
ESTRATEGIAS SUSTENTABLES APLICADAS AL CONTEXTO REGIONAL: DISEÑO DE TABLEROS DE MADERA Y MATERIAS PRIMAS NO CONVENCIONALES PARA REVESTIMIENTO DECORATIVO

Juan Carlos Briede W. y Jimena Alarcón C.

RESUMEN

Los efectos ambientales de la producción plantean la necesidad de considerar estrategias sustentables para reducirlos a diversas escalas. Desarrollar materiales a partir de las estrategias planteadas por el eco-diseño se vislumbra como una oportunidad para afrontarlo. El presente trabajo aborda el desarrollo experimental de tableros compuestos a partir de *Pinus radiata* y el uso de materias primas no convencionales obtenidas del reciclaje de desechos de la industria textil, cuero y plástico, así como la incorporación de materias naturales

presentes en la geografía regional, con el propósito de diversificar la oferta potenciando su valor como revestimiento decorativo. Se aplica un modelo metodológico para potenciar el aspecto visual, como factor de diferenciación. Se obtiene así una serie de probetas que permite observar cualidades estéticas y evaluar propiedades físico-mecánicas. Finalmente se proponen aplicaciones en el diseño de productos y revestimientos arquitectónicos.

SUSTAINABLE STRATEGIES APPLIED TO REGIONAL CONTEXT: DESIGN OF WOODEN AND UNCONVENTIONAL RAW MATERIALS BOARDS FOR DECORATIVE FINISHING

Juan Carlos Briede W. and Jimena Alarcón C.

SUMMARY

The environmental effects of production raise the need to consider sustainable strategies to reduce its impact on various levels. Developing materials through strategies created by eco-design is seen as an opportunity to address sustainability. The present paper addresses the experimental development of boards composed of *Pinus radiata* and unconventional raw materials obtained from waste recycling in the textile, leather, and plastic industries, as well as the incorporation of natural

resources present in the geographical region, with the goal of diversifying supply by enhancing the value of such natural resources as decorative coatings. A methodological model is applied to enhance the visual aspect as a differentiating factor. This yields a set of samples which allows for observation of the aesthetic qualities and evaluation of the physical and mechanical properties. Finally, report applications in product design and architectural coatings are proposed.

Introducción

Observar responsablemente el panorama contemporáneo a nivel medioambiental en términos de diseño, desarrollo y fabricación industrial de productos, implica aplicar criterios e implementar acciones para disminuir el impacto silencioso, pero invasivo, generado por procesos productivos

tradicionales. La exploración desde el ingenio en materia de disminución de volúmenes de desechos aplicando estrategias basadas en el ecodiseño en términos del empleo de materias primas regionales y/o autóctonas (Capuz *et al.*, 2002) busca desarrollar productos desde un enfoque sustentable, constituyéndose en un parámetro de diseño dentro del proce-

so metodológico (Marjanović, 2011), coherente con propuestas de eco-materiales, como un paso previo al diseño netamente de objetos (Bhamra, 2004). En este sentido, la estrategia metodológica consiste en concebir materiales con empleo de energías renovables, bajo costo, origen natural y la incorporación del concepto de 'producción limpia' (Lira-Olivares,

2002). Desde la década de 1970, el diseño y desarrollo sustentable se plantean como una estrategia sistémica que va más allá de acciones aisladas que buscaban remediar sólo los efectos de una producción tradicional (Papanek, 1985), criterio que ha sido enfatizado en el segundo milenio con el modelo 'de la cuna a la cuna' (Braungart y McDonough,

PALABRAS CLAVE / Desarrollo Regional / Desarrollo Sustentable / Diseño de Materiales / Ecodiseño / Materias Primas No Convencionales / *Pinus radiata* /

Recibido: 04/01/2012. Modificado: 14/12/2012. Aceptado: 10/01/2013.

Juan Carlos Briede W. Master en Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos y Doctor en Métodos y Técnicas del Diseño Industrial y Gráfico, Universidad Politécnica de

Valencia (UPV), España. Docente Investigador, Universidad del Bío-Bío (UBIOBIO), Chile. Dirección: Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño, UBIOBIO. Avenida Collao

1202, Concepción. Chile. e-mail: jbriede@ubiobio.cl
Jimena Alarcón C. Magister en Construcción en Madera, UBIOBIO, Chile. Doctora en Gestión del Diseño. UPV, Es-

paña. Directora, Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño. UBIOBIO, Chile.

RESUMO

Os efeitos da produção a nível ambiental requer a necessidade de considerar estratégias sustentáveis para reduzir-los em diversas escalas. Desenvolver materiais a partir da necessidade das estratégias do eco-design se vislumbra como uma oportunidade para enfrentar-lo. O estúdio aborda o desenvolvimento experimental de placas constituídas a partir do Pinus radiata e o uso de matérias-primas não convencionais obtidas da reciclagem de materiais provenientes da indústria têxtil, couro e plástico, assim como a incorporação de materiais na-

turais presentes na geografia regional como o propósito de diversificar a oferta potenciando o seu valor como revestimento decorativo. Aplica-se um modelo metodológico que potencialize o aspecto visual, como grande diferencial. Obtém-se um conjunto de amostras que permite observar e avaliar as qualidades estéticas e suas propriedades físico-mecânicas. Finalmente, propõe-se aplicações em design de produtos e revestimentos arquitetônicos.

