- Absorción:

Es la capacidad del material de absorber líquidos (fundamentalmente agua) bajo condiciones específicas.

Mat \ P.M	Dureza	Resistencia.	Elasticidad.	Plasticidad.	Contracción-Dilatación.	Absorción.
Madera	<i>Variable.</i>	<i>Variable.</i>	<i>Variable.</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Variable.</i>
Plástico	<i>Variable</i>	<i>Variable.</i>	<i>Variable.</i>	<i>Alta</i>	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>
Cerámica	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>
Metales	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>	<i>Alta</i>	<i>Variable</i>	<i>No</i>
Vidrio	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>	<i>No</i>
Papel	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>	<i>No</i>	<i>Variable</i>	<i>No</i>	<i>Variable</i>

Tabla 3. Comparación de las diferentes Propiedades Mecánicas de los materiales.

El análisis de esta tabla nos demuestra que durante la selección del material podemos encontrar varios candidatos con una característica determinada, por ejemplo Plasticidad.

Sin embargo, si la selección la hacemos atendiendo a más de una característica como por ejemplo Dureza, Resistencia y Absorción, la cantidad de candidatos disminuye y la selección se hace más adecuada a los requerimientos.

Las propiedades mecánicas tributan directamente a los procesos tecnológicos que generan formas.

- Procesos Tecnológicos de Transformación.

Algunas definiciones preliminares:

¿Qué es un proceso?

- Un proceso es el conjunto de las fases sucesivas de una operación artificial, que se realiza en la industria. También someter datos o materiales a una serie de operaciones programadas.

¿Qué es la Tecnología?

- Es un conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

- ¿Qué es la técnica?

Es el conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte. También pericia o habilidad para usar de esos procedimientos y recursos.

- ¿Qué es el método?

Es el modo de decir o hacer con orden, de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa.

Entonces:

- ¿Qué es un proceso industrial?

Un proceso industrial es un conjunto de instrumentos, recursos y procedimientos ordenados, que se ejecutan en la industria, con el objetivo de transformar materias primas en semi productos o éstos en productos industriales.

En el proceso industrial intervienen varios elementos:

1.- Las materias primas; que son de origen natural y pueden ser: vegetales (frutas, algodón, madera, corcho...), animales (carne, lana, seda, cuero...) o minerales (hierro, plata, plomo...).

2.- Las fuentes de energía; que tienen la capacidad de producir movimiento, luz y calor. Estas pueden ser no renovables (carbón, petróleo, uranio) o renovables (energía solar, eólica, hidráulica).

3.- La mano de obra; que está especializada, pues en las fábricas se ha implantado la división del trabajo y el trabajo en cadena: cada persona se encarga de una tarea específica dentro del proceso de fabricación del producto.

4.- El capital; que es el dinero que se necesita para construir las fábricas y cubrir todos los costos industriales (compra, mantenimiento, mejora de la maquinaria, salarios etc.).

El resultado de este proceso industrial se denomina:

- Semi producto o producto semi elaborado: Es aquel que necesita una segunda transformación para su uso definitivo. Ej.: Chapas de acero para la fabricación de un ómnibus.

- Producto o producto elaborado: Es aquel objeto transformado y dispuesto para ser utilizado definitivamente. Ej.: Un ómnibus.

Debe destacarse que desde el punto de vista del productor de chapas, ésta es su producto elaborado; mientras que para el productor de ómnibus, la chapa es un semi producto.

¿Qué es la industria?

La industria es la entidad económica encargada de transformar los productos naturales (materias primas) en otros elaborados de forma artificial mediante procesos industriales.

- Clasificación de los Procesos Industriales Generadores de Formas.

- Modelado
- Moldeado
- Corte
- Conformado
- Ensamblaje
- Acabado Superficial

Los procesos tecnológicos son consecuencia en principio de las distintas propiedades de los materiales, que lo hacen posible.

1.- Modelado.

El Modelado es un proceso en el cual la forma va surgiendo espontáneamente, sin necesidad de la presencia de un molde, resultando piezas que no son idénticas, sino solo parecidas. No se considera un proceso industrial, aunque por él se realicen producciones en las cuales el requerimiento de precisión formal y dimensional no sea determinante.

Para realizar el Modelado, será necesario - dependiendo del material y del proceso - modificar o no el estado físico de éste.

La forma en el modelado es tridimensional, pudiendo ser compacta o sólida, con resaltos o relieves que se introducen en el medio que la rodean o con depresiones para que este propio medio se introduzca en ella.

Puede ser lineal, continua o articulada, hueca, de volumen en revolución y puede requerir o no de superficies o formas de transición entre diferentes planos y volúmenes.

- Clasificación del Modelado:

- Escultura.
- Talla.
- Modelado.
- Construcción

Se esculpe la piedra, se talla la madera, se modela la cerámica y se realizan construcciones a partir de varios materiales e incorporando mecanismos, luces y sonidos entre otros.

- Escultura - Talla.

En los procesos de esculpido de la piedra y tallado de la madera no se modifica el estado físico del material, sino que se realiza debido a las propiedades de alta dureza y resistencia que poseen éstos y a la ausencia de otras propiedades como la plasticidad y flexibilidad que harían totalmente imposible su realización. Para ello deberán aplicarse operaciones de corte con arranque de virutas, desbaste, pulido, pegado y pintado de la superficie o los procesos que se requiera.

Se pueden esculpir o tallar también otros materiales que tengan las propiedades y estructuras adecuadas como metales, plásticos, vidrio, cerámica y el hormigón entre otros.

Fig. 1: Escultura.¹⁷
Gutzon Borglun.
Monte Rushmore.
Dakota del Sur.
EE.UU.



- Modelado.

El proceso de modelado podrá realizarse debido a la propiedad de plasticidad del material, para lo cual se modificará el estado físico de éste de manera que pueda estirarse o comprimirse, ajustándose así a la forma que se desea. Se modelan fundamentalmente las pastas cerámica y algunos plásticos compuestos que tengan la estructura adecuada.

Fig. 2: Modelado a mano.¹⁷
Figura femenina modelada
en terracota.
Taxila 2000 – 3000 AC.
Victoria and Albert Museum.
Londres.



- Construcción, instalación o performance.

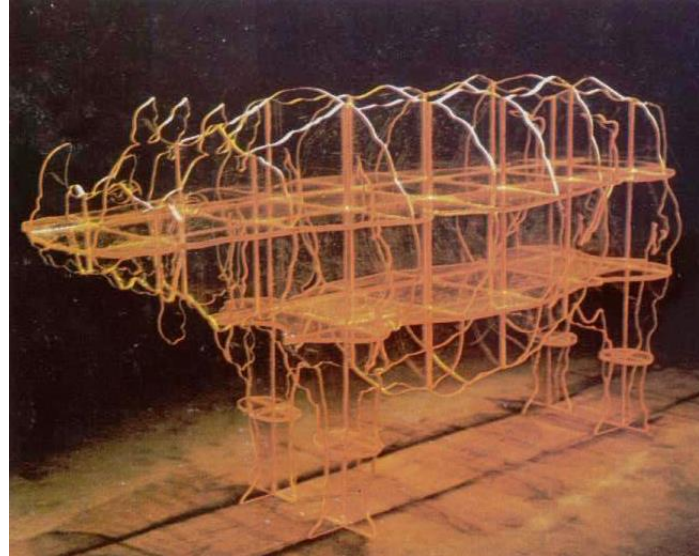
La construcción, instalación o performance se realiza a partir de la integración de los procesos anteriores y diferentes materiales según el caso, con la característica que se le adicionan además efectos especiales como luces, sonidos, movimientos etc.

Fig. 3: Performance.¹⁷

Rinoceronte.

Gino Marota.

Plásticos varios.



2.- Moldeado.

El Moldeado es un proceso industrial ampliamente utilizado para generar formas volumétricas, complejas e idénticas, siendo necesario para ello modificar el estado físico del material (sólido - plástico muy avanzado - líquido) para poder realizarlo.

- Clasificación del Moldeado

- Atmosférico.
- A Presión.
- Centrífugo.

Durante el proceso de moldeado el material con el estado físico adecuado según la variante del proceso, no se estira, comprime o rompe, sino que la alta capacidad de fluidez con que cuenta le permite escurrirse dentro del molde y copiar la forma interior de éste por compleja que sea.

El moldeado atmosférico es aquel en que el material en estado líquido se vierte dentro del molde a presión atmosférica o presión normal.

En el moldeado a presión el material en estado plástico avanzado entra al molde por la presión que le ejerce una prensa o maquina inyectora especializada.

El moldeado centrífugo se caracteriza porque el material en estado líquido o plástico avanzado dentro del molde es disparado contra las paredes de éste debido a la fuerza centrífuga que se genera por la rotación del molde respecto a su eje, quedando las piezas huecas.

El proceso de moldeado requiere de la fabricación de un modelo copia, a partir del cual se elaborará un molde, que es a su vez contenedor de la forma y además quien la genera en la pieza, según la Capacidad de Fluencia o Fluidez del material dentro del molde, por lo que las piezas se consideran iguales o idénticas.

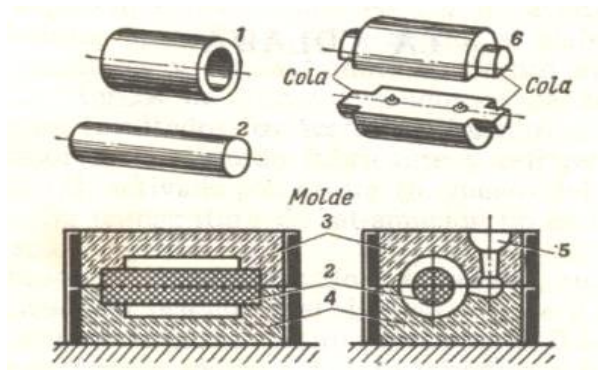


Fig. 93. Elementos fundamentales del molde

Fig.4.- Elementos fundamentales en un molde de arena. Moldeo atmosférico.¹⁶

1. Pieza que se desea producir.
2. Macho.
3. Semi molde superior.
4. Semi molde inferior.
5. Sistema de alimentación.
6. Modelo.

La forma en el Moldeado es tridimensional, pudiendo ser compacta, continua o articulada, sólida o hueca, prismática o de volumen en revolución, requiriendo de superficies de transición entre diferentes planos y volúmenes.

Se moldean todos aquellos materiales que tengan entre sus características una alta plasticidad, como son los metales, la cerámica, los plásticos, el vidrio y el hormigón entre otros.



Cámara Submarina.



Printer Polaroid.

Fig. 5 y 6: Moldeado de los plásticos por Inyección.

3.- Corte.

El Corte es un proceso industrial altamente difundido que genera formas planas y volumétricas, no requiere de la modificación del estado físico del material y no requiere de molde, aunque en ocasiones se utilice una plantilla o algún dispositivo especial para copiar la forma requerida.

- Clasificación del Corte.

- Corte Preliminar.
- Corte Definitivo.

Para realizar el proceso debe superarse el σ de Rotura del material, produciéndose la rotura o corte, regularmente en una línea o zona fina del material, sin que se genere estiramiento.

En el caso del Corte por Arranque de Virutas, el concepto es el mismo, con la diferencia de que el proceso deja como resultado desechos o virutas que lo caracterizan.

La forma en el Corte puede ser bidimensional o tridimensional, continua o articulada, hueca, prismática, de volumen en revolución o perfilada muy compleja, con o sin superficie de transición entre planos y volúmenes y en cualquiera de los casos se caracteriza por alcanzar una alta precisión formal y dimensional.

Se cortan todos aquellos materiales que se caractericen por una dureza determinada como los plásticos, la madera, los metales, la cerámica, el cartón etc.

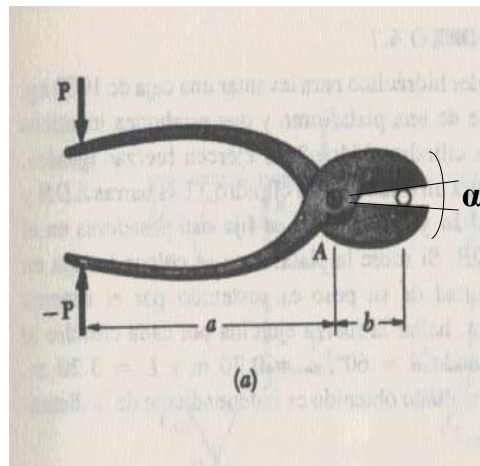


Fig. 7. El Corte se realiza por una línea fina, auxiliándonos del Angulo de Corte α que permite disminuir los esfuerzos al realizarse éste puntual y progresivamente.⁹

4.- Conformado.

El conformado es un proceso industrial que genera formas bidimensionales y tridimensionales, requiriéndose en la mayoría de los casos la modificación del estado físico o de la estructura del material.

- Clasificación del Conformado.

- Conformado en frío.
- Conformado en caliente.

Para lograr el proceso debe superarse el σ Límite de Fluencia, produciéndose la deformación por estiramiento o compresión del material, sin que ocurra la rotura. Puede requerir o no de un molde - que puede tener diferentes denominaciones dependiendo del proceso en cuestión - que será el encargado de generar la forma de la pieza, resultando éstas idénticas.

La Forma en el conformado puede ser bidimensional o tridimensional, compacta, continua, articulada, cerrada, abierta evolvente, hueca, prismática, de volumen en revolución o perfilada, llegando alcanzar - según el método aplicado- una alta precisión formal y dimensional.

Se conforman todos aquellos materiales que tengan determinada plasticidad como algunas maderas, los plásticos, el cartón, los metales, la cerámica etc.



Fig. 8.- Silla conformada mediante la superposición de finas láminas de madera, pegadas y prensadas para que tomen la forma de un molde para conformar.

5.- Ensamblaje.

El Ensamblaje es un proceso industrial considerado como final, por cuanto consiste en la agrupación mediante uniones, de varias piezas o subconjuntos terminados, para formar un nuevo conjunto o producto diferente.

Se pueden unir prácticamente todos los materiales, sean iguales o diferentes, teniendo en cuenta la forma primaria de los elementos, los esfuerzos actuantes etc.

La forma en el ensamblaje está predeterminada, por cuanto es la solución final del producto, que puede estar condicionada, y de hecho lo está, en mayor o menor medida por los procesos de fabricación de sus componentes, por los materiales seleccionados etc. pero que al final solo estará determinada por sus Factores Expresivos, los que a su vez se comunican a través de la coherencia, la cohesión, el equilibrio, la limpieza etc.

Fig. 9: Ensamble. Ensamble de un grupo de piezas diferentes mediante Caja y Espiga, Pegamento Cola etc., para obtener un nuevo producto. Obsérvese que las piezas comienzan o terminan en las uniones o ligaduras, rompiéndose parcialmente la continuidad entre los diferentes elementos.



6.- Acabado superficial.

Parte importante en la tarea de diseño es la decisión del Acabado Superficial que debe llevar el producto, por cuanto éste enfatiza determinadas zonas, sugiriendo funciones, uso etc. con un lenguaje particular.

- Clasificación del Acabado Superficial.

- Textura.
- Color.
- Textura – Color.

- Textura:

Se refiere cuando el acabado de la superficie va dirigido hacia la Rugosidad Superficial del elemento, debido a determinados requisitos funcionales, de uso etc.

Ej.: Ensamble de piezas, superficies de agarre etc.

- Color:

Como su nombre lo indica se refiere únicamente al color final, y éste puede tener como objetivo requisitos funcionales, de seguridad, estéticos etc.

Ej.: Zincado (anticorrosivo, plateado).

- Textura – Color:

Ambos conceptos se integran como objetivo final para dar respuesta a requisitos funcionales, estéticos etc.



Fig. 10.- Utilización del color y de la textura como función.

Negro: Soportar.

Amarillo: Contener

Amarillo – Negro con textura vasta: Asir.