2005), donde se contempla la inclusión de valores y cualidades sustentables desde el proceso de ideación del producto, considerando todo su ciclo de vida. La aplicación práctica de esta teoría permitiría mermar el 90% de desechos generados actualmente por efectos del planteamiento ‘de la cuna a la tumba’ y el uso de una eficiencia tradicional limitada a la interpretación de los objetivos funcionales y coste. Este modelo, el cual se basa en procesos industriales investigados por la Agencia de Incentivación de la Protección Medioambiental (EPEA) en los años 90 (Repetto, Rothman, Faeth y Austin, 1997), plantea un sistema de certificación industrial asignable principalmente a materiales, procesos y productos, dentro de los cuales el aprovechamiento y reutilización de los materiales, tanto de desecho, como aquellos que componen el producto definitivo son claves en su desarrollo.

En términos de roles, desde el punto de vista de las disciplinas, al momento de definir la producción artificial tenemos que el diseño industrial ha estado orientado a poner en el mercado bienes de consumo que clasifican dentro de la categoría de ‘producto final’, en los que la materia prima entrega parte importante de sus atributos; mientras que el diseño y desarrollo de materiales ha estado relegado al ámbito de la ingeniería.

Las valoraciones detectadas en torno a este escenario

inducen a poner en práctica un sentido exploratorio en el marco de la investigación, desde una metodología basada en parámetros de diseño industrial para el potenciamiento visivo perceptual superficial de tableros fabricados en base a *Pinus radiata*, principal materia prima maderable de la región del Bio-Bío, Chile.

La industria de tableros emplazada en esta región es fuerte en capacidades tecnológica; sin embargo, ha estado caracterizada por una oferta limitada principalmente a la producción de tableros en base a *P. radiata*, los que se ordenan tipológicamente según el formato de la materia prima base: partículas (*wood particles board*), fibras (*medium-density fiberboard-MDF* y *high-density fiberboard-HDF*), hojuelas (*oriented strand board-OSB*) y chapas (*plywood panels*), todos los cuales han centrado sus evoluciones en términos de prestaciones físico-mecánicas, constituyendo el diseño de propuestas visuales aplicadas a nivel de superficie en un aspecto de limitados desarrollos.

Desde esta perspectiva, este estudio se plantea como una oportunidad para diversificar e incrementar la productividad del sector. En términos tecnológicos, se realizan ejercicios para dominar las proporciones que hacen replicable el proceso productivo a nivel de laboratorio, emplean-

do la mezcla base conformada por partículas de *P. radiata* y urea formaldehído, a lo que se suma diferenciadamente material de desecho postindustrial o elementos naturales presentes en el territorio geográfico inmediato al entorno de desarrollo de la investigación, valorando a la regionalidad en la medida de sus capacidades productivo-tecnológicas, realidades contaminantes medibles en porcentajes de desechos con virtud de reutilización y elementos de la naturaleza posibles de ser incorporados en la medida de un formato y artificialidad predecible para estas aplicaciones desde el estudio de las posibilidades productivas locales.

Se consideran diferentes etapas: análisis del contexto de materias primas disponibles, propuestas de ideación y aplicativa donde se construyen y testean las propuestas ideadas a nivel de diseño conceptual.

La generación de piezas de pequeño tamaño representativas de la calidad del material, de la forma, dimensiones y fabricación, a las que en adelante denominaremos ‘probatas’, permiten comprobar aspectos visuales y de compatibilidad y, toda vez que se elaboran en relación con la norma respectiva, posibilitan estudiar las propiedades físico-mecánicas y de emanación de formaldehído, para contrastar cualidades con el tablero de partículas tradicional.

Enfoque Metodológico para el Diseño de Materiales

El enfoque metodológico se vincula a la oportunidad de utilización innovativa de desechos industriales y elementos del entorno natural con virtud de ser empleados como materia prima en la fabricación de tableros en base a *Pinus radiata*.

Parte inherente al proceso de diseño de un producto es la elección de los materiales, constituyéndose ésta en un proceso de toma de decisiones que implica una serie de aspectos, tal como se plantea en el diccionario de diseño (Erlhoff y Marshall, 2008) “...Los diseñadores deben considerar y sopesar todas las implicaciones antes de elegir un material: cómo se siente, se ve, se huele, se mueve, qué tan pesado o liviano es, su durabilidad, costo, la estética y resonancia cultural, impacto ecológico, entre otros...”

Una premisa válida es afirmar que el diseño del material es anterior al diseño del objeto (Manzini, 1993), con lo que el rol del diseñador más allá de elegir un material se amplía a la posibilidad de diseñar el producto desde los materiales que lo traerán a presencia. En este sentido, más allá o junto con elegir, incorporamos una nueva dimensión o nivel a la fase conceptual del diseño de un producto. La Figura 1 ilustra dicha secuencia, donde el estudio y experimentación con las

materia prima (1) permite diseñar y desarrollar propuestas de materiales (2) para finalmente aplicarlos en el diseño de productos (3).

Tradicionalmente, las metodologías en diseño (Asimow, 1969) y diseño de ingeniería (Pugh, 1996; Rosenberg y Eekels, 1998; Pahl *et al.*, 2007) basadas en la premisa que existe un problema

y éste debe solucionarse, abordan el desarrollo sistemático del producto a partir de las especificaciones de diseño (Dym y Little, 2008), acotando el desarrollo de la solución, al considerar las dimensiones complejas de un producto (Aguayo y Soltero, 2006). El producto debe atender en forma estricta a dichas especificaciones, que orientadas a la producción buscan solucionar un problema, lo que visto desde otro horizonte, se resume en metodologías que abordan el desarrollo del producto desde una escala proyectual y permite altos grados de flexibilidad al apoyar el proceso creativo (Esteve, 2001) sustentados en la exploración empírica.

Desde la perspectiva de la presente investigación, el diseño de materiales se aborda prioritariamente desde el espectro visivo (Lefteri, 2007), aportando aspectos perceptivos y formales en la superficie del tablero de *P. radiata*. El objetivo principal de la experimentación es potenciar los aspectos visuales y formales (Rognoli y Levi, 2004) en que estas materias primas no convencionales se hacen presentes, tanto en términos de adición de propiedades desde la perspectiva visual decorativa como sus posibles repercusiones sobre aspectos físico-mecánicos. La integración del producto estructural con la terminación superficial decorativa son estrategias que se vienen implementando, tal como es el caso de los tableros de fibra con superficie

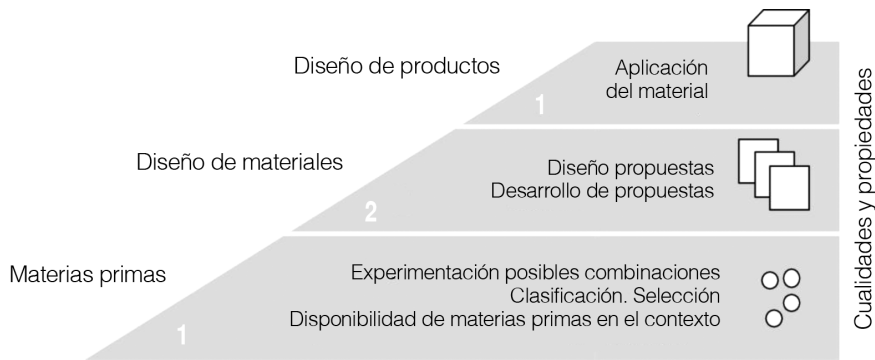


Figura 1. Enfoque metodológico para el diseño de materiales.

coloreada (Beylerian *et al.*, 2008). Esto evita revestir al tablero con una terminación, lo que *a priori* también sigue los planteamientos de las estrategias de ecodiseño por medio de la integración del producto (tablero + terminación) y simplificación de los procesos de instalación al reducir etapas del proceso de fabricación.

La secuencia metodológica plantea una experimentación orientada que asiste el proceso creativo (Munari, 2006) mediante técnicas con el *brainstorming* (Marzal *et al.*, 2004) para el desarrollo de propuestas. Un proceso de análisis y síntesis que busca desarrollar nuevas alternativas a partir de la combinación morfológica (Zwigi, 1969) de las materias primas y los materiales convencionales presentes en el diseño de tableros. El proceso metodológico utilizado en estos casos se desperfila de los planteamientos de diseño sistemático y proceso proyectual (Munari, 2009), donde a partir de la definición de un problema se busca una serie de soluciones. En el presente caso, dos problemas se unen y generan una solución (desechos orgánicos y artificiales por un lado y tableros neutrales que no consideran revestimiento decorativo por el otro). Potenciar el carácter decorativo de los tableros de partículas, a través de la incorporación de materias primas tanto artificiales como naturales nace como una oportunidad de otorgar valor

al producto existente, a través de una estrategia que implica la incorporación de materia prima no convencional en el contexto de la producción de tableros de madera, que gracias a sus cualidades forme parte del rasgo diferenciador del producto. La consistencia material, la percepción y sensación de ésta, y las posibles evocaciones acerca del contexto de origen, son algunos de los aspectos que se desean fortalecer y con ello generar un vínculo afectivo con el usuario, a través de un diseño más emocional (Norman, 2005).

Material y Métodos

En los estudios de tipo exploratorio, o cuando se busca entender con mayor profundidad un fenómeno y aprender de éste, el valor se centra en la riqueza, profundidad y calidad de la información, y no en la cantidad ni la estandarización (Hernández *et al.*, 2006). Este enfoque se alinea con la premisa sustentable y su implementación en la etapa del ciclo de vida del producto para minimizar el impacto medioambiental, para lo cual se centrará en el diseño del material, considerando el uso de materias primas no convencionales como componente diferenciador de las propuestas a un nivel de composición. El producto que se busca desarrollar es un material y, por lo tanto, sus componentes serían las materias primas que lo conforman. Bajo esta pre-

misa se considera la propuesta de estrategias de ecodiseño de Brezet y Van Hemmel, que plantea un enfoque sistémico ampliamente aplicado y validado, definiendo acciones concretas para reducir el impacto ambiental del producto en cada una de las fases de su ciclo de vida. El nivel N° 1 de 'Componente del producto', de la Rueda de las Estrategias de Diseño de Brezet y Van Hemmel (1995), en que

define las acciones de reciclaje y reutilización de algún producto, es análoga a la metodología que se abordó en esta investigación, para el reciclaje de materias primas de origen industrial y de origen natural. El desarrollo del trabajo se abordó en una serie de fases que se describen a continuación:

Observación del medio industrial y contexto territorial

La observación del contexto regional (Región VIII, Chile) se realiza teniendo como foco de interés el registro de desechos industriales y materias naturales, posibles de aplicar en la fabricación de tableros en base a *P. radiata*. Se realiza una clasificación preliminar de estas materias, que se ejemplifica en la Figura 2, estableciendo como criterio su naturaleza, de tipo ferrosa, leñosa, plástica o animal, y su origen industrial o natural. Esta clasificación permite establecer hipótesis asociadas a compatibilidades de tipo máticas y formales.