Los Procesos Tecnológicos de Transformación como elemento de generación de la Forma en los Materiales.

Los Procesos de Transformación de los materiales están directamente ligados, son consecuencia, de aquellas propiedades que caracterizan los materiales y por consiguiente con el comportamiento de éstos en condiciones determinadas. Esto hace que todos los materiales no puedan ser elaborados de la misma forma o por un mismo proceso de transformación, debido a su propia naturaleza y a que cada uno de ellos, materiales y procesos de transformación, tienen sus propios códigos formales y son capaces de tomar o generar una forma determinada sin romperse y de mantenerla.

Debemos considerar también por lo menos uno de los Indicadores de Variables establecidos, la Serie de Producción, por cuanto está irreversiblemente presente y condiciona cada decisión, desde el proyecto hasta

la producción, y se integra definitivamente con la naturaleza de los materiales y los procesos de transformación.

Cuando la Serie de Producción es pequeña, la forma del producto debe ser simple, capaz de producirse por procesos tecnológicos básicos (moldeo atmosférico, conformado simple y máquinas herramientas universales) por cuanto los resultados de las ventas no hacen rentables el diseño y la fabricación de dispositivos especiales.

Cuando la Serie de Producción crece y se hace mediana o grande, la forma puede ser más elaborada y compleja y la gama de materiales a utilizar se amplía respectivamente, por cuanto los resultados de las ventas hacen posible el diseño y construcción de dispositivos especiales y tecnologías de avanzada, que avalan la calidad e intercambiabilidad de los elementos componentes y de su ensamblaje posterior.

Para el desarrollo de este concepto vamos apoyarnos en la Tabla 3.

Relación Proceso-Concepto-Material.

Denominación del Proceso.	Concepto.	Material.	Propiedad.	Proceso de transformación.
Modelado.	Estirar o comprimir.	Cerámica, plástico.	Plasticidad.	Modelado a mano o en torno alfarero.
Moldeado.	Fluidez.	Cerámica, plásticos, metales etc.	Plasticidad.	Moldeado atmosférico, a presión o centrífugo.
Corte.	Romper.	Cerámica, metales, plásticos madera etc.	Dureza.	Corte en cizallas, troqueles, sierras, torneado, fresado etc.
Conformado.	Estirar o comprimir.	Cerámica, metales, plásticos, madera etc.	Plasticidad.	Doblado, laminado, extrusado, forjado etc.
Ensamble.	Unir.	Cerámica, metales, plásticos, madera etc.	Elasticidad, resistencia.	Uniones atornilladas, soldadas, pegadas, de forma etc.
Acabado Superficial.	Cortar e imprimir.	Cerámica, metales, plásticos, madera etc.	Dureza, absorción.	Bruñido, cromado, plasticado, pintado etc.

Tabla 4. Relación Proceso – Concepto – Material.

- El Modelado.

El Modelado no es un proceso industrial propiamente, por cuanto no es capaz de generar piezas iguales en dimensiones y forma, sino solo parecidas. No obstante se producen lotes de piezas en las cuales estas dos características no son determinantes.

Ej.: Recipientes para sembrar plantas.

La Forma en el Modelado es volumétrica, continua o articulada, prismática o de volumen en revolución y puede requerir o no de superficies de transición entre diferentes planos y volúmenes.

El Modelado se puede realizar en aquellos materiales en los cuales la Plasticidad sea determinante y la forma, que va surgiendo de manera espontánea porque no utiliza moldes, se produce por el estiramiento o la compresión del material.

La Cerámica es su exponente por excelencia, aunque existen otros materiales como el hormigón, la cera y algunas resinas epóxicas entre otros que pueden ser modeladas.

Proceso	Concepto	Material	Serie de Producción	Operación	Forma.	Aplicación industrial.
Modelado.	Estirar o comprimir	Cerámica.	Lote*	A mano. En torno alfarero.	Volumétrica compleja, de volumen en revolución.	Esculturas, contenedores.

Tabla 5. Relación Modelado-Cerámica- Operación.

*Nota: El Modelado se realiza por número de piezas, no precisamente por Serie de Producción.

- El Moldeado.

El Moldeado es un proceso altamente difundido en la industria con diferentes conceptos y variantes tecnológicas, que se fundamenta en la capacidad de fluir o escurrirse el material en estado líquido o plástico muy avanzado, dentro de un molde contenedor de la forma y copiarla.

La Forma en el Moldeado es tridimensional, sólida o hueca, prismática o de volumen en revolución, requiriendo de superficies de transición entre diferentes planos y volúmenes, llegando a alcanzar, según el método aplicado, una alta precisión formal y dimensional.

Los materiales utilizados en este proceso son aquellos que en determinadas condiciones tengan un comportamiento altamente plástico y puedan copiar la forma deseada sin el deterioro de su estructura interna, como son la cerámica, los plásticos, los metales, el hormigón y el vidrio entre otros.

Proceso	Concepto	Material	Serie de producción	Operación	Forma	Aplicación industrial.
Moldeado	Fluir.	Cerámica	Pequeña, mediana y grande.	Atmosférica Colado-Vaciado. Moldes de yeso.	Volumétrica compleja y hueca	Vajillas, muebles sanitarios, aislantes eléctricos.
		Plásticos	Pequeña y mediana.	Atmosférica	Volumétrica y compleja	Protector para embalaje, colchones etc.

	Grande y masiva.	Centrífuga. (rotomoldeo) y a presión.	Volumétrica, compleja y de volumen en revolución. Alta precisión de forma y dimensión.	Juguetes, tanques para líquidos, piezas para la industria etc.
Aleaciones Ferrosas y No Ferrosas.	Pequeña.	Atmosférica Molde de arena o refractario.	Volumétrica compleja.	Piezas para reparación y mantenimiento industrial.
	Mediana.	Atmosférica y centrífuga. Molde de arena o refractario.	Volumétrica compleja, de volumen en revolución.	Piezas de repuesto. Soportes, palancas, bridas etc.
	Grande.	Atmosférica, centrífuga y a presión. Moldes de arena, refractarios y metálicos	Volumétrica compleja, de volumen en revolución.	Piezas para ensamble y de repuesto Soportes, palancas, bridas, electodómesticos etc.

Tabla 6. Relación Moldeado - Cerámica, Plásticos, Aleaciones Metálicas - Operación.

- El Corte.

El Corte es un proceso industrial altamente difundido, no requiere de la modificación del estado físico del material y no requiere de molde, aunque en ocasiones se utilice una plantilla o algún dispositivo especial para copiar la forma requerida.

Para realizar el proceso debe superarse el σ de Rotura del material, produciéndose la rotura o corte, regularmente en una línea o zona fina del material, sin que se genere estiramiento. En el caso del Corte por Arranque de Virutas, el concepto es el mismo, con la diferencia de que el proceso deja como resultado desechos o virutas que lo caracterizan.

El Corte genera formas planas y volumétricas, macizas o huecas, prismáticas, de volumen en revolución o perfiladas muy compleja y en cualquiera de los casos se caracteriza por alcanzar una alta precisión formal y dimensional, con o sin superficie de transición entre planos y volúmenes

Se cortan todos aquellos materiales que se caractericen por una dureza determinada, que no permita el estiramiento o la compresión, como los plásticos, la madera, los metales, la cerámica, el cartón etc.

Proceso.	Concepto.	Material.	Serie de producción.	Operación.	Forma.	Aplicación Industrial.
Corte	Romper	Madera	Pequeñas, medianas y grandes.	Serrado, cepillado, fresado, torneado, taladrado, lijado etc.	Plana y volumétrica, prismática, continua o articulada, de volumen en revolución etc.	Molduras, mobiliario, elementos industriales y decorativos de diferentes usos.
		Plásticos.	Pequeñas y medianas.	Serrado, resistencia eléctrica, torneado, fresado etc.	Planas y volumétricas, prismática, continua o articulada, de volumen en revolución, huecas etc.	Mobiliario, piezas para electrodomésticos, autos e industria general. Bisutería.
			Grandes	Dispositivos especiales.	Planas y volumétricas complejas.	Piezas para electrodomésticos, autos e industria.
		Cerámica	Pequeñas y medianas.	Corte con hilo.	Volumétrica, de volumen en revolución.	Todos los productos extrusados.
			Grandes.	Serrar.	Plana, prismática.	Lozas, baldosas, azulejos etc.
Aleaciones Ferrosas y No Ferrosas.	Pequeña.	Cizallas, sierra sinfín, torneado, fresado, taladrado. Máquinas universales. Corte con gases.	Plana, volumétrica, prismática, de curvas amplias, perfiladas, de volumen en revolución, muy compleja.	Corte de chapas. Por arranque de virutas, con alta precisión de forma y dimensiones. Partes y piezas para		

			reparación y mantenimiento. Ejes, acoplamientos, bujes etc.
Mediana.	Cizallas, sierra sinfín torneado, frezado, taladrado. Dispositivos de corte sencillos. Máquinas semi automáticas. Corte con gases y plasma.	Plana y volumétrica, prismática, de curvas medianamente cerradas, perfiladas, de volumen en revolución, muy compleja. Alta precisión de forma y dimensiones.	Corte de chapas. Por arranque de virutas, Partes y piezas para reparaciones. Ejes, árboles, acoplamientos, bujes, tornillos, tuercas etc. Intercambiabilidad.
Grandes y masivas.	Dispositivos especiales de corte. Maquinas de mando numérico. Corte con gases, plasma y láser.	Plana y volumétrica muy compleja, prismática, perfilada, de volumen en revolución. Alta precisión de forma y dimensiones.	Corte de chapas y por arranque de virutas. Todo tipo de partes y piezas para ensamblar y reparar. Ejes, árboles, acoplamientos, bujes. Tornillos, etc. Intercambiabilidad.

Tabla 7. Relación Corte - Madera, Plásticos, Cerámica y Aleaciones metálicas - Operación.

- El Conformado.

Durante el Conformado debe superarse el σ Límite de Fluencia, produciéndose la deformación por estiramiento o compresión del material, sin que ocurra la rotura. Se puede realizar con máquinas universales en series pequeñas o medianas o mediante dispositivos especiales para series grandes y masivas, que pueden tener diferentes denominaciones dependiendo del proceso en cuestión, que será el encargado de generar la forma de la pieza, resultando éstas idénticas.

La Forma en el conformado es tridimensional, compacta, continua o articulada, cerrada, abierta evolvente, hueca, prismática, de volumen en revolución o perfilada, llegando alcanzar, según el método aplicado, una alta precisión formal y dimensional.

Se Conforman la madera, los plásticos, el cartón, los metales, la cerámica, el vidrio etc.

Proceso	Concepto	Material	Serie de producción	Operación	Forma	Observaciones
Conformado.	Estirar o comprimir	Madera	Medianas y grandes.	Serrado, pegado, curvado y prensado.	Volumétrica evolvente abierta o cerrada, continua etc.	Instrumentos musicales, mobiliario.
		Plásticos.	Pequeñas y medianas.	Termoconformado. Prensado. Moldes de madera.	Volumétrica evolvente abierta o cerrada.	Anuncios lumínicos, juguetes y artículos domésticos
			Grandes	Termoconformado, extrusado. Moldes metálicos.	Volumétrica compleja, continua o articulada, evolvente.	Envases para alimentos, manijas, electrodomésticos.
		Cerámica	Pequeñas y medianas.	Laminado, torno terraja.	Plana, volumétrica, de volumen en revolución, hueca.	Material en estado plástico. Vajillas, repuestos industriales
			Grandes.	Extrusado, prensado.	Plana, volumétrica compleja, continua, articulada, hueca.	Material en estado plástico. Ladrillos, celosías, baldosas.
Aleaciones Ferrosas y No	Pequeña.	Doblado, curvado, rolado.	Volumétrica perfilada, evolvente	Piezas para reparación, Perfiles		

	Ferrosas.	Máquinas universales.	abierta o cerrada.	cilindros.
	Mediana.	Doblado, curvado, rolado. Máquinas universales. Dispositivos sencillos.	Volumétrica perfilada, evolvente abierta o cerrada.	Piezas para ensamble y reparación industrial. Perfiles complejos.
	Grande o masiva.	Laminado, extrusado, estampado, estirado.	Volumétrica compleja, perfilada, evolvente abierta o cerrada.	Perfilería, partes y piezas para la industria general.

Tabla 8. Relación Conformado - Madera, Plásticos, Cerámica, Aleaciones Metálicas - Operación.

- Ensamble.

El Ensamble o Ensamblaje es un proceso industrial considerado como final, por cuanto consiste en la agrupación mediante uniones, de varias piezas o subconjuntos terminados, para formar un nuevo conjunto o producto diferente.

La forma en el ensamblaje está predeterminada, por cuanto es la solución final del producto, estando condicionada en mayor o menor medida por los materiales seleccionados, por los procesos de fabricación de sus componentes, por la serie de producción etc. pero que al final solo estará determinada por sus Factores Expresivos.

Se pueden unir prácticamente todos los materiales, sean iguales o diferentes, teniendo en cuenta la forma primaria de los elementos, el material de que está fabricado y los esfuerzos actuantes entre otros.

Proceso.	Concepto.	Material.	Serie de producción.	Operación.	Forma.	Aplicación Industrial.
Ensamble.	Unir	Madera	Pequeñas, medianas y grandes.	Madera con adhesivo, con elementos plásticos o metálicos etc.	Volumétrica, evolvente abierta o cerrada, articulada.	Mobiliario, instrumentos musicales etc.
		Plásticos.	Pequeñas y	De forma,	Volumétrica,	Envases,

	medianas.	pegadas, roscadas.	evolvente abierta o cerrada.	juguetes, articulos domesticos
	Grandes y masivas.	De forma, pegadas, roscadas.	Volumétrica, complejas, cerradas, abiertas, articuladas.	Envases, juguetes, articulos domesticos industriales
Cerámica	Pequeñas y medianas.	Pegadas, de formas, atornilladas.	Plana, volumétrica compleja.	Vajillas, luminarias, muebles sanitarios.
	Grandes.	Pegadas, de formas.	Plana, volumétrica compleja.	Material en estado plástico o cocido. Muebles sanitarios etc.
Aleaciones Ferrosas y No Ferrosas.	Pequeñas.	Roscadas, roblonadas, soldadas, de forma, pegadas, prensada. Máquinas universales.	Volumétrica compleja, abierta, cerrada, continua etc.	Piezas para mantenimie nto y reparación general.
	Medianas.	Roscadas, roblonadas, soldadas, de forma, pegadas, prensada. Máquinas semiautomá tica.	Volumétrica compleja, abierta, cerrada, continua etc.	Partes y piezas para ensamblar y repuesto para la industria.
	Grandes y masivas.	Roscadas, roblonadas, soldadas, de forma, pegadas,	Volumétrica compleja, abierta, cerrada, continua etc.	Productos industria les de todo tipo. Bisa gras, carro

	prensada. Máquinas automáticas.	cerías para autos, mobiliario etc.
--	---------------------------------------	---

Tabla 9. Relación Ensamble – Madera, Plásticos, Cerámica, Aleaciones Metálicas - Operación.

- El Acabado Superficial.

El Acabado Superficial no genera forma alguna porque es la forma en si, pero la enfatiza a través de la textura y el color, sugiriendo funciones o aplicaciones con un lenguaje particular.

La textura es un elemento básico de la forma, no es un elemento agregado, es la forma misma y como tal influye en su percepción. Se utiliza para enfatizar zonas de agarre o como resultado de la decisión de un ajuste determinado para ensamblar dos piezas, por solo nombrar algunos ejemplos.

El Color al igual que la textura no es un elemento agregado a la forma, es la forma misma, definiendo sus límites y por tanto su percepción. Se utiliza para hacer énfasis en la coherencia formal o para lograr una adecuada articulación de los diferentes elementos de un producto así como también para destacar determinadas condicionantes tecnológicas entre otros aspectos.

Todos los materiales son perceptibles de modificar su textura, mediante el trabajo de la trama en su superficie, o su color, mediante la aleación, la penetración de la superficie o el recubrimiento de ésta con materiales metálicos o no metálicos, según sean los requisitos. No debe olvidarse que también es posible y mucho más económico, utilizar la textura y el color natural del material, si buscamos y seleccionamos adecuadamente en sus propiedades físicas.

Proceso	Concepto	Material	Serie de producción	Operación	Forma	Observaciones
Acabado Superficial.	Textura	Madera	Pequeñas, medianas y grandes.	Textura de corte y lijado	Trama basta, media, fina y muy fina.	Mobiliario, instrumentos musicales.
	Color.		Pequeñas, medianas y grandes.	Color y vetado natural. Teñido, sellado, barnizado, pintado, lacado. Laminado de curativo.	Amplia gama de colores y vetado para todas las operaciones Imitación a otros materiales.	Mobiliario, partes para autos, elementos para cocinas y baños, juguetes, instrumentos musicales. etc.

Textura.	Plásticos.	Pequeñas, medianas, grandes y masivas.	Propia del proceso anterior.	Trama basta, media, fina y muy fina, con detalles sobre o bajo relieve. Imitación a otros materiales.	Partes para autos y maquinaria en general, enseres domésticos, juguetes etc.
Color.		Pequeñas, medianas, grandes y masivas.	Pintado, lacado, recubrimiento metálico.	Muy variado propio del material o de los recubrimientos metálicos o no metálicos. Imitación a otros materiales.	Envases para alimentos, juguetes, partes para autos y maquinaria industrial etc.
Textura	Cerámica	Pequeñas, medianas y grandes.	Propia del proceso anterior, lijado, pulido, tallado de detalles.	Trama basta, media, fina y muy fina, con sobre o bajo relieve.	Mobiliario, vajillas, muebles sanitarios, recubrimientos industriales.
Color.		Pequeñas, medianas y grandes.	Esmaltado.	Amplia gama de colores y veteado. Imitación a otros materiales	Mobiliario, vajillas, muebles sanitarios, recubrimientos industriales
Textura	Aleaciones Ferrosas y No Ferrosas	Pequeñas medianas y grandes.	Propia del proceso anterior, moleteado, rectificado, pulido, lapeado etc. Maquinas universales y	Trama basta, media, fina y muy fina, llegando a alcanzar brillo de espejo. Intercambiable.	Mobiliario, todo tipo de piezas para la industria, cilindros y bombas hidráulicas, camisas para motores

			automáticas.		etc.
	Color.	Pequeñas medianas y grandes.	Propio del material. Protección contra la corrosión y dureza. Cromizado, pavonado, dorado, pinturas de esmaltes cerámicos, sintéticos y lacas, plasticado.	Amplia gama de colores desde blanco hasta negro.	Mobiliario, bisagras, tiradores, piezas para autos, electrodo mésticos, bisutería, joyas etc.

Tabla 10. Acabado Superficial – Madera, Plásticos, Cerámica, Aleaciones Metálicas - Operación.

Conclusiones parciales.

Los materiales se convierten en producto a través de la forma y mediante los procesos de transformación. Esta estrecha interrelación se ve influenciada además por la cantidad de productos que se pretende realizar y se vincula directamente con las condiciones tecnológicas del productor, quiere esto decir, que todas las formas no se pueden producir con los mismos materiales ni a través de los mismos procesos de transformación, por cuanto tanto los materiales como los procesos de transformación tienen sus propios códigos formales, resultado de las propiedades físicas, químicas y mecánicas que rigen el comportamiento de los primeros y por consiguiente determinan el proceso de transformación adecuado, teniendo en cuenta si se producirán unas pocas piezas o se quiere disponer de centenares de ellas, lo que dependerá también de las posibilidades tecnológicas del cliente y de sus recursos financieros entre otros aspectos. Esto convierte la actividad de Diseño en un sistema de relaciones complejas, donde la Forma, una vez concebida, debe ser compatible con el material propuesto a través de los procesos de transformación adecuados y teniendo en cuenta su serie de producción. Cuando alguna de las tres variables no es compatible con la otra y además no se es consecuente con los Indicadores de Variables propuestos, principalmente la Serie de Producción, el diseño no se identifica con la realidad técnico- productiva y por consiguiente no es producible en el contexto industrial establecido.

De todo lo antes expuesto podemos entonces concluir de manera parcial lo siguiente:

1.- Cuando se diseña un producto industrial, surge una relación intrínseca entre la Forma, los Materiales y los Procesos de Transformación de manera que cuando se establece una de estas variables como independiente, se crea una dependencia relativa de las otras dos con respecto a la primera. Esa dependencia puede tener diferentes aristas, que pueden establecerse desde la Forma misma y el Costo de los materiales hasta la Serie de Producción, determinante en toda la tarea de diseño, por lo que es requisito indispensable poder, desde el primer momento, descifrar estas aristas para poder discernir con precisión la estrategia a seguir en el futuro.

2.- Para Pequeñas Serie de Producción:

- La forma debe ser sencilla, prismática, evolvente abierta, de volumen en revolución, maciza o hueca.
- Debemos considerar materiales como madera, perfiles plásticos y de metales ferrosos y no ferrosos, cerámica y algunas resinas plásticas reforzadas con fibra de vidrio.
- Debemos considerar procesos de transformación básicos como moldeo manual con resinas, moldeo a la Cera Perdida, corte y conformado con máquinas universales, uniones clásicas según el material, pinturas y acabados con recubrimientos no metálicos.

3.- Para Series de Producción Medianas:

- La forma podrá ser más orgánica, prismática o de volumen en revolución, continua o articulada, llegándose a alcanzar determinados requisitos de precisión e intercambiabilidad.
- Los materiales utilizables serán la madera, perfiles plásticos y de metales ferrosos y no ferrosos, cerámica y resinas plásticas reforzadas con fibra de vidrio.
- Los procesos de transformación podrán incluir el moldeo atmosférico en sus diferentes variantes, el corte y el conformado con máquinas universales y con algunos dispositivos sencillos, uniones clásicas y de forma según el material y acabados con recubrimientos metálicos y no metálicos. Podrá conseguirse algún nivel de automatización.

4.- Para Series Grandes y Masivas:

- La forma podrá ser trabajada con todos sus requisitos y atributos, pudiendo ser plana o volumétrica, perfilada compleja o de volumen en revolución, maciza o hueca, continua o articulada, alcanzando los más altos requisitos de dimensión y forma y por consiguiente de intercambiabilidad.
- Pueden utilizarse todos los materiales disponibles en el mercado, maderas, plásticos de todos tipos en perfiles o pellet, aleaciones ferrosas y no ferrosas en perfiles o palanquillas, cerámica y materiales compuestos de última generación.
- Los procesos de transformación podrán ser el moldeo, el corte, el conformado, el acabado superficial y el ensamblaje en todas y cualquiera de sus variantes, incluyendo dispositivos y máquinas especializadas, requiriéndose de un nivel mínimo de automatización.

Capítulo IV: La Forma, los Metales y sus Procesos de Transformación.

Formas Básicas para el Diseño. Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño. Relación entre la Forma, los Metales y sus Procesos de Transformación.

Síntesis.

En este capítulo se definirán las Formas Básicas para el Diseño así como las Transformaciones fundamentales. Se expondrán también los diferentes procesos industriales para fabricar los conceptos formales anteriores.

Formas Básicas para el Diseño.

Las Formas Básicas para el Diseño son aquellas que repetidas, combinadas y organizadas se contienen en si mismas y se convierten en producto a través de los Procesos de Transformación.

Para el desarrollo de este trabajo hemos definido tres Formas Básicas para el Diseño clasificadas en:

- Sólidos con Superficies Planas.
- Sólidos con Superficies Curvadas Parcialmente.
- Sólidos con Superficies Curvadas Totalmente.
-

Los Sólidos con Superficies Planas son aquellos formados solamente por superficies planas o rectas. Son ejemplos de ellas:

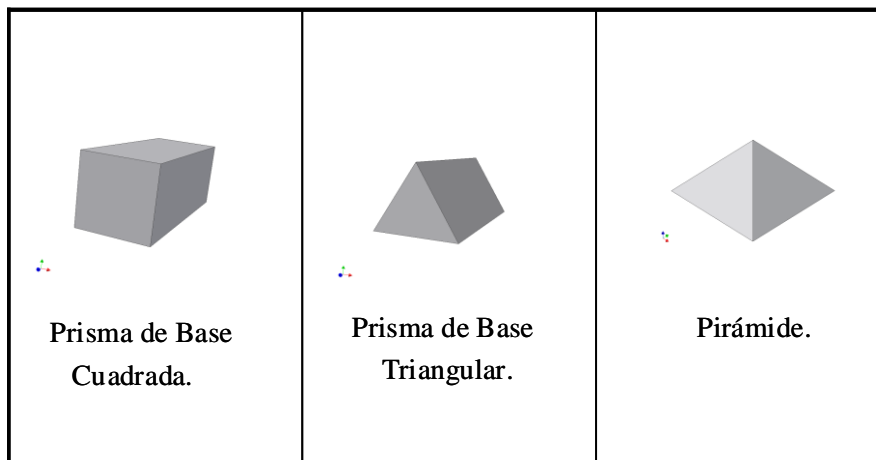


Fig. 1. Sólidos con Superficies Planas. (SSP)

Los Sólidos con Superficies Curvadas Parcialmente son aquellos formados por caras o superficies planas y curvas. Son ejemplos de ellas:

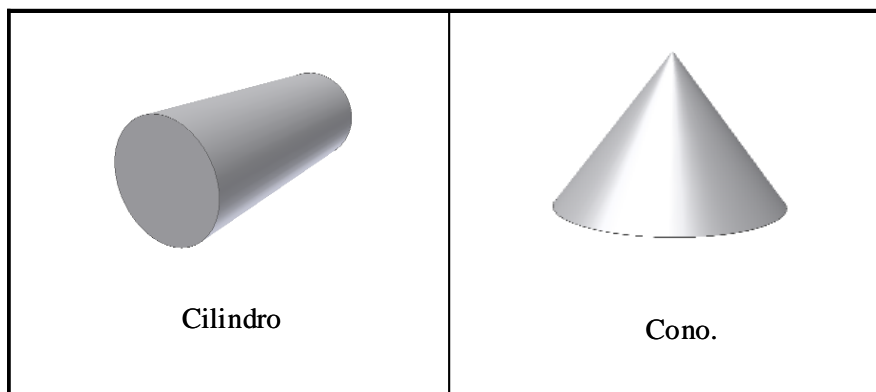


Fig. 2. Sólidos con Superficies Parcialmente Curvas. (SSCP)

Los Sólidos con Superficies Totalmente Curvas son aquellos que están formados solo por superficies curvas.

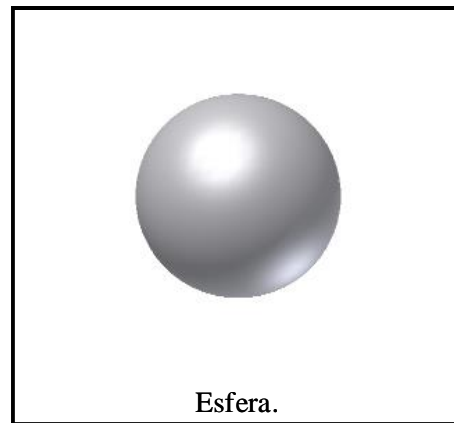


Fig. 3. Sólido con Superficie Totalmente Curva. (SSCT)

Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño.

Las Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño son modificaciones de las estructuras existentes para generar otras que guardan poca o ninguna relación con las de partida.

1.- Adición.

Son ejemplos de Adición:

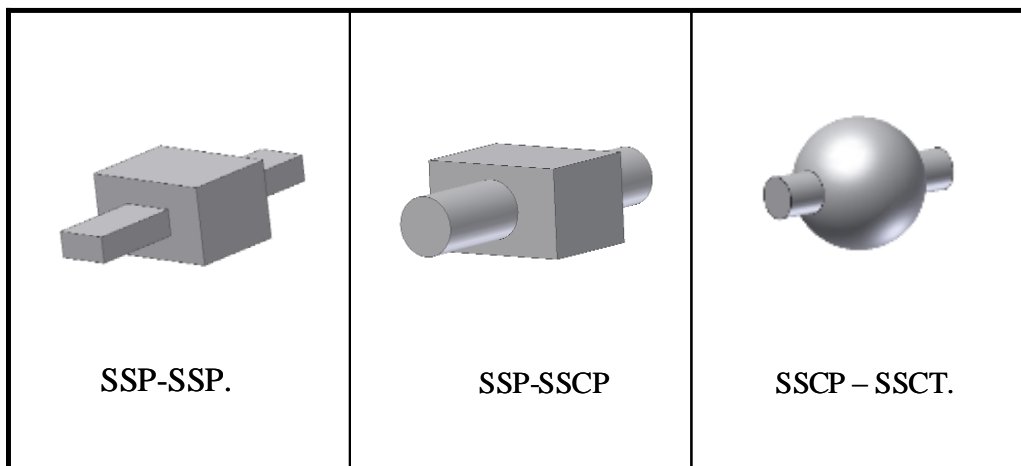


Fig. 4. Adición. Acople de nuevas partes o estructuras. Se asocia al Proceso de Ensamblaje.

2.- Substracción.

2.1.- Chanfle.

Son ejemplos de Chanfle:

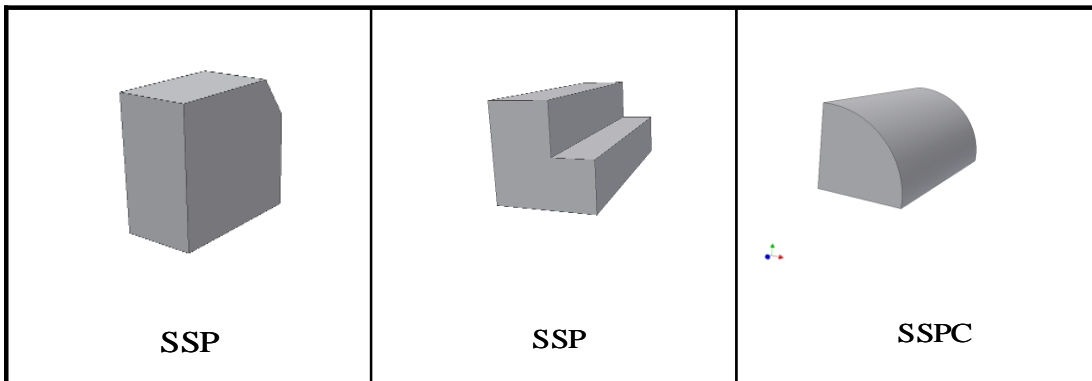


Fig. 5. Chanfle. Substracciones del borde. Se emplea para suavizar los tránsitos entre las superficies o las partes. Se asocia a los procesos de corte, moldeo, extrusado y forjado.

2.2.- Vaciado.