Experimentación para uso innovativo de materias primas

Esta etapa de experimentación consta de una valoración visual y táctil de las materias primas no convencionales de origen industrial y natural, como fase previa a la conformación de la probeta de ensayo que se someterá a las respectivas normas DIN para su

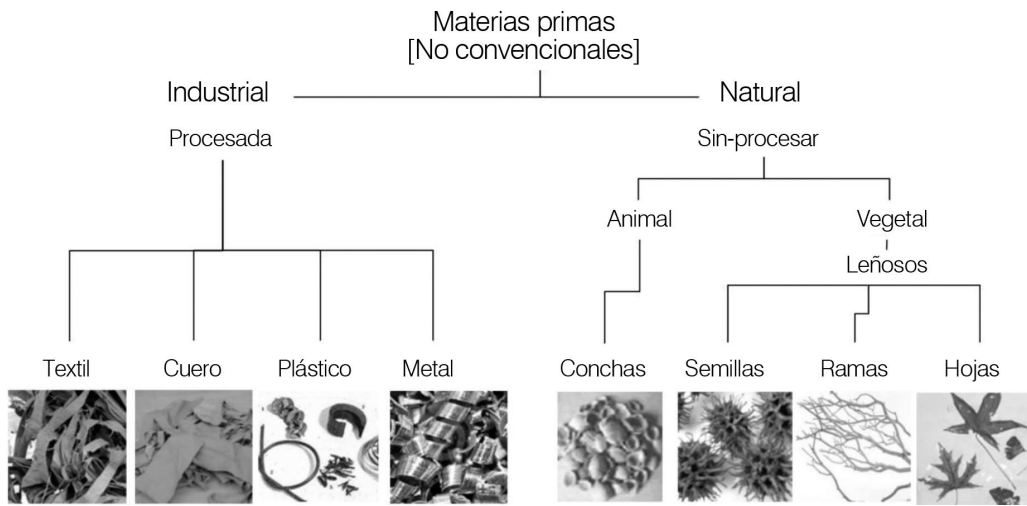


Figura 2. Clasificación y familias materias primas.

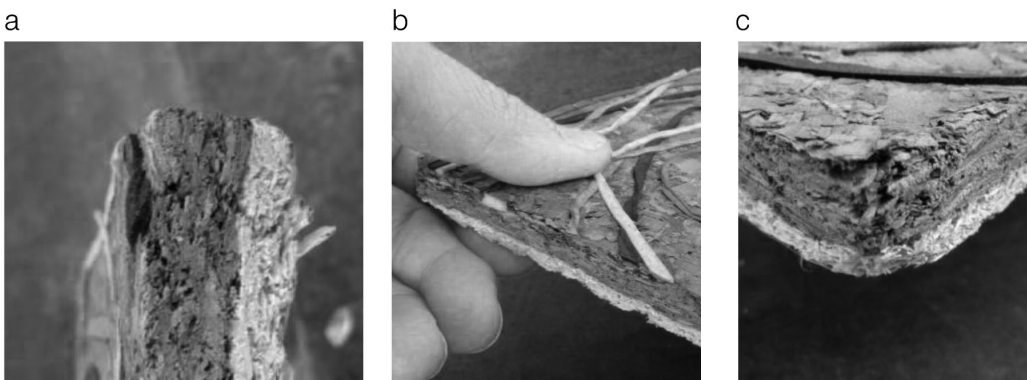


Figura 3. Estudios preliminares de cohesión entre materias primas: estratos en el espesor (a), propiedades táctiles y flexión (b), terminación y vértices (c).

valoración aplicativa en el contexto de aplicación. Se realizaron probetas usando como materia prima base partícula de *P. radiata* y urea formaldehído, experimentando con trozos de cuero a pequeña escala (300% en relación al tamaño de la partícula de *P. radiata*) y proporción (20% del total de la mezcla); retazos de tela (300% en relación al tamaño de la partícula de *P. radiata*) y proporción (20% del total de la mezcla); componentes derivados de la naturaleza de origen vegetal (500% en relación al tamaño de la partícula de *P. radiata*) y proporción (40% del total de la mezcla); componentes derivados de la naturaleza de origen marino, tales como exoesqueletos (200% en relación al tamaño de la partícula de *P. radiata*) y proporción (30% del total de la mezcla). A partir de estas probetas se

seleccionaron las mezclas que presentaron mejor comportamiento a nivel visual y cohesión táctil, como los presentados en la Figura 3, para la elaboración de probetas que serían sometidas a ensayos bajo las normas oficiales DIN según la cualidad a evaluar.

Diseño, fabricación y determinación de propiedades físico-mecánicas

Diseño y elaboración de probetas experimentales. Se define un formato de probeta de 400×400×21mm acorde a las posibilidades de ensayo que ofrece la prensa de platos calientes a nivel de laboratorio. Se incorporan criterios estéticos con los cuales se puede estructurar una composición visual (Wong, 2008), mediante la interrelación de sus formas.

Se realizan bocetos y desa-

rollo formal (Cross, 2008) señalando posibles combinaciones de materias primas en una lista, respetando los formatos de origen. Considerando criterios de composición y equilibrio (Donis y González, 2008), en los que se valoran resultados visivos, se realizan propuestas para cada uno de los materiales compuestos definidos (01, 02, 03, 04, 05, 06), tal como se puede apreciar en la Figura 4. Una vez concretadas las alternativas a nivel proyectual, se seleccionan las propuestas para la elaboración de probetas de ensayos físico-mecánicos.

La fase constructiva está marcada por la utilización de una base de partículas de *P. radiata* y urea formaldehído que debe dar por resultante un espesor de 19mm que otorga un sustrato regular, al cual se le adiciona material que como

resultante entregará 2mm de materia prima no convencional cohesionada superficialmente con la materia prima base. El ligante urea formaldehído se aplica en iguales proporciones para todas las mezclas. La definición de espesor de 21mm tiene sentido al observar formatos comerciales para tableeros de partículas.

Las propiedades de cualquier tablero elaborado con material leñoso se ven afectadas por muchos factores que participan en el proceso productivo. Cada propiedad que logre el material, es el reflejo de la manera en que participaron las variables en la producción. Sin embargo, existe un grupo de ensayos que resultan indispensables para la presentación del producto y para identificar fallas que puedan haber ocurrido en el proceso de producción. Para realizar los ensayos se considera, principalmente, la Norma DIN, puesto que es la más utilizada por la industria nacional de productos semielaborados.

Propiedades físicas. Como propiedades físicas se consideran el espesor, el contenido de humedad, la densidad y el perfil de densidad.

- Espesor: según la Norma Alemana DIN 52360, consiste en tomar las medidas de espesor en cinco puntos de las probetas a 25mm de cada esquina y en el centro.

- Contenido de humedad: según la Norma Alemana DIN 52361, parte 1, el ensayo de humedad consiste en tomar las diferencias de peso entre las probetas húmedas y secas, luego de permanecer en la estufa hasta peso constante.

- Densidad: según la Norma Alemana DIN 52361, el ensayo se efectúa con probetas climatizadas determinándose el volumen y el peso de la probeta. El resultado se expresa como el cociente entre ambas mediciones en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ o en $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

- Perfil de densidad: el ensayo entrega información respecto de la variación de la densidad en el espesor del tablero. La

TABLA I
PROPIEDADES MECÁNICAS DE TABLERO DE PARTÍCULAS
DE *Pinus radiata* + HEBRAS DE CUERO

Propiedades	Probeta I	Probeta II	Probeta III
Contenido humedad (%)	12,63 (%)	13,30 (%)	12,70 (%)
Densidad ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	1,094 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	1,078 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	731 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Densidad máxima	1,378 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	1,358 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	921 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Superficial media	490 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	483 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	327 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Espesor	21 (mm)	22 (mm)	20 (mm)
Densidad ρ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	$150 < \rho \leq 400$	$400 < \rho \leq 800$	$800 < \rho \leq 1800$
Hinchamiento H (%)	25	12	5
Resistencia a la flexión ($\text{kN}\cdot\text{cm}^{-2}$)	-	1,4	2,0
Resistencia a la tracción ($\text{kN}\cdot\text{cm}^{-2}$)	-	e= 20mm: 0,036 e= 20mm: 0,030	No hay parámetros
Densidad ρ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	$150 < \rho \leq 400$	$400 < \rho \leq 800$	$800 < \rho \leq 1800$
Hinchamiento H%	-	5,3 y 11,4	4,7 y 5,0
Resistencia a la flexión ($\text{kN}\cdot\text{cm}^{-2}$)	-	1,4	2,0
Resistencia a la tracción ($\text{kN}\cdot\text{cm}^{-2}$)	-	e= 20mm: 0,036 e= 20mm: 0,030	No hay parámetros

estabilidad del espesor de un tablero es una propiedad que permite prever de qué manera se comportará el material frente a las condiciones ambientales y, con ello, determinar el contexto adecuado para su uso. El valor de hinchamiento de un tablero refleja la estabilidad dimensional ante variaciones de las condiciones de humedad ambiental, cuyo valor se calcula midiendo el espesor antes y después de mantenerlo en un baño en agua a temperatura constante de 20°C durante 2 y 24h, según la Norma Alemana DIN 52364.

Propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas de un material determinan su clasificación y puesta en valor relativa a la pertinencia de sus ámbitos de uso. Los estudios realizados en laboratorio permiten obtener información precisa de la resistencia de los materiales sometida a diferentes sollicitaciones (Tabla I). En este caso, considerando que el objetivo de este estudio no radica en el aspecto técnico del desarrollo de materiales, las probetas seleccionadas fueron sometidas a los ensayos de flexión estática y tracción perpendicular.

- Flexión estática: según la Norma DIN 52362, se ensayan probetas de sección rectangular y dimensiones de 50mm por un ancho variable, equivalente a 10 veces el espesor

más 50mm. El ensayo se realiza en una máquina Instron, aplicando una fuerza progresiva perpendicular a la probeta y en su centro, con una distancia entre apoyos de 200mm.

- Tracción Perpendicular: según la Norma DIN 52365, se cortan probetas de dimensiones 50x50mm que deberán pegarse entre mordazas y ser

traccionadas en la máquina Instron hasta la rotura. La división de la carga máxima por la superficie de la probeta se define como valor de tracción.

Se realizan ensayos para estudiar propiedades físicas: contenido de humedad, densidad, perfil de densidad, densidad máxima, densidad superficial media e hinchamiento, y

para estudiar propiedades mecánicas: flexión estática, tracción perpendicular.