Son ejemplos de Vaciado:

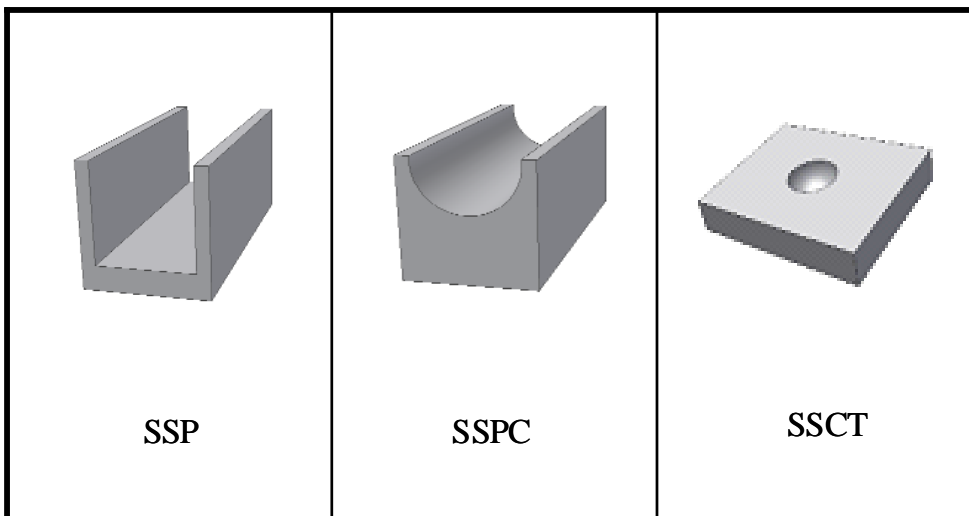


Fig. 6. Vaciado. Extracción de una parte de la estructura por Succión. Ángulo mayor o igual a 90° . Se asocia a los procesos de corte, moldeo, doblado y extrusado.

2.3.- Corte.

Son ejemplos de Corte:

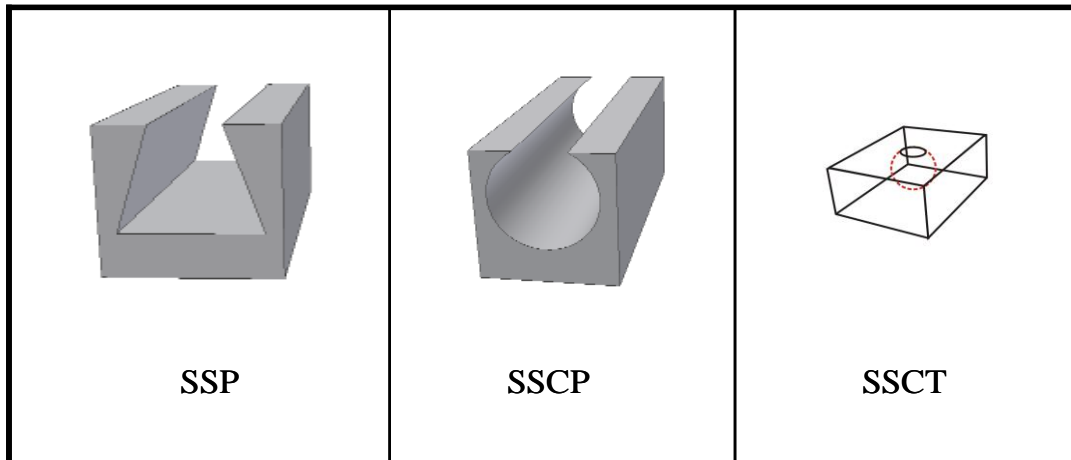


Fig. 7. Corte. Extracción de una parte de la estructura por Deslizamiento. Conserva el contacto con el exterior. Ángulo menor a 90° . Se asocia a los procesos de corte, moldeo y extrusado.

2.4.- Perforación.

Son ejemplos de Perforación:

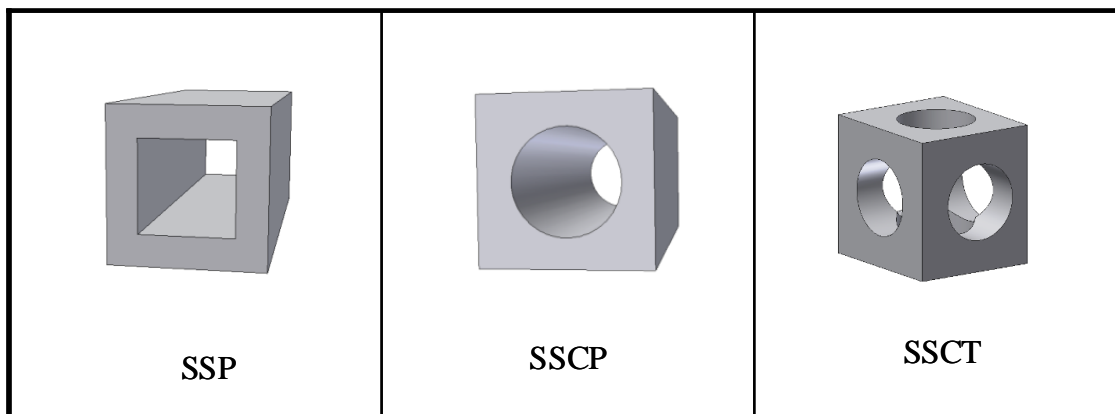


Fig. 8. Perforación. Extracción de una parte de la estructura por Deslizamiento. Solo conserva contacto con el exterior en las zonas por las que se realiza la extracción. Se asocia a los procesos de corte, moldeo, laminado y extrusado.

3.- Deformaciones.

3.1.- Compresión.

Son ejemplos de Compresión:

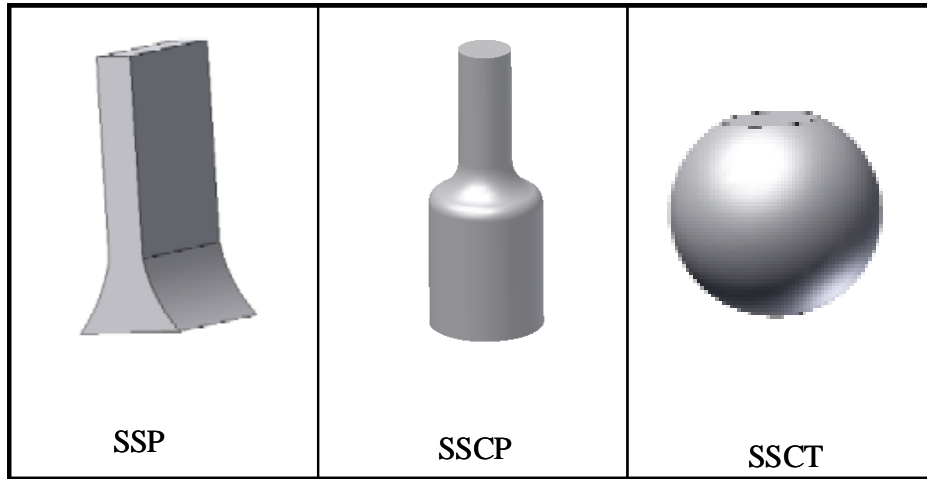


Fig. 9. Compresión. Se caracteriza por el acortamiento del eje comprimido y el ensanchamiento de la sección perpendicular. Se asocia a los procesos de corte, moldeo y forjado.

3.2.- Tracción.

Son ejemplos de Tracción:

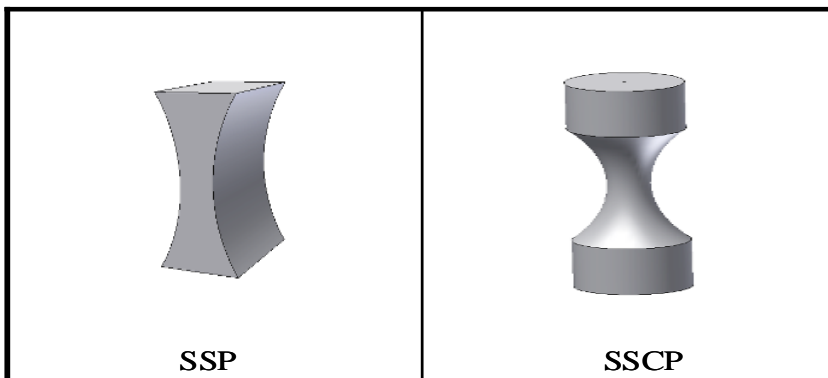


Fig.10. Tracción. Se caracteriza por una tendencia al incremento de la longitud y al estrechamiento de la sección perpendicular en una zona de la superficie. Se asocia a los procesos de corte, moldeo y forjado.

3.3.- Flexión.-

Son ejemplos de Flexión:

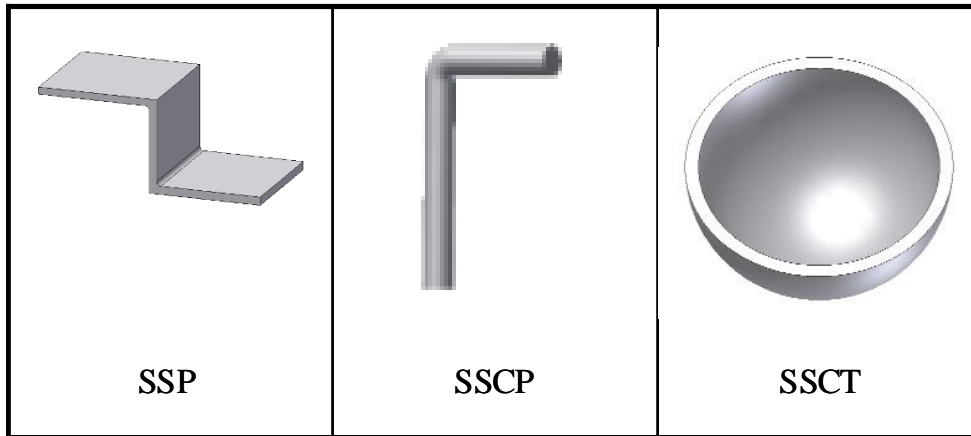


Fig. 11. Se combinan las dos deformaciones anteriores – tracción y compresión - buscando el cambio de la dirección principal. Se asocia a los procesos de doblado, moldeo y forjado.

3.4.- Torsión.

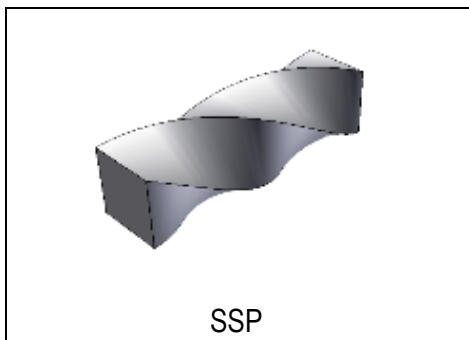


Fig. 12. Se hace girar el sólido alrededor de su eje geométrico caracterizándose por un aumento de la longitud de las superficies que lo componen, adoptando forma helicoidal y un acortamiento de la longitud del sólido en el sentido de su eje geométrico. Se asocia a los procesos de corte, moldeo y forjado.

Diseño de una pieza aplicando los conceptos de Formas Básicas y las Transformaciones.

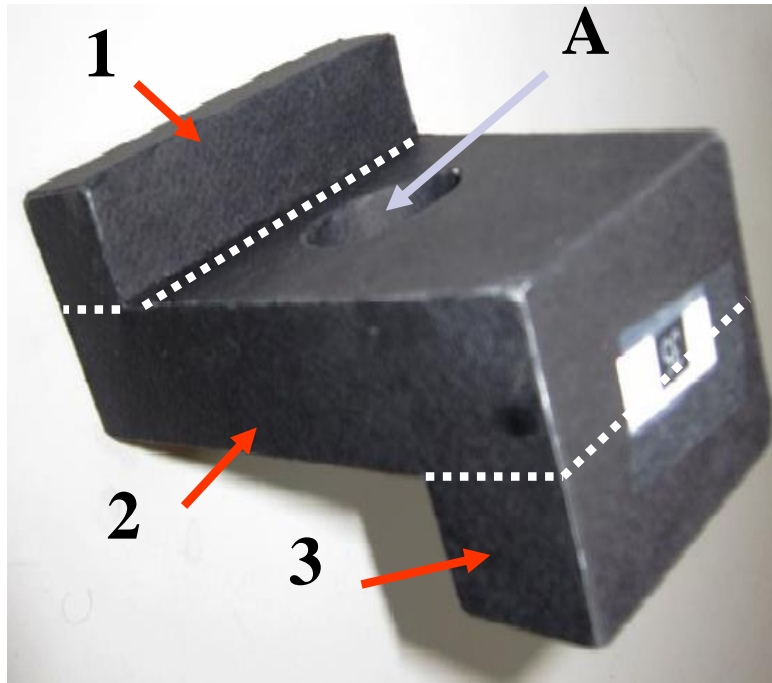


Fig. 14. Brida. Diseño conceptual.

Denominación: Brida.

Ejemplo 1.

A partir de los Sólidos con Superficie Plana (SSP) 1, 2 y 3, se realiza una Perforación A en el elemento 2 y posteriormente se utiliza la Adición para unir a 2, por las líneas de puntos, los elementos 1 y 3.

Ejemplo 2.

Considerando los Sólidos con Superficie Plana (SSP) 1, 2 y 3 como un solo elemento, se realiza la Perforación A y posteriormente se aplica una Deformación (flexión) en la zona de las líneas de punto buscando cambiar la dirección principal de los extremos del elemento primario.

La Forma, las Aleaciones Metálicas y los Procesos de Transformación.

Las Formas Básicas para el Diseño pueden ser fabricadas por diferentes Procesos de Transformación, que serán determinados según la Serie de Producción prevista.




Forma Básica. SSP.	Serie Pequeña. Proceso.	Serie Mediana. Proceso.	Serie Grande. Proceso.	Serie Masiva. Proceso.	Observaciones.
	*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Laminado, **Extrusado.	1
	*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Forjado. **Extrusado.	
	*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Forjado.	

Tabla 11. Procesos para elaborar las Formas Básicas para el Diseño según la Serie de Producción.

Nota:

1: Forma normalizada en el Proceso de Laminado de los aceros.

* Operación a partir de un perfil laminado.

** Solo para Aleaciones No Ferrosas.

SSP: Sólidos con Superficies Planas.

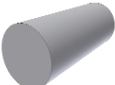

Forma Básica. SSCP.	Serie Pequeña. Proceso.	Serie Mediana. Proceso.	Serie Grande. Proceso.	Serie Masiva. Proceso.	Observaciones.
	*Corte: Torno.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Laminado, **extrusado.	1
	*Corte: Torno.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Forjado.	

Tabla 12. Procesos para elaborar las Formas Básicas para el Diseño según la Serie de Producción.

Nota:

1: Forma normalizada en el Proceso de Laminado de los aceros.

* Operación a partir de un perfil laminado.

** Solo para Aleaciones No Ferrosas.

SSCP: Sólido con Superficie Curvada Parcialmente


Forma Básica. SSCT.	Serie Pequeña. Proceso.	Serie Mediana. Proceso.	Serie Grande. Proceso.	Serie Masiva Proceso.	Observaciones.
	*Corte: Torno.	Moldeo: Arena, c. perdida.	Moldeo: Cáscara, coquilla.	Conformado: Forjado.	


Tabla N° 13. Procesos para elaborar las Formas Básicas para el Diseño según la Serie de Producción.

Nota:

* Operación a partir de un perfil laminado.

SSCT: Sólido con Superficie Curvada Totalmente.

De la misma manera las Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño pueden ser fabricadas por diferentes Procesos de Transformación, que serán determinados según la Serie de Producción prevista.

Transf. de las Formas Básicas	Forma Básica.	Serie Pequeña. Proceso.	Serie Mediana. Proceso.	Serie Grande. Proceso.	Serie Masiva. Proceso.	Observaciones.
Unión. SSP-SSP		*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla.	Forjado.	
SSP-SCP		*Corte: Fresadora, torno.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla.	Forjado.	
SSCP-SSCP		*Corte: Tomo.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla.	Forjado.	
Substracción. Charfle. SSP.		*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla.	Forjado.	
SSP		*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	

SSCP.		*Corte: Fresadora,	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	
Vaciado. SSP		*Corte: Fresadora, limadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	***Lamina do. ** Extru sado.	
SSCP		*Corte: Fresadora,	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	
SSCT		*Corte: Fresadora,	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	
Corte. SSP		*Corte: Fresadora, mortajado ra.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Coquilla	Forjado. *Extrusa do.	
SSCP		*Corte: Madrina dora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Coquilla	Forjado. *Extrusa do.	
SSCT:		-	Moldeo: Arena, c. perdida	-	-	****
Perfora ción. SSP		*Corte: Taladra dora, mor tajadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Coquilla	Forjado. ** Extrusa do.	
SSCP		*Corte: Taladra dora, man drinadora.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Coquilla	Forjado. ** Extrusa do.	
SSCT		-	Moldeo: Arena, c. perdida	-	-	
Deforma ciones. Compre sión. SSP		*Corte: Fresadora	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	
SSCP		*Corte: Tomo.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.	








SSCT		*Corte: Tomo.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.
Tracción SSP		*Corte: Fresadora	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.
SSCP		*Corte: Tomo	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla	Forjado.
Flexión. SSP		*Confor mado: Doblado simple.	Conformad o: Doblado simple.	Conformad o: Troquelad o.	Forjado.
SSCP		*Confor mado: Doblado simple.	Conformad o: Doblado simple.	Conformad o: Troquelad o	Forjado.
SSCT		*Confor mado: **Repulsa do.	Moldeo: Arena, c. perdida Conformad o: **Re pulsado.	Moldeo: Cáscara y coquilla. Conformad o: Embutido	Forjado.
Torsión.		*Confor mado: Torcido.	Moldeo: Arena, c. perdida	Moldeo: Cáscara y coquilla.	Forjado.

Figura 14. Procesos para elaborar las Transformaciones de las Formas Básicas para el Diseño según la Serie de Producción.

Nota:

* Operación a partir de un perfil laminado.

** Solo para Aleaciones No Ferrosas.

*** Forma normalizada en el Proceso de Laminado de los aceros.

**** También se puede elaborar mediante la utilización de varios procesos o fraccionándola.

El Acabado Superficial o Acabado de la Superficie.

La Textura de la superficie de una pieza o un producto cambia según los procesos utilizados para su elaboración. Así, una pieza obtenida por forja no presenta el mismo aspecto que una realizada a torno. Las superficies además tienen diferentes acabados porque cada una de ellas cumple una función determinada.

Clasificación de las superficies según su función:

- **Funcionales:** Son aquellas que han de estar en contacto fijo o deslizante con otras y que influyen en el buen funcionamiento del producto, por lo que requiere de un tratamiento especializado.
- **De Apoyo:** Son aquellas que se utilizan, como su nombre indica, para apoyar el producto y regularmente solo necesitan de una superficie desvastada y regular.
- **Libres:** No tienen ninguna función especial y son regularmente las que quedan al exterior del producto.

Denominación o Acabado de la Superficie. Textura.	Procedimiento de elaboración.	Aplicación.
Basta irregular.	Corte con gases, fundición y forja bastas.	Bastidores para equipos, soportes de tuberías, piezas para maquinaria agrícola y de la construcción de trabajo bruto etc.
Basta regular.	Corte con gases, fundición y forja con mejor acabado.	Soportes de todo tipo, piezas para maquinaria agrícola y de la construcción con funciones específicas.
Desvastada. Las marcas de la herramienta (trama) se aprecia al tacto y a simple vista.	Torneado, fresado, limado etc. con gran profundidad de corte y pequeña velocidad de corte y avance.	Todas las superficies de apoyo de ajustes fijos. También agujeros, avellanados etc.
Fina. Las marcas de la herramienta (trama) es ligeramente perceptible a tacto y se ven a simple vista.	Torneado, fresado, limado etc. con pequeña profundidad de corte y alta velocidad de corte y avance.	Superficies de apoyo ajustables, de referencia etc. en maquinaria y equipos industriales. Soportes, carros y dispositivos ajustables en general.
Muy Fina. Las marcas de la herramienta (trama) no son perceptibles al tacto ni se ven a simple vista.	Torneado y fresado de acabado final. Rectificado en general.	Superficies de deslizamiento, correderas. Equipos industriales de precisión y dispositivos especiales.
Superfina. Las marcas de la	Lapeado, bruñido y rectificado muy fino.	Superficies de excéntrica, guías de mesas de maquinas

herramienta (trama) no son perceptibles de ninguna forma natural.

herramientas, calibres, columnas etc.

Tabla 15. Clasificación de la Textura y su relación con los Procesos de Transformación y la aplicación industrial.

La orientación de la rugosidad o trama por su parte, debido al proceso de fabricación utilizado, puede ser:

- Paralela al eje longitudinal de la pieza. (=)
- Perpendicular al eje longitudinal de la pieza. (⊥)
- Cruzadas en direcciones oblicuas. (X)
- Multidireccional. (M)
- Aproximadamente circular con relación al centro de la superficie. (C)
- Aproximadamente radial con relación al centro de la superficie. (R)

La medición de la trama de la superficie o Rugosidad Superficial se hace con un Rugosímetro de apreciación de 1/1000 mm. Estas mediciones pueden estar entre valores de 100 y 0,025 milésimas de milímetros. También existen medios de comparación para los diferentes valores de Rugosidad Superficial.

El Color de la superficie puede ser el natural del material o puede ser aquel que, por determinadas necesidades – resistencia a la corrosión, al desgaste etc., se le otorga, mediante la saturación de la superficie con otro metal o el recubrimiento de ésta con materiales metálicos, no metálicos u óxidos.

Acabado Superficial. Color.	Concepto.	Objetivo.	Color	Aplicación.
Penetración superficial.	Saturar la superficie con otro elemento.	Modificar la composición química.	Variado.	Maquinaria para la industria en general.
Cementación	Carbono.	Obtener alta dureza y resistencia al desgaste.	Negro.	Piezas sometidas a esfuerzos externos y a fricción. Ej.: Árboles, casquillos etc.
Nitruración	Nitrógeno.	Obtener dureza y resistencia al desgaste y la corrosión.	Gris claro, casi blanco.	Piezas sometidas a esfuerzos externos y a la fricción en medios corrosivos. Ej.: Casquillos,

Cianuración	Nitrógeno y carbono.	Obtener dureza y resistencia al desgaste.	Gris medio.	engranes etc. Piezas sometidas a esfuerzos externos y a fricción. Ej.:Árboles, casquillos etc.
Recubrimientos por cementación.	Recubrimiento por difusión y oxidación con otros metales.	Proteger la superficie de agentes externos.	Variado.	Herramientas, mobiliario, maquinaria industrial.
Pavonado.	Sosa Cáutica y Nitrato de Potasio.	Resistencia a la corrosión y al medio ambiente.	Negro.	Armas de fuego, herramientas, tornillería etc.
Aliteración	Aluminio.	Obtener resistencia a los agentes químicos a altas temperaturas.	Gris claro.	Industria química y petroquímica. Tortillería, herrajes industriales en general.
Cromización	Cromo	Obtener dureza y resistencia al desgaste y la corrosión.	Gris claro plateado.	Industria química, de alimentos. Tortillería, herrajes industriales en general.
Silicación	Silicio	Resistencia a la corrosión a alta temperaturas.	Gris claro, casi blanco.	Industria química y petroquímica y de alimentos, piezas para barcos etc.
Anodizado. (Solo para aleaciones de aluminio)	Sellado de la superficie metálica con tinte.(Anilina)	Protector, decorativo.	Todos los colores.	Luminarias, artículos de uso doméstico, juguetes, herrajes industriales etc.
Recubrimiento metálico.	Recubrir la superficie metálica con otro metal	Proteger, aislar la superficie del medio ambiente.	Variado	Industria y decoración.
Niquelado.	Níquel	Anticorrosivo, decorativo.	Plateado mate.	Herramientas, electrodomésticos, autos, bisutería etc.
Cromado.	Cromo	Anticorrosivo, decorativo.	Plateado brillante.	Mobiliario, electrodomésticos, autos, bisutería etc.
Cobreado.	Cobre	Anticorrosivo, decorativo.	Dorado pardo oscuro.	Bisutería, luminarias.
Dorado.	Aleación con	Anticorrosivo,	Dorado	Bisutería, relojes,

Zincado.	oro. Zinc	decorativo. Anticorrosivo, decorativo.	amarillo claro Gris claro veteado.	luminarias. Tuberías de agua, mobiliario, herramientas.
Recubrimientos no metálicos.	Recubrir la superficie metálica con un no metal	Proteger, aislar la superficie del medio ambiente.	Variado	Industria y decoración
Barnices.	Base de aceite y disolventes volátiles.	Protector, decorativo.	Transparente, pigmentado	Decorativo final. Mobiliario, luminarias,
Pintura esmalte sintético	Base de aceite y disolventes volátiles.	Protector, decorativo.	Todos los colores.	Mobiliarios, eletrodomésticos, autos, luminarias.
Barnices y pinturas acrílicas y lacas. Esmalte cerámico	Base de elementos polimerizables. Recubrimiento cerámico.	Protector, decorativo. Protector, decorativo.	Todos los colores. Todos los colores.	Mobiliarios, eletrodomésticos, autos, luminarias. Mobiliario para cocinas y baños, aislantes e interruptores eléctricos etc.
Plasticado.	Recubrimiento con plástico. Principalmente resinas de PVC y Teflón.	Protector, decorativo.	Todos los colores.	Mobiliario, con ductores eléctricos, eletrodomésticos, autos, luminarias y juguetes.

Tabla 16. El Color como Acabado Superficial de los metales y su aplicación en productos industriales.

Capítulo V.- Metodología para la Selección de los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Trasmformación durante la tarea de diseño.

Introducción.

Estrategia FMP: Forma – Material – Proceso.

Estrategia MFP: Material – Forma – Proceso.

Estrategia PFM: Proceso - Forma – Material.

Estudio de Caso.

Síntesis:

En esta Capítulo se proponen las Estrategias FMP, MFP y PFM para evaluar y seleccionar los materiales y los procesos más adecuados para fabricar industrialmente la Variante Conceptual Seleccionada, teniendo en cuenta los diferentes requisitos impuestos por el cliente que tienen mayor incidencia en la producción industrial. Se proponen también las pautas para evaluar los Materiales y los Procesos y se hace una ejemplificación mediante un Estudio de Caso.

Metodología para Evaluar y Seleccionar los Materiales y los Procesos Tecnológicos de Transformación durante la tarea de diseño.

Introducción.

Cuando se diseña un producto regularmente se concibe como la Forma Volumétrica, contenedora de un número de posibles piezas de alguna manera ensambladas, con la excepción de que el producto esté compuesto por una sola pieza, mediante la adición, la sustracción y la integración de las Formas Básicas, a las que posteriormente se la aplican las Transformaciones conocidas.

La Forma Resultante o Variante Conceptual Seleccionada debe ser producida en algún material e industrialmente, por lo que se crea una relación intrínseca entre estas tres variables principales Forma - Material - Proceso que deben ser integradas con armonía como concepto para lograr materializar el producto diseñado.

Para esto se proponen las Estrategias FMP, MFP y PFM, concebidas con la posibilidad de establecer la Forma como Variable Independiente o parcialmente dependiente, según se establezca o no, un material o un proceso determinado para ser utilizado.

I.- Estrategia FMP (Forma – Material – Proceso)

La Estrategia FMP se concibe a partir del Diseño de la Variante Conceptual Seleccionada, considerando la Forma como la Variable Independiente y los posibles Materiales y Procesos como las Variables Parcialmente Dependientes de la Forma. Se aplica para evaluar y seleccionar los posibles materiales y procesos de transformación a partir de la caracterización de los primeros incluyendo su costo y teniendo en cuenta los requerimientos tecnológicos de la Forma, tratada como Variable Independiente.

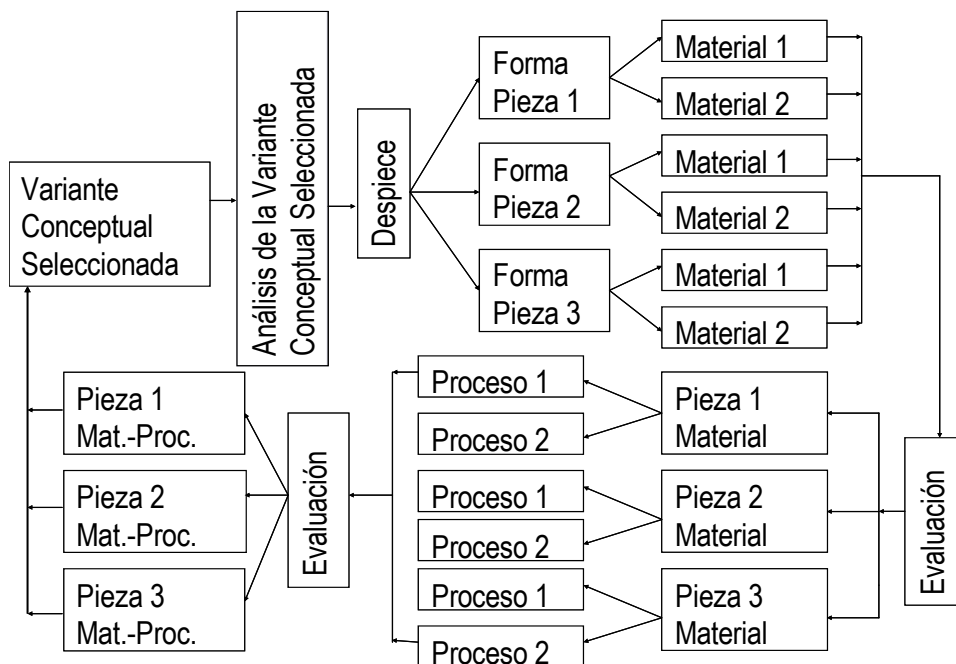


Figura 13: Diagrama Forma – Material – Proceso (FMP) para evaluar y seleccionar el Material y el Proceso a partir del Diseño de la Variante Conceptual Seleccionada, totalmente independiente.

La Estrategia FMP se aplica cuando el cliente no ha incluido requerimientos importantes acerca de los materiales y procesos a utilizar, por lo que la forma industrial puede concebirse a partir de las generales del Programa de Requisitos elaborado.

La Metodología para su aplicación es la siguiente:

1.- La Variante Conceptual Seleccionada.

La Metodología parte de la concepción de la Variante Conceptual Seleccionada, desarrollada a nivel de Anteproyecto, de manera que casi todas las posibles incógnitas estén esclarecidas y por consiguiente las futuras decisiones se tomen a partir de soluciones de diseño ya evaluadas.

2.- Análisis de la Variante Conceptual Seleccionada.

Luego que el diseñador ha desarrollado la Variante Conceptual Seleccionada, analizará en ella los diferentes elementos de que está compuesto el conjunto, teniendo en cuenta las uniones por él concebidas, que determinan el número y la forma final de cada una de las piezas que lo componen. Si el Conjunto Variante Conceptual Seleccionado estuviese formado por una sola pieza entonces se pasaría directamente al Bloque Forma Pieza 1.

3.- Despiece.

A partir de la Variante Conceptual Seleccionada se realiza el Despiece, del cual ya conocemos el número real de piezas del conjunto y estamos en condiciones para analizar las que serán objeto de fabricación y las que por su forma, material etc. serán compradas en ferretería o adquiridas por otras vías, recogiendo esta información en la Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías, que indicará el número total de piezas del subconjunto, las que se fabricarán y las que se obtendrán por otros medios.

Pieza N°	Denominación de la pieza.	Para fabricar. (Unidades)	Para adquirir por otras vías. (Unidades)	Observaciones.

Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías.

Fuente de información: Variante Conceptual Seleccionada. Anteproyecto.

Para aquellas piezas que se decida fabricar realizaremos entonces el análisis de los posibles materiales, comenzando por aquellos que en el Programa de Requisitos deben ser utilizados en primer orden por recomendación del cliente y posteriormente aquellos que por nuestra experiencia también pudiesen ser candidatos a seleccionar.

4.- Análisis de los posibles materiales.