La densidad del tablero tipo A se puede determinar según requerimientos. Los tableros de partículas con densidad entre 570 y 700 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ presentan un hinchamiento máximo de 25 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. En el caso de las probetas 1 y 2 del tablero tipo A se tiene una densidad entre 150 y 400 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, por lo que el hinchamiento es equivalente al tablero de partículas de *P. radiata* referenciado. Para una densidad entre 400 y 800 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, el hinchamiento del tablero tipo A se reduce a 12 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, evidenciándose que a mayor cantidad de cuero incorporado, el tablero mejora su resistencia a la absorción de agua, infiriéndose que este tipo de tableros podría presentar mejores prestaciones en contexto de uso mayormente expuestos a este requerimiento. Los parámetros de flexión y tracción son similares a los referenciados al contrastar con tableros de partículas.

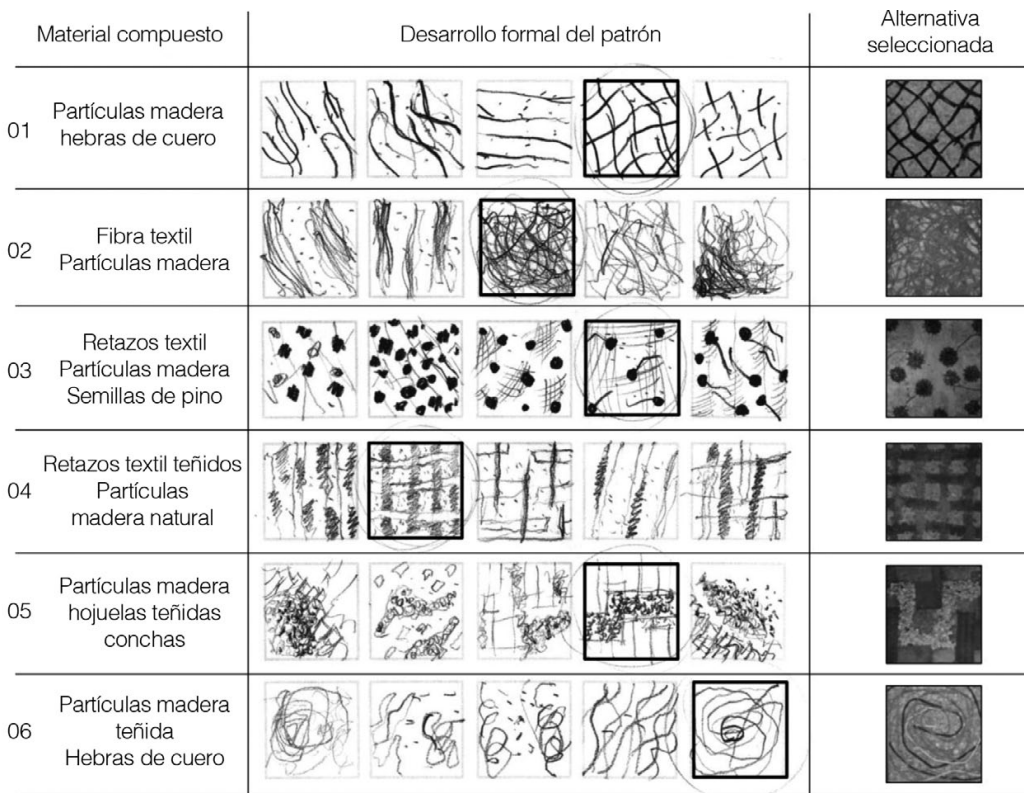


Figura 4. Desarrollo formal de patrones basados en combinaciones de materias primas elegidas.

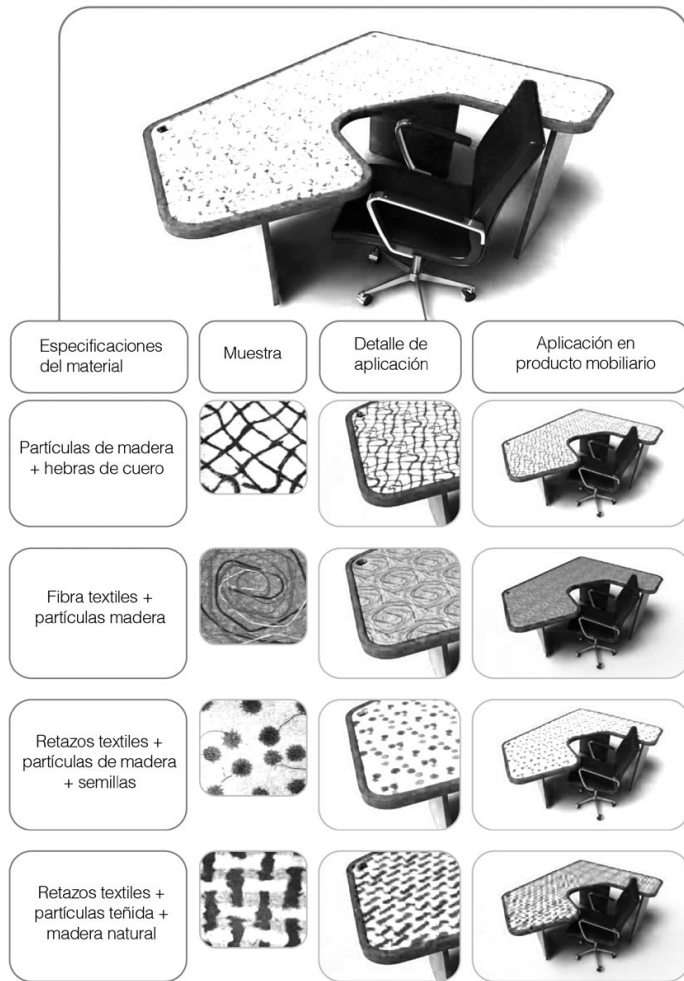


Figura 5. Material y aplicación en contexto de producto.