Para el análisis de los posibles materiales tendremos en cuenta dos aspectos principales:

4.1.- Los requerimientos de comportamiento necesarios para que los diferentes materiales preseleccionados cumplan con la función establecida en cada una de las piezas, a partir del análisis y selección de las propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas requeridas por estos, datos que se recogerán en la Tabla 18. Evaluación de las propiedades de los materiales por cada pieza. Para la Evaluación del cumplimiento de las

diferentes propiedades de los materiales se tendrá en cuenta la Tabla 19. Índice de Evaluación para las Propiedades de los Materiales.

Característica de la propiedad física, química o mecánica.	Evaluación Material 1.	Evaluación Material 2.	Evaluación Material 3.
Total.			

Tabla 18. Evaluación de las propiedades de los materiales por cada pieza.

Fuente de información: Tablas 1, 2, y 3. Propiedades de los materiales.

Tabla 19: Índice para la Evaluación de las propiedades de los materiales.

Cuando el cumplimiento de la propiedad requerida es:	Evaluación. (Puntos)
Excelente	5
Muy Bien	4
Bien	3
Satisfactoriamente	2
No cumple	1

Tabla 19. Índice de Evaluación para las Propiedades de los Materiales.

4.2.- El Costo que tendrán estos materiales en el mercado en el momento de la evaluación, según la información obtenida, con los que se elaborará la Tabla 20. Evaluación del Costo de los materiales. La puntuación se otorgará según se establece en la Tabla 21: Índice para la Evaluación del Costo de los materiales.

Denominación del material preseleccionado.	Costo del Material.	Evaluación.

Tabla 20. Evaluación del Costo de los materiales.

Fuente de información: Listado de precios de los diferentes materiales.

Tabla 21. Índice para la Evaluación del Costo de los materiales.

Cuando el Costo es:	Evaluación. (puntos)
Muy barato	5
Barato	4
Aceptablemente costoso.	3
Costoso.	2
Muy costoso.	1

Tabla 21. Índice para la Evaluación del Costo de los materiales.

4.3.- Una vez obtenido el resultado de la evaluación de cada material según sus Propiedades y Costo, se evalúa el resultado final de los diferentes materiales posibles, mediante la suma aritmética de la puntuación obtenida en la evaluación total (Propiedades y Costo), resultando seleccionado el de mayor puntuación, lo que se recogerá en la Tabla 22. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas y el Costo.

Es recomendable además del material seleccionado, dejar en agenda el segundo de los materiales de mayor puntuación adquirida, para posibles opciones de adquisición o producción. Debe destacarse también, que la selección de un material determinado puede de alguna manera influir en la forma de la Variante Conceptual Seleccionada, lo que se tendrá en cuenta y se corregirá de ser necesario.

Material preseleccionado.	Evaluación según sus Propiedades.	Evaluación según el Costo.	Total.

Tabla 22. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas y el Costo.

Fuente de información: Tabla 18. Evaluación de las propiedades de los materiales por cada pieza.

Tabla 20: Evaluación de los materiales según el Costo.

5.- Análisis los posibles Procesos Tecnológicos de Transformación.

Teniendo en cuenta la Variante Conceptual Seleccionada y el Resultado Final de la Evaluación de los Materiales, analizaremos los posibles Procesos Tecnológicos de Transformación disponibles por el cliente en principio, para cada una de las piezas del conjunto, lo cual se plasmará en la Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación del Proceso de Tecnológico Trasformación. La puntuación se otorgará según se establece en la Tabla 24. Índice para la Evaluación de los Diferentes Procesos Tecnológicos de Transformación según su Serie de Producción.

Proceso tecnológico de transformación.	Evaluación.

Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación del Proceso de Tecnológico Trasformación más adecuado y eficiente.

Fuente de información: Tablas 4, 5, 6, 7 y 8. Procesos de Transformación.

Tablas 11, 12, 13 y 14. Relación entre la Forma y Procesos Tecnológicos de Transformación.

Tabla 24. Índice para la Evaluación de los Diferentes Procesos Tecnológicos de Transformación según su Serie de Producción.

Proceso	Característica.	Serie de Prod. Pequeña.	Serie de Prod. Mediana.	Serie de Prod. Grande.
Modelado	Manual.	5	3	1
	Máquina.	3	4	5
Moldeado.	Manual.	5	4	3
	Atmosférico.	3	4	5
	Por Presión.	1	3	5
	Centrífugo.	1	3	5
Corte.	Manual	5	3	1
	Máquinas Universales.	5	3	1
	Dispositivos especiales.	1	3	5
Conformado: en frío.	Máq. CNC.	1	3	5
	Manual	5	3	1
	Máquinas universales.	5	3	1
	Dispositivos especiales.	1	3	5
en caliente.	Manual	5	3	1
	Dispositivos especiales.	1	3	5

Tabla 24. Índice para la Evaluación de los Diferentes Procesos Tecnológicos de Transformación según su Serie de Producción.

Nota. Cuando en la Serie de Producción haya indecisiones debido al tamaño de la pieza y a la complejidad de la forma, se pueden utilizar valores intermedios (2 y 4) según sea el caso.

5.1.- Se evalúa el resultado final de los diferentes procesos posibles, mediante la suma aritmética de la puntuación obtenida, resultando seleccionado el de mayor puntuación. Es recomendable además del Proceso Seleccionado, dejar en agenda el segundo de los procesos de mayor puntuación adquirida, para posibles opciones de producción.

Debe destacarse también, que la selección de un proceso tecnológico de transformación determinado puede de alguna manera influir en la forma de la Variante Conceptual Seleccionada, lo que se tendrá en cuenta y se corregirá de ser necesario.

6.- Ponderación.

Tanto las Propiedades de los Materiales, el Costo y los Procesos de Transformación pueden ser Ponderados por razones específicas del proyecto, requerimientos económicos, conveniencias del cliente, resultados iguales en la suma aritmética de la evaluación etc. o para enfatizar de manera más sostenible la selección realizada, concepto que se establece según la Tabla 25. Índice de Ponderación.

Concepto de Ponderación.	Índice de Ponderación. (puntos)
Muy Importante.	5
Importante.	3
Deseable.	1

Tabla 25. Índice de Ponderación

La Ponderación de los Materiales se realiza multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de las diferentes propiedades de cada material en la Tabla 18, por el Índice de Ponderación correspondiente a la Tabla 25, según sea Muy Importante, Importante o Deseable. El resultado se recogerá en la Tabla 26. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas, el Costo y el Criterio de Ponderación, siendo definitivamente seleccionado el material que mayor puntuación obtenga. De no ser necesaria la Ponderación de los Materiales, el resultado de la Tabla 18 es suficiente.

Característica de la propiedad física, química o mecánica.	Evaluación Material 1 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)	Evaluación Material 2 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)	Evaluación Material 3 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)
Total.			

Tabla 26. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas, el Costo y el Criterio de Ponderación.

Fuente de información: Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales.

Tabla 19. Índice de Evaluación Propiedades de los Materiales.

Tabla 25. Índice de Ponderación.

En el caso del indicador Costo, siempre se desea obtener los mejores resultados al menor costo posible, por lo que la mejor relación Costo – Calidad del Material o Costo – Eficiencia del Proceso se impone sin discusión. No obstante, en el caso de que el requisito económico tenga una importancia sustantiva, el Costo puede ser Ponderado multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de ese indicador según la Tabla 20. Evaluación del Costo de los materiales, por el Índice de Ponderación correspondiente en la Tabla 24. Este criterio solo no es aplicable en aquellos productos elitistas de series de producción limitadas en los cuales el Costo no es un factor determinante, sino todo lo contrario, el indicador Costo le otorga una connotación simbólica de ostentación que lo identifica.

La Ponderación de los Procesos de Transformación se realiza multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de esa variable para cada serie de producción en la Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos, por Índice de Ponderación correspondiente en la Tabla 24, según sea Muy Importante, Importante o Deseable. El resultado se recogerá en la Tabla 27. Resultado Final de la Evaluación del Proceso Tecnológico de Transformación según el Criterio de Ponderación, siendo definitivamente seleccionado el proceso que mayor puntuación obtenga. De no ser necesaria la Ponderación de los Procesos de Transformación, el resultado de la Tabla 23 es suficiente.

Proceso tecnológico de transformación preseleccionado.	Evaluación del proceso. Puntos.	Evaluación según el Criterio de Ponderación. Puntos.	Total.

Tabla 27. Resultado Final de la Evaluación del Proceso Tecnológico de Transformación más adecuado y eficiente, según el Criterio de Ponderación.

Fuente de información: Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos
 Tabla 24. Índice de Evaluación de los Procesos según la Serie de Producción.
 Tabla 25. Índice de Ponderación.

6.1.- La mayor puntuación después del Criterio de Ponderación nos dará como resultado el Material más adecuado y el Proceso Tecnológico de Transformación más eficiente.

II.- Estrategia MFP: Material – Forma – Proceso (MFP)

En algunos casos el cliente impone, por intereses particulares, determinados requerimientos de materiales, por lo que entonces la estrategia sería diferente y la variable Forma estaría parcialmente afectada por las características del Material, según el Diagrama MFP. En este caso el diseñador llegará a la Variante Conceptual Seleccionada teniendo en cuenta la influencia de los materiales preestablecidos en la solución desarrollada.

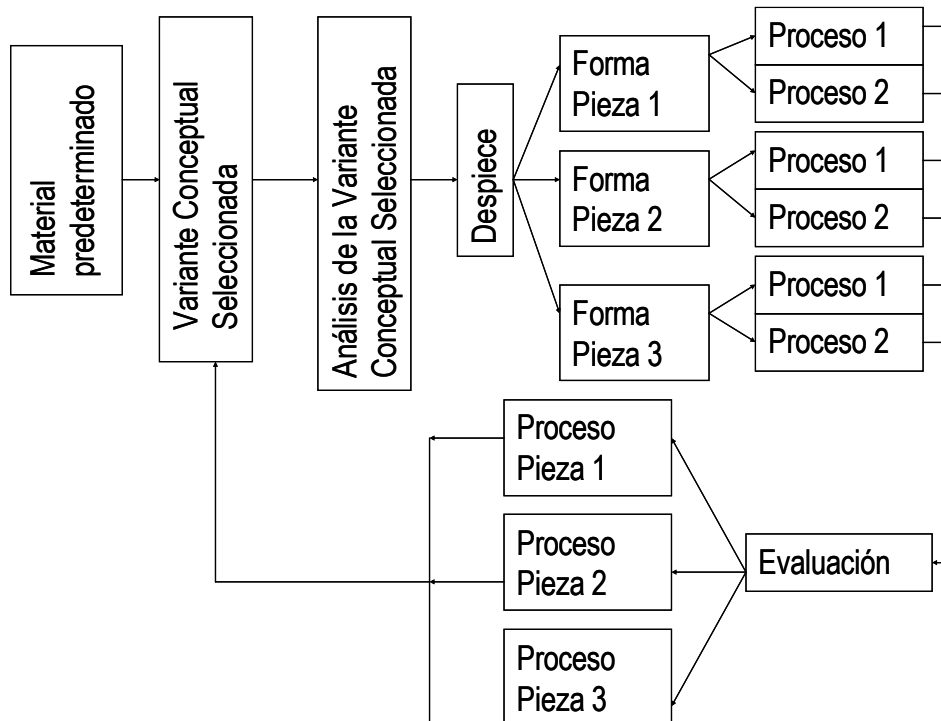


Figura 13: Diagrama MFP: Material – Forma – Proceso para seleccionar el Proceso Tecnológico de Transformación a partir del Material como Variable Independiente y la Variante Conceptual Seleccionada como variable parcialmente dependiente.

Metodología para la aplicación de la estrategia MFP: Material – Forma – Proceso

1.- Material predeterminado.

Como el cliente impone la condición de utilizar un material determinado, toda la evaluación y selección con respecto al material ya ha sido decidida e impuesta por este, pasándose al bloque de la Variante Conceptual Seleccionada.

2.- Variante Conceptual Seleccionada.

Luego que el diseñador ha desarrollado la Variante Conceptual Seleccionada, que debe ser concebida teniendo en cuenta las restricciones del material impuestas por el cliente y desarrollada hasta el nivel de Anteproyecto, de manera que casi todas las posibles incógnitas estén esclarecidas y por consiguiente las futuras decisiones se tomen a partir de soluciones de diseño ya evaluadas, analizará en ella, los diferentes elementos de que está compuesto el conjunto, teniendo en cuenta las uniones por él concebidas, que determinan el número y la forma final de cada una de las piezas del conjunto. Si el Conjunto Variante Conceptual Seleccionada estuviese formado por una sola pieza, entonces se pasaría directamente al Bloque Forma Pieza 1.

3.- Despiece.

Se realiza el Despiece, a partir del cual ya conocemos el número real de piezas del Conjunto y estamos en condiciones para analizar las que serán objeto de fabricación y las que por su forma serán compradas en ferretería o adquiridas por otras vías, recogiendo esta información en la Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías, que indicará el número total de piezas del subconjunto, las que se fabricarán y las que se obtendrán por otros medios.

Pieza N°	Denominación de la pieza.	Para fabricar. (Unidades)	Para adquirir por otras vías. (Unidades)	Observaciones.

Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías.

Fuente de información: Variante Conceptual Seleccionada. Anteproyecto.

4.- Análisis de los posibles Procesos Tecnológicos de Transformación.

Teniendo en cuenta el Material predeterminado por el cliente y la Variante Conceptual Seleccionada, analizaremos los posibles Procesos Tecnológicos de Transformación disponibles por el cliente en principio, para cada una de las piezas del conjunto, lo cual se plasmará en la Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos. La puntuación se otorgará según se establece en la Tabla 24. Índice para la Evaluación de los Diferentes Procesos Tecnológicos de Transformación según su Serie de Producción.

Proceso tecnológico de transformación.	Evaluación.

Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación del Proceso de Tecnológico Transformación más adecuado y eficiente.

Fuente de información: Tablas 4, 5, 6, 7 y 8. Procesos de Transformación.
 Tablas 11, 12, 13 y 14. Relación entre la Forma y Procesos Tecnológicos de Transformación.
 Tabla 24. Índice para la Evaluación de los Diferentes Procesos Tecnológicos de Transformación según su Serie de Producción.

4.1.- Se evalúa el resultado final de los diferentes procesos posibles, mediante la suma aritmética de la puntuación obtenida, resultando seleccionado el de mayor puntuación. Es recomendable además del Proceso Seleccionado, dejar en agenda el segundo de los procesos de mayor puntuación adquirida, para posibles opciones de producción.

Debe destacarse también, que la selección de un proceso tecnológico de transformación determinado puede de alguna manera influir en la forma de la Variante Conceptual Seleccionada, lo que se tendrá en cuenta y se corregirá de ser necesario.

5.- Ponderación.

En este caso, aunque ya el cliente ponderó de alguna manera sus necesidades más importantes, pudiera aún aplicársele el Concepto de Ponderación a los Procesos de Transformación seleccionados por razones específicas del proyecto, concordancia con el material preseleccionado o incluso otras conveniencias del cliente etc.

5.1.- La Ponderación de los Procesos de Transformación, como en la estrategia FMP, se realiza multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de esa variable para cada serie de producción en la Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos, por el Índice de Ponderación correspondiente en la Tabla 25, según sea Muy Importante, Importante o Deseable. El resultado se recogerá en la Tabla 27. Resultado Final de la Evaluación del Proceso Tecnológico de Transformación según el Criterio de Ponderación, siendo definitivamente seleccionado el proceso que mayor puntuación obtenga. De no ser necesaria la Ponderación de los Procesos de Transformación, el resultado de la Tabla 23 es suficiente.

Proceso tecnológico de transformación preseleccionado.	Evaluación del proceso. Puntos.	Evaluación según el Criterio de Ponderación. Puntos.	Total.

Tabla 27. Resultado Final de la Evaluación del Proceso Tecnológico de Transformación más adecuado y eficiente, según el Criterio de Ponderación.

Fuente de información: Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos.

Tabla 24. Índice de Evaluación de los Procesos según la Serie de Producción.

Tabla 25. Índice de Ponderación.

III.- Estrategia PFM: Proceso - Forma – Material.

De la misma manera, hay casos en que el cliente impone determinado proceso de transformación, por lo que entonces la estrategia sería diferente a los dos casos anteriores y la variable Forma estaría parcialmente afectada por las características del Proceso preestablecido, según el Diagrama Proceso – Forma – Material (PFM). En este caso el diseñador llegará a la Variante Conceptual Seleccionada teniendo en cuenta la influencia de los procesos preestablecidos en la solución desarrollada.

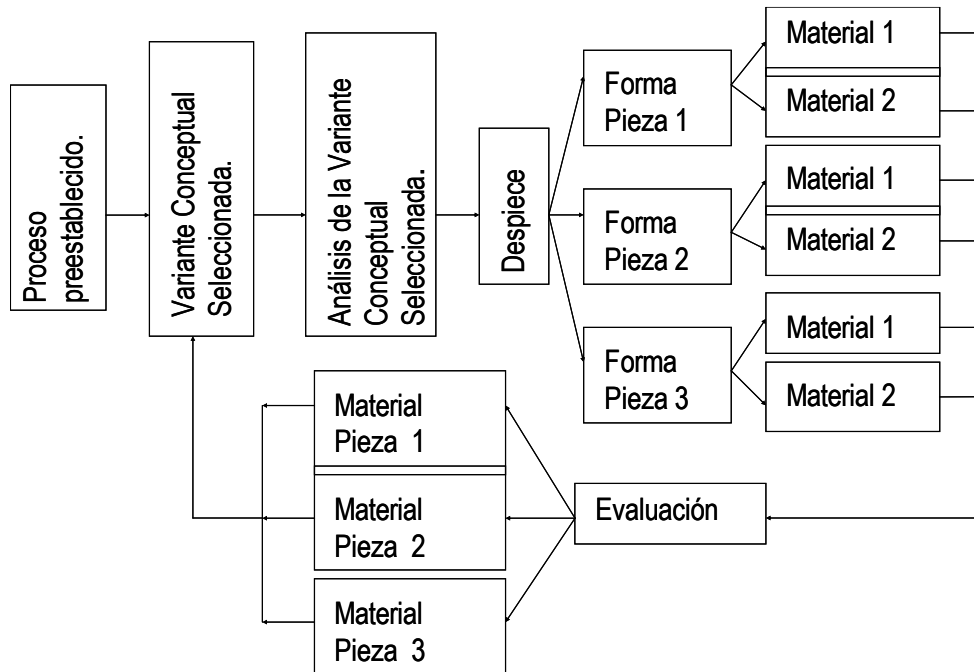


Figura 14: Diagrama PFM: Proceso – Forma – Material para evaluar y seleccionar el Material a partir del Proceso como Variable Independiente y la Variante Conceptual Seleccionada como variable parcialmente dependiente.

En este caso la aplicación de la estrategia será la siguiente:

1.- Proceso Predeterminado.

Como el cliente impone la condición de utilizar un proceso determinado, toda la evaluación y selección con respecto al proceso ya ha sido decidida e impuesta por este, por cuanto se pasa al bloque de la Variante Conceptual Seleccionada.

2.- Variante Conceptual Seleccionada.

Luego que el diseñador ha desarrollado la Variante Conceptual Seleccionada, que debe ser concebida teniendo en cuenta las restricciones del proceso impuestas por el cliente y desarrollada hasta el nivel de Anteproyecto, de manera que casi todas las posibles incógnitas estén esclarecidas y por consiguiente las futuras decisiones se tomen a partir de soluciones de diseño ya evaluadas, analizará en ella los diferentes elementos de que está compuesto el conjunto, teniendo en cuenta las uniones por él concebidas, que determinan el número y la forma final de cada una de las piezas del conjunto. Si el Conjunto Variante Conceptual Seleccionada estuviese formado por una sola pieza, entonces se pasaría directamente al Bloque Forma Pieza 1.

3.- Despiece.

Se realiza el Despiece, a partir del cual ya conocemos el número real de piezas del conjunto y estamos en condiciones para analizar las que serán objeto de fabricación y las que por su forma serán compradas en ferretería o adquiridas por otras vías, recogiendo esta información en la Tabla 17, que indicará el número total de piezas del subconjunto, las que se fabricarán y las que se obtendrán por otros medios.

Pieza N°	Denominación de la pieza.	Para fabricar. (Unidades)	Para adquirir por otras vías. (Unidades)	Observaciones.

Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías.

Fuente de información: Variante Conceptual Seleccionada. Anteproyecto.

4.- Análisis de los posibles materiales.

Para aquellas piezas que se decida fabricar realizaremos entonces el análisis de los posibles materiales, teniendo en cuenta el Proceso de Transformación predeterminado por el cliente y la Variante Conceptual Seleccionada, comenzando por aquellos que en nuestro Programa de Requisitos deben ser utilizados en primer orden por recomendación del cliente y posteriormente aquellos que por nuestra experiencia también pudiesen ser candidatos a seleccionar.

Para el análisis de los posibles materiales tendremos en cuenta dos aspectos principales:

4.1.- Los requerimientos de comportamiento necesarios para que los diferentes materiales preseleccionados cumplan con la función establecida en cada una de las piezas, a partir del análisis y selección de las propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas requeridas por estos, datos que se recogerán en la Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales.

Para la Evaluación del cumplimiento de las diferentes propiedades de los materiales se tendrá en cuenta la Tabla 18.

Característica de la propiedad física, química o mecánica.	Evaluación Material 1.	Evaluación Material 2.	Evaluación Material 3.
Total.			

Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales.

Fuente de información: Tablas 1, 2, y 3. Propiedades de los materiales.

Tabla 19: Índice para la Evaluación de las propiedades seleccionadas de los materiales.

4.2.- El Costo que tendrán estos materiales en el mercado en el momento de la evaluación, según la información obtenida, recogida en la Tabla 20. Evaluación del Costo de los materiales. La puntuación se otorgará según se establece en la Tabla 21. Índice para la Evaluación del Costo de los materiales.

Denominación del material preseleccionado.	Costo en CUC del Material.	Evaluación.

Tabla 20: Evaluación de los materiales según el Costo.

Fuente de información: Listado de precios de los diferentes materiales.

Tabla 21. Índice para la Evaluación del Costo de los materiales.

4.3.- Una vez obtenido el resultado de la evaluación de cada material según sus Propiedades y Costo, se evalúa el resultado final de los diferentes materiales posibles, mediante la suma aritmética de la puntuación obtenida en la evaluación total (Propiedades y Costo), resultando seleccionado el de mayor puntuación, lo que se recogerá en la Tabla 21.

Material preseleccionado.	Evaluación según sus Propiedades.	Evaluación según el Costo.	Total.

Tabla 22. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas y el Costo.

Fuente de información: Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales.

Tabla 20: Evaluación del Costo de los materiales.

Es recomendable además del material seleccionado, dejar en agenda el segundo de los materiales de mayor puntuación adquirida, para posibles opciones de adquisición o producción. Debe destacarse también, que la selección de un material determinado puede de alguna manera influir en la forma de la Variante Conceptual Seleccionada, lo que se tendrá en cuenta y se corregirá de ser necesario.

5.- Ponderación.

En este caso, aunque ya el cliente ponderó de alguna manera sus necesidades más importantes, pudiera aún aplicársele el Concepto de Ponderación a alguno de los Materiales analizados y a su Costo por razones específicas del proyecto, o incluso otras conveniencias del cliente etc.

La Ponderación de los Materiales se realiza multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de las diferentes propiedades de cada material en la Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales por el Índice de Ponderación correspondiente en la Tabla 25, según sea Muy Importante, Importante o Deseable.

El resultado se recogerá en la Tabla 26. Resultado Final de los Materiales y la Ponderación, siendo definitivamente seleccionado el material que mayor puntuación obtenga. De no ser necesaria la Ponderación de los Materiales, el resultado de la Tabla 18 es suficiente.

Característica de la propiedad física, química o mecánica.	Evaluación Material 1 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)	Evaluación Material 2 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)	Evaluación Material 3 por el Índice de Ponderación. (Subtotal)
Total.			

Tabla 25. Resultado Final de la Evaluación de los diferentes materiales según las Propiedades requeridas, el Costo y el Criterio de Ponderación.

Fuente de información: Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los Materiales.
 Tabla 19. Índice de Evaluación Propiedades de los Materiales.
 Tabla 25. Índice de Ponderación.

La Ponderación del Costo se realiza multiplicando el resultado obtenido en la evaluación de ese indicador según la Tabla 20. Evaluación del Costo de los materiales, por el Índice de Ponderación correspondiente en la Tabla 24, según sea Muy Importante, Importante o Deseable. El resultado se recogerá en la Tabla 26. Resultado Final de los Materiales y la Ponderación, siendo definitivamente seleccionado el material que mayor puntuación obtenga. De no ser necesaria la Ponderación de los materiales, el resultado de la Tabla 22 es suficiente.

Estudio de Caso.

Un cliente solicita el Diseño de un Recogedor para Desechos de Uso Doméstico. El cliente declara que pretende producir unas 50 000 unidades trimestrales y que para ello dispone de una industria en la cual trabaja con diferentes procesos de moldeo, corte, conformado y acabado superficial para metales y plásticos.

Datos preliminares:

- Solicitud de Diseño: Recogedor para Desechos de Uso Doméstico
- Serie de Producción: 50 000 unidades trimestrales.
- Materiales a utilizar: Diferentes aleaciones de metales y plásticos.
- Procesos disponibles: Diferentes procesos de moldeo, corte, conformado y acabados superficiales, que incluyen la capacidad de explotación de dispositivos especiales (moldes y troqueles).



Figura 15: Variante Conceptual Seleccionada.

1.- Variante Conceptual Seleccionada.

Luego que el diseñador llega a la Variante Conceptual Seleccionada y la desarrolla a nivel de Anteproyecto, según se muestra en la Figura 15, teniendo en cuenta el Programa de Requisitos elaborado a partir de la información dada por el cliente, se analiza la estrategia metodológica más adecuada a través de los diferentes diagramas propuestos.

Según los datos preeliminares de que disponemos, podemos considerar que la estrategia más adecuada para aplicar es la FMP: Forma – Material – Proceso, por cuanto no hay una restricción absoluta ni de materiales ni de procesos a utilizar y la Variable Forma se establece en principio como Variable Independiente.

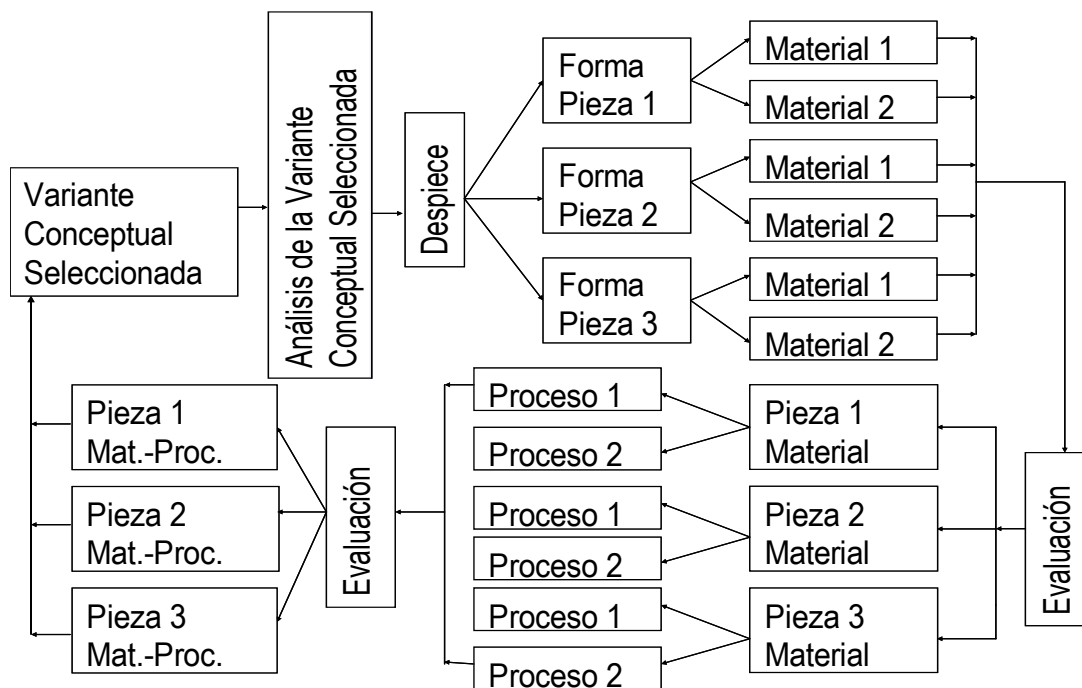


Figura 16: Diagrama de Bloque FMP: Forma – Material – Proceso.

Desarrollo de la Estrategia propuesta.

2.- Análisis de la Variante Conceptual Seleccionada.

En la Variante Conceptual Desarrollada se aprecia que el Conjunto Recogedor Doméstico esta compuesto por tres elementos:

2.1.- El elemento Contenedor, de forma prismática abierta y de color rojo, que puede considerarse como principal dentro del conjunto.

2.2.- El elemento Manipulador, de color blanco, compuesto por un cilindro hueco que puede ser de alguna aleación de metal o de algún plástico, que se ensambla al contenedor mediante unión de forma de baja interferencia y que en cualquiera de las variantes se adquiere en ferretería como elemento adicional y regularmente no se fabrica en estas condiciones.

2.3.- El elemento Tapón que cierra en el extremo libre del manipulador, de forma parcialmente curva y evolvente, de color rojo también, que se ensambla al manipulador mediante unión de forma de baja interferencia, fabricado igual que en el caso del elemento anterior de alguna aleación de metal o de algún plástico y que en cualquiera de las variantes se adquiere en ferretería como elemento adicional y regularmente no se fabrica en estas condiciones.

3.- Despiece de la Variante Conceptual Seleccionada.

Como los elementos 2.2 y 2.3 son de compra en ferretería o adquiridos por otras vías, solo se realizará el análisis para su fabricación del elemento 2.1 Contenedor, información que se recogerá en la Tabla 17.

Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías.

Pieza N°	Denominación de la pieza.	Para fabricar. (Unidades)	Para adquirir por otras vías. (Unidades)	Observaciones.
2.1	Contenedor.	50 000 trimestrales.	-	
2.2	Manipulador.	-	50 000 trimestrales.	Ferretería.
2.3	Tapón	-	50 000 trimestrales.	Ferretería.

Tabla 17. Registro de piezas a fabricar y/o adquirir por otras vías.

Fuente de información: Variante Conceptual Seleccionada. Anteproyecto.

4.- Consideración de los posibles materiales a utilizar.

Para considerar los posible materiales a utilizar, según la información del cliente, definiremos las propiedades que los debe caracterizar, para cumplir con las funciones a ellos asignadas.

4.1.- Análisis de las Propiedades Físicas.

Propiedad física.	Característica.
Peso	Ligero
Opacidad	Opaco

Tabla preliminar 1, a la Tabla 18. Selección de las Propiedades Físicas requeridas por el producto.

Fuente de información: Tabla 1. Propiedades Físicas de los materiales.

Nota: Esta tabla es ilustrativa y no es obligatoria elaborarla.

4.2.- Análisis de las Propiedades Químicas.

Composición química.	Característica.
Resistencia a la corrosión.	Con respecto al agua.

Tabla preliminar 2, a la Tabla 18. Selección de las Propiedades Químicas requeridas por el producto.