Determinación de propuestas aplicativas en el campo de la arquitectura y el diseño

Se sugiere una serie de aplicaciones en productos y en contextos arquitectónicos a partir de las características visuales de los materiales obtenidos. Las potencialidades de estos materiales como revestimiento decorativo orientan el campo de aplicación, ejemplificándose casos como los que a continuación se presentan en las Figuras 5 y 6.

Resultados y Discusión

La amplia gama de materias primas no convencionales recopiladas en el contexto local permitió generar un amplio abanico de posibilidades en el proceso exploratorio lo que

consecuentemente repercutió sobre la diversidad y tipologías de alternativas desarrolladas. En la etapa de diseño experimental se elaboraron probetas para evaluar compatibilidades visuales y táctiles, descartando avances en la investigación de las propiedades de aquellas que presentaron debilidades de tipo superficial asociadas al desprendimiento de la materia innovativa por incompatibilidad con la base de *P. radiata* y fragilidad ante la presión del proceso productivo con uso de prensa de platos calientes (exoesqueletos marinos); estética ligada al daño por elevada temperatura (textiles); y, trabajabilidad vinculada a cortes de formateo mecánico (semillas, exoesqueletos marinos).

En términos de que se replicó a nivel de laboratorio el

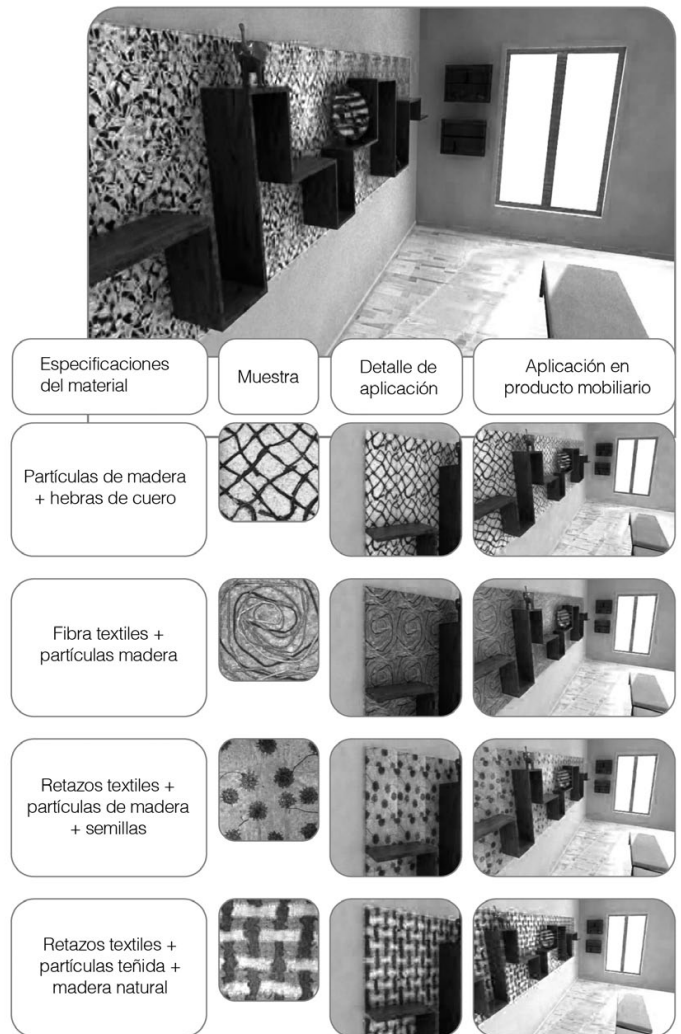


Figura 6. Material y aplicación en contexto de arquitectura.

procedimiento empleado en la elaboración de tableros de partículas según Norma Chilena 760. Of. 73 (<http://servicios.ebco.cl:5306/BibliotecaTecnica/Normas/NCH%200760%20OF1973.pdf>), las probetas que se realizarán para análisis físico-mecánico de la mezcla *P. radiata* - urea formadehído - cuero, son evaluadas según normas establecidas para igual tipología de tableros.

El cuero es compatible con la mezcla básica, lo que supondría una posibilidad de desarrollo industrial favorable hacia un tablero que contenga menor cantidad de *P. radiata* y mayor cantidad de cuero, lo que se constituye en un aporte positivo a la resistencia a la absorción de humedad y una oportunidad para el uso de desechos industriales.

Conclusiones

El diseño de materiales asumido desde el Diseño Industrial es algo relativamente nuevo en Chile. La mediana y gran industria de productos reconstituidos de la región, se presentan como oportunidades para desarrollar esta investigación; la primera, dada la precariedad de los productos que fabrica y dado que los procesos productivos todavía pueden optimizarse bastante, su capacidad e influencia en el mercado regional y nacional, se presentan como una oportunidad para ofrecer nuevas vías de desarrollo para un contexto local; y la segunda, dado que posee una importante capacidad tecnológica y productiva, así como la

capacidad económica para posicionar nuevos productos en el mercado nacional e internacional.