Fuente de información: Tabla 2 .Propiedades Químicas de los materiales.

Nota: Esta tabla es ilustrativa y no es obligatoria elaborarla.

4.3.- Análisis de las Propiedades Mecánicas.

Propiedades mecánicas.	Característica.
Resistencia	Media.
Absorción	Muy Baja.

Tabla preliminar 3, a la Tabla 18. Selección de las Propiedades Mecánicas requeridas por el producto.

Fuente de información: Tabla 3. Propiedades Mecánicas de los materiales.

Nota: Esta tabla es ilustrativa y no es obligatoria elaborarla.

4.4.- Materiales previamente considerados como posibles según el Programa de Requisitos elaborado a partir de la información suministrada por el cliente:

- Chapa de acero 10; 1mm de espesor.
- Chapa de aluminio AD 32; 1, 2 mm de espesor.
- Polietileno de Alta Densidad (PEHD) en pellet o láminas de 2mm de espesor.
- Polipropileno (PP) en pellet o láminas de 2mm de espesor.

Fuente de información: Programa de Requisitos. Materiales.

4.5.- Evaluación de los diferentes materiales propuestos según las propiedades requeridas.

Caracterización de las Propiedades.	Chapa de acero	Chapa de aluminio.	PEHD.	PP.
Ligero.	3	4	5	5
Opaco.	5	5	5	5
Resistente al agua.	2	4	5	5
Resistencia media.	5	4	4	4
Absorción muy baja.	5	5	5	5
Total.	20	22	24	24

Tabla 18. Resultados de la evaluación de los diferentes materiales según las propiedades requeridas.

Fuente de información: Tablas preliminares 1, 2, y 3.

Programa de Requisitos. Materiales.

4.6.- Evaluación de los diferentes materiales según el Costo.

Material – Costo.	Evaluación.
Chapa de aluminio (1 945.37 €/ Ton)	1
PEHD (673.00 €/ Ton)	5
PP. (706.00 €/ Ton)	3

Tabla 20. Resultado Final de la evaluación de los diferentes materiales según el Costo.

Fuente de información: Tabla 18. Resultados de la evaluación de los diferentes materiales según las propiedades requeridas.

Listado de precio de materiales. (Abril 2010) www.indexmundi.com.es

Tabla 21. Índice de Evaluación del Costo de los materiales.

4,7.- Evaluación Final de los materiales.

Material.	Evaluación de las Propiedades.	Evaluación de las Costos.	Total.
Chapa de aluminio.	22	1	23
PEHD.	24	5	29
PP.	24	3	27

Tabla 22. Resultado Final del material según las Propiedades requeridas y el Costo.

Fuente de información: Tabla 18. Evaluación de las Propiedades de los materiales.

Tabla 20. Evaluación de los materiales según su Costo.

5.- Consideración de los posibles Procesos Tecnológicos de Transformación a utilizar.

Teniendo en cuenta la Variable Conceptual Seleccionada que tiene como característica la forma prismática, evolvente abierta y continua, el Resultado de la Evaluación de los Materiales, en el cual el PEHD es seleccionado y la Serie de Producción propuesta, que puede considerarse Mediana – Grande, consideramos que el proceso más adecuado a esta forma, para este material y para la serie de producción establecida es el moldeo. La fuente de información utilizada es:

Tabla 4. Relación Proceso – Concepto – Material.

Tabla 6. Relación Moldeo - Cerámica, Plásticos, Aleaciones Metálicas – Operación.

Tabla 8. Relación Conformado - Madera, Plásticos, Cerámica, Aleaciones Metálicas - Operación.4

5.1.- Los Procesos de Tecnológicos Trasformación propuestos son los siguientes:

- Moldeo atmosférico en Coquilla.
- Moldeo a presión.
- Moldeo centrífugo.

Proceso tecnológico de transformación.	Evaluación.
Moldeo atmosférico en Coquilla.	3
Moldeo a presión.	5
Moldeo centrífugo.	3

Tabla 23. Resultado Final de la Evaluación de los Procesos.

Fuente de información: Tabla 14. Procesos para elaborar las Trasformaciones de las Formas Básicas para el Diseño según la Serie de Producción.

6.- Ponderación.

Como la evaluación de los diferentes procesos puede considerarse no definitivo, aplicaremos el Criterio de Ponderación para analizar los resultados posteriores.

Proceso Tecnológico de Transformación.	Evaluación del proceso. (Puntos)(Serie de Producción: 50 000 unidades - trimestrales)	Evaluación según el Criterio de Ponderación. Puntos.	Total.
Moldeo atmosférico. Coquilla.	3	3	9
Moldeo a presión.	5	5	25
Moldeo centrífugo.	3	1	3

Tabla 27. Resultado Final de la Evaluación y Selección del Proceso Tecnológico de Transformación más adecuado y eficiente, según el Criterio de Ponderación.

Fuente de información: Tabla 14. Relación del Proceso y las Transformaciones de las Formas Básicas según la Serie de Producción.

Tabla 24. Índice de Evaluación de los Procesos según la Serie de Producción.

Tabla 25. Índice de Ponderación.

Como resultado de aplicar la Metodología para Seleccionar los Materiales y los Procesos de Transformación durante la tarea de diseño, según la Estrategia FMP: Forma – Material – Proceso (FMP) se obtienen los resultados siguientes:

- 1º.- Material para elaborar industrialmente el producto analizado: Polietileno de Alta Densidad (PEHD).
Segunda opción: Polipropileno (PP).
- 2º.- Proceso más adecuado para transformar industrialmente el material: Moldeo a presión.
Segunda opción: Por la diferencia en la evaluación se considera no válida.

Conclusiones Generales.

Luego de haber analizado con determinada profundidad la relación entre la Forma, los Materiales y los Procesos de Transformación en los productos industriales podemos sacar las siguientes conclusiones:

- 1.- La Forma siempre estará condicionada, directa o indirectamente, a los Materiales con los que se le pretende fabricar y a los Procesos de Transformación mediante los cuales ese material se convertirá en la Forma deseada.
- 2.- Los Materiales se relacionan con la Forma a partir de las propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas que lo caracterizan y le permiten adquirirla de una manera dúctil y espontánea.
- 3.- Los Procesos de Transformación se relacionan con la Forma en dos direcciones diferentes:
 - 3.1.- A través de los Materiales, ya que son consecuencia también de esas propiedades que los caracterizan y les permiten modificarlos. Por tanto:
 - Aquellos materiales que se caracterizan por su dureza y resistencia en todas sus fases, deben elaborarse mediante procesos de Corte fundamentalmente, estando presentes además las inserciones mediante uniones, el rectificado y el pulido entre otros y en ellos la Forma se orientará hacia lo compacta y orgánica, caracterizándose por relieves y depresiones que le permiten integrarse al medio que la rodea de manera coherente y natural. Como ejemplo de ese material podemos citar el Mármol.
 - Aquellos materiales que se caracterizan por una alta Plasticidad en alguna de sus fases de transformación, deben elaborarse mediante el Moldeo o el Conformado principalmente, pudiendo estar presente cualquiera de los demás procesos de transformación conocidos como complemento tecnológico o proceso principal según las condiciones físicas en que se encuentre el material y en ellos la Forma se orientará hacia compacta y orgánica también, pudiendo ser maciza o hueca, prismática o de volumen en revolución, continua o articulada y en todos los casos es recomendable utilizar superficies de transición entre los diferentes planos y volúmenes que la caracterizan. Son ejemplos de estos materiales la Cerámica, los Plásticos y los Metales entre otros.
 - 3.2.- Mediante la Serie de Producción que se pretenda realizar, por cuanto estas se vinculan directamente a los procesos de transformación por naturaleza, por los que:
 - El Moldeo Atmosférico se utilizará fundamentalmente para series de producción pequeñas y medianas, mientras el Moldeo a Presión y el Centrífugo para series grandes.
 - El Corte en máquinas universales es adecuado para pequeñas series de producción, mientras el uso de máquinas automáticas, CNC y dispositivos especiales solo para grandes series de producción.
 - El Conformado en máquinas universales será apropiado para pequeñas series de producción, mientras el Laminado, el Forjado, el Extrusado y el uso de dispositivos especiales solo para grandes series de producción.
 - El Acabado de la Superficie mediante la Textura se vinculará a los diferentes procesos de transformación según sus propias series y a través del Color en función del método seleccionado, regularmente utilizados para cualquier serie.
 - El Ensamblado para series pequeñas será manual y con el uso de herramientas elementales y la utilización de métodos más automatizados para series grandes de producción.
- 4.- Como quiera que la relación de la Forma con los Materiales y los Procesos se torna sumamente compleja, con múltiples lazos de retroalimentación, la aplicación de la Metodología propuesta en este trabajo será una herramienta eficaz para la selección adecuada de los Materiales y los Procesos de Transformación, según la relación establecida con la Forma en el Programa de Requisitos.

Recomendaciones.

Luego de hacer un análisis de la relación que se crea entre la Forma, los Materiales y sus Procesos de Transformación en el diseño de productos y debido al alcance limitado de este trabajo consideramos recomendar lo siguiente:

- Profundizar más en la relación de la Forma, los Materiales y los Procesos de Transformación en el diseño de productos en aquellos materiales que no se abordó con la suficiente profundidad, como son la madera, la cerámica, los plásticos, el papel y el cartón fundamentalmente.
- Introducir la Metodología propuesta en este trabajo, como herramienta de selección de los posibles materiales y procesos de transformación dentro del propio proceso Diseño.
- Continuar estudiando la relación Forma, Materiales y los Procesos de Transformación atendiendo a los nuevos materiales y procesos que como consecuencia del desarrollo científico – técnico irán apareciendo en el entorno industrial.

Bibliografía.

- 1.- Löbach. B. **Diseño Industrial**. Edit. Gustavo Gilí. Barcelona. España.1981. (L- 597)
- 2.- Bonsiepe. Gui **Teoría y Práctica del Diseño Industrial**. Colección Comunicación Visual. Fotocopia.
- 3.- Jones Christopher J. **Métodos de Diseño**. Edit. G.G. Barcelona. España. 1981. (L- 686)
- 4.- Grigoriev M. A. **Estudios de Materiales**. Edit. MIR. Moscú. 1985.
- 5.-**Materiales y Tecnología Mecánica**. Edit. CEAC. Barcelona. España. 1980. (L- 659)
- 6.- Quarmby. A. **Materiales Plásticos y Arquitectura Experimental**. Edit. G.G. Barcelona. España. 1976. (L- 953)
- 7.- Colbeck John. **Materiales para el Ceramista**. Edit. CEAC. Barcelona. España. 1989. (L- 526)
- 8.- Suplemento especial de Universidad para Todos. **Nuevas tecnologías**. La Habana. Academia de Ciencias. 2005.
- 9.- Beer F. P. **Mecánica Vectorial para Ingenieros**. Tomo I. E. R. 1997.
- 10.- Aneiros. F. M. **Tecnología de los Metales**. Tomo I y II. ISPJAE. MES. 1985.
- 11.- Sommers Montrose S. **Fundamentals of Marketing**. Mc Graw – Hill Ryerson Limited. 6TH. Edition. Canada. 1992.
- 12.- **Manual del Ceramista**. Ediciones DALY S.L. España. 1998. (RF– 55)
- 13.- Ordóñez Urbano. **Tecnología de los Metales I**. ISPJAE. MES. 1985.
- 14.- Waganoff Nicolas P. **Transformación de Plásticos**. Ed “Librería Mitre” Buenos Aires. 1969. ISDi
- 15.- Colectivo de autores. **Biblioteca Atrium de Carpintería** Vol. I, II, III, IV y V Editorial Océano. España. 1993. ISDi.
- 16.- Kuchev A .**Tecnología de los Metales**. Moscú. MIR, 1987. ISDi. (L- 1141)
- 17.- Singer y E. F. **Enciclopedia de la Cerámica**. Volumen II. Edit. CEAC. España. 1998. ISDi.
- 18.- Fernández Muerza Alex. **Nuevos materiales**. Para Consumer. es. Enero de 2005
- 19.- Pascuale Can y otros. **La materia de la Invención**. Edit. CEAC. Barcelona .España. 1993. (L-134)
- 20.- Mañá Jordi. **Diseño y Producto**. Asoc. De Diseñadores Profesionales. España. 1991.
- 21.- Fornari Tulio. **Diseño y Producción**. Colección CYAD. UAM. Ascapotzalco. Méjico. 1992. (L- 1473)
- 22.- Jones Christopher J. **Diseñar el Diseño**. Edit. G.G. Barcelona. España. 1885. (L -1597)
- 23.- Bonsiepe Gui. **El Diseño en la Periferia**. Edit. G.G. Barcelona. España. 1895. (I - 923)
- 24.- Maldonado Tomás. **Diseño Industrial**. Fotocopia. (L- 107)
25. - Jones Christopher J. **Desing Methods**. Edit. Wiley International. Great Britain. 1982. (L-790)
- 26.- Gómez Jorge. **El Diseño Industrial y su beneficio en la Industria**. UAM. Méjico. 2002. (L- 2311)
- 27.- Miliani Rodolfo. **Diseño para nuestra realidad**. Edit. Equinoccio. Univ. Simón Bolívar. Venezuela. 2002. (L-2340)
- 28.- Bürdek Bernard E. **Diseño, historia, teoría y práctica del Diseño Industrial**.
29. - Hicks G. A. **Design and technology metal**. Edit. Wheaton & Co. Exeter. England.1980. (L- 1418)
- 30.- Viggiano Eduardo. **El Diseño como Actitud**. Edit. Área. Italia. 2000. (L- 881)
- 31.- Fornari Tulio. **Funciones de la Forma**. Edit. Tilde. UAM. Ascapotzalco. Méjico. 1989. (L-055)
32. - Goni Juan José. **Un Innovador o muchos Innovadores**. Ibermática SA. info@gestiondelconocimiento.com 2004.
- 33.- Heinemann Dr. Karl. **Fundamentos de la Metodología del Diseño**. Revista Cuadernos. ISDi. 1988.
- 34.- Oramas Abreu MSc. Miriam. **Recursos básicos para el Diseño de estructuras formales**. Multimedia. ISDi. 2004.

- 35.- Domínguez Mol MSc. Isabel. **El Prisma y la Pirámide**. Presentación en PowerPoint. Registro 1629 – 2006.
- 36.- Domínguez Mol MSc. Isabel. **El Punto y la Recta**. Presentación en PowerPoint. Registro 1629 – 2006.
- 37.- Peña Martínez. MSc. Sergio Luís. **Currículo para las Carreras de Diseño en Cuba**. Tesis de Maestría. ISDi. 2008.
- 38.- Equipo Técnico EDEBE. **Técnicas de Expresión Gráfica 1.2. Rama del metal**. Ediciones Don Bosco. España. 1982.

Trabajos de Investigación.

- 1.- Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.
- 2.- Universidad Nacional del Rosario. Argentina.
- 3.- Universidad Nacional 3 de Febrero. Argentina.
- 4.- Universidad Nacional del Sur. Argentina.
- 5.- Universidad Nacional Juan Misael Caracho. Bolivia.
- 6.- Universidad de Pinar del Río. Hnos. Saíz Montes de Oca. Cuba. www.upr.edu.cu
- 7.- Universidad de la Habana. www.uh.edu.cu
- 8.- CUJAE. www.cujae.edu.cu
- 9.- Universidad de Camagüey. www.reduc.edu.cu
- 10.- Universidad Agraria de La Habana. www.isca.edu.cu
- 11.- Universidad Politécnica de Cataluña. www.uoc.es/
- 12.- Universidad Politécnica de Madrid. www.aero.upm.es/
- 13.- Universidad Carlos III de Madrid. www.uc3m.es/
- 14.- Universidad Autónoma Metropolitana. UAM. WWW.uam.mx/