La combinación entre *P. radiata* y diferentes materias primas no convencionales obtenidas de diversas fuentes; reciclaje de desechos de la industria textil, cuero y plástico, así como la incorporación de materias naturales presentes en la geografía regional, constituye una alternativa de diferenciación e identificación del material desde el punto de vista visivo-estético. El material resultante integra cualidades estructurales y visuales de terminación, alineándose con estrategias de sustentabilidad como reciclaje y reutilización impactando en el gasto energético del ciclo de vida del producto.

Las propiedades visivas aportadas al tablero a partir de la materia prima no convencional son la clave diferenciadora y un atributo visual que consolida las propuestas como material de revestimiento decorativo. Finalmente se considera un futuro estudio de viabilidad económica y productiva para evaluar su implementación en un contexto productivo y de mercado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad del Bío-Bío el

financiamiento del Proyecto de Investigación DIUB 041204 3/3, que hizo posible este trabajo; al Centro de Materiales Compuestos de la Universidad del Bío-Bío, representado por Cynthia Droguette, por facilitar los medios posibles para la realización de este trabajo y a la Industria Masisa S.A. Planta Mapal, la donación de adhesivos y partículas de *P. radiata* para la experimentación.

REFERENCIAS

Aguayo F, Soltero V (2006) *Metodología del Diseño Industrial*. Alfaomega. Madrid, España. 656 pp.

Asimov M (1962) *Introduction to Design*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ, EEUU. 135 pp.

Beylerian GM, Dent A, Quinn B (2008) *Ultramateriales. Formas en que la Innovación en los Materiales Cambia el Mundo*. 1ª ed. Blume. Barcelona-España. 288 pp.

Braungart M, McDonough W (2005) *De la Cuna A la Cuna. Rediseñando la Forma en que Hacemos las Cosas*. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 190 pp.

Bhamra T (2004) Ecodesign: the search for new strategies in product development *Proc. Institution of Mechanical Engineers, Part B: Engineering Manufacture* 218: 557-569.

Capuz S,k Gomez T, Vivancos J, Viñoles R, Ferrer P, López R, Bastante M (2002) *Ecodiseño: Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles*. Universidad Politécnica de Valencia. España. 268 pp.

Cross N (2008) *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*. 4ª ed. Wiley. Chichester, RU. 230 pp.

Donis A, González J (2008) *La Sintaxis de la Imagen. Introducción al Alfabeto Visual*. 1ª ed. Gili. Barcelona, España. 214 pp.

Dym C, Little P(2008) *Engineering Design: A Project Based Introduction*. 3ª ed. Wiley. Nueva York, EEUU. 352 pp.

Erlhoff M, Marshall T (2008) *Design Dictionary. Perspectives on Design Terminology*. Birkhäuser. Basilea, Suiza. pp. 257-258.

Esteve A (2001) *Creación y Proyecto. El Método en Diseño y Otras Artes*. Institució Alfons el Magnànim. Valencia. España. 155 pp.

Hernández Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P (2006) *Metodología de la Investigación*. 4ª ed. McGraw Hill. México. 565 pp.

Jones C (1992) *Design Methods*. 2ª ed. Van Nostrand Reinhold. Nueva York, EEUU. 448 pp.

Lefteri C (2007) *Materials for Inspirational Design*. RotoVision. East Sussex, RU. 256 pp.

Lira-Olivares J (2002) Editorial. *Rev. LatAm. Met. Mat.* 22: 1-2.

Manzini E (1993) *La Materia de la Invención. Materiales y Proyectos*. CEAC. Barcelona, España. 254 pp.

Marjanović D (2011) Design Research and Education: A University Perspective. En Birkhofer H (Ed.) *The Future of Design Methodology*. Springer. Londres, RU. pp. 261-273.

Marzal JA, Diego Más JA, Artacho MA (2004) *Diseño de Producto: Métodos y Técnicas*. Alfaomega. Madrid, España. 378 pp.

Munari B (2006) *Fantasia Invenzione, Creatività e Immaginazione nelle Comunicazione Visive*. Laterza. Roma, Italia. 219 pp.

Munari B (2009) *¿Cómo Nacen los Objetos?: Apuntes para una Metodología Projectual*. 1ª ed. Gili. Barcelona, España. 385 pp.

Norman D (2005) *El Diseño Emocional: Por qué nos Gustan (o no) los Objetos Cotidianos*. Paidós. Barcelona, España. 279 pp.

Pahl G, Beitz W, Feldhuse J, Grote KH (2007) *Engineering Design. A Systematic Approach*. 3ª ed. Springer. Londres, RU. 640 pp.

Papanek V (1984) *Design for the Real World. Human Ecology and Social Change*. Thames y Hudson. Londres, RU. 394 pp.

Pugh S (1996) *Creating Innovative Products Using Total Design*. 1ª ed. Addison Wesley Longman. Reading, MA, EEUU. 592 pp.

Repetto R, Rothman D, Faeth P, Austin D (1997) Has environmental protection really reduced productivity growth? *Challenge* 40: 46-57.

Rognoli V, Levi M (2004) *Materiali per il Disegno: Espressività e Sensorialità*. Polipress. Milan, Italia. 192 pp.

Rozenburg, N, Eekels J (1996) *Product Design: Fundamentals and Methods*. Wiley. Chichester, RU. 422 pp.

Wong W (2008) *Fundamentos del Diseño*. 1ª ed. Gili. Barcelona, España. 352 pp.

Zwicky F (1969) *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*. MacMillan. Toronto, Canadá. 276 pp.