



DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE MATS DE YOGA Y POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE APOYO PARA LA PRÁCTICA DEL YOGA

Proyecto para optar al título de Diseñadora Industrial

Pamela Sandoval Amaro
Profesora guía: Andrea Wechsler Pizarro

Santiago, Marzo 2019.



DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE MATS DE YOGA Y
POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE APOYO PARA LA PRÁCTICA DE YOGA

Proyecto para optar al título de Diseñadora Industrial

Pamela Sandoval Amaro

Profesora guía: Andrea Wechsler Pizarro

Santiago, Marzo 2019

Agradezco a Andrea, mujer inspiradora y gran profe guía. A la Clau, compañera de laboratorio por responder todas mis dudas con la mejor disposición siempre. A Pablo por el apañe en los intentos fallidos y este.

A la Academia Chilena de Yoga por apoyar con material, espacio y buenas vibras.

Al LICTEX de la USACH por la buena disposición que no encontré en otros laboratorios incluso más cercanos.

A la Jess por tanta disposición y apañe sincero.

A mis amigas ya diseñadoras por sus granitos ahora y en toda la carrera, aguante Javi y Vir.

A mis amiguitas que no tienen nada que ver con diseño pero que me apañaron como pudieron; Javi, Coca y Nico infinitas gracias, amora gracias por cuidarme y acompañarme tanto.

Se concluye este proyecto y se cierra esta aventura, y si hay personas que me apoyan en cada aventura, idea y locura que se me ocurre son mis paires, gracias Leonard y Pamela por su apoyo incondicional, por ser realmente jugados.

Y a ti también JMaster, porque siempre hubo apoyo, en todo lo que me llevó a esto, en todas las vueltas que tuvieron y no que ver.

INDICE			
I INTRODUCCIÓN	13		
II REVISIÓN DE LITERATURA	17		
1. Yoga	18		
1.1 Yoga moderno y occidentalización	19		
1.1.1 Nuevo usuario	20		
1.1.2 Yoga y el comercialismo	23		
2. Mats de yoga	24		
2.2 Encuesta a usuarios	26		
2.3 Materialidades	29		
2.4 Estado del arte	30		
2.4 Propuestas más sustentables y ecológicas	31		
2.4.1 Mats	31		
2.4.2 Campañas de reciclaje y reutilización	32		
3. Revisión bibliográfica respecto al impacto ecológico y toxicidad del PVC	33		
4. Yoga props	37		
4.1 Iyengar yoga y origen de los props de yoga	37		
4.2 Estado del arte de props de yoga	37		
III TRABAJO DE CAMPO	45		
1. Observación en terreno	46		
1.1 Identificar el uso de props relevantes en clases de yoga	46		
1.2 Registro visual, escrito y análisis del uso de props	48		
		1.3 Procesamiento de resultados estadísticos	48
		1.3 Determinación de requisitos y conclusiones	49
		1.5 Parámetros de sustentabilidad	53
		2. Entrevistas	54
		III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	55
		2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos	56
		2.1 Selección del aglomerante a utilizar	56
		2.1.1 Definición requisitos relevantes	56
		2.2 Obtención de la materia prima: mats de PVC en desuso	57
		2.2.1 Campaña de recolección "Recicla tu mat": Difusión y recolección	57
		2.2.1.1 Difusión a través de redes sociales, afiches en academias, escuelas y salas de yoga	57
		2.2.1.2 Acogida y feedback de la gente	58
		2.3 Procesamiento de mat	59
		2.3.1 Seccionar	59
		2.3.2 Molienda	59
		2.3 Desarrollo material	60
		2.3.1 Mezcla componentes del material	60
		2.3.2 Molde y prensado	61
		2.3.3 Secado	61
		2.3.4 Selección cualitativa de mezclas relevantes	62
		2.3.5 Selección y refinamiento de proporciones y terminaciones de las pruebas que cumplan de mejor manera los requerimientos iniciales.	62

2.3.6 Selección final del material	62	4.2.2 Moldeado y prensado	71
3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados	63	4.2.3 Evaluación y selección cualitativa de muestras	71
3.1 Someter material seleccionado a ensayos y pruebas según su futuro uso	63	4.2.4 Desarrollo prototipo final	71
3.1.1 Ensayos Físicos	63	4.2.4.1 Molde	71
3.1.1.1 Densidad	63	4.2.4.2 Prensado, secado y desmoldaje	72
3.1.1.2 Contenido de humedad	63	4.3 Validación prototipo con usuarios	72
3.1.1.3 Absorción de agua	64	4.3.1 Observación en terreno del prototipo en prácticas de yoga	72
3.1.1.4 Espesor Hinchamiento	64	4.3.1.1 Registro visual y escrito del uso del ladrillo	72
3.1.2 Ensayos mecánicos	65	4.3.1.2 Evaluación y validación en base a requisitos iniciales	72
3.1.2.1 Compresión	65	4.3.1.3 Procesamiento de resultados	73
3.1.2.2 Tracción	65	IV RESULTADOS Y CONCLUSIONES	75
3.1.2.3 Desgaste y abrasión	66	2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos definidos según el uso de props de yoga	76
3.1.3 Pruebas de trabajabilidad	67	2.1 Selección de aglomerante	76
3.1.3.1 Corte	67	2.1.1 Definición de requisitos relevantes	76
3.1.3.3 Perforado	67	2.1.2 Análisis comparativo entre aglomerantes	76
3.1.3.4 Moldeabilidad	67	2.2. Procesamiento de la materia prima	77
4.1 Desarrollo formal	68	2.2.1 Molienda	77
4.1.1 Análisis resultados estado del arte y observación en terreno en base a usuario, uso, forma y materialidad.	68	2.3 Desarrollo de material	79
4.1.2 Propuesta formal	68	2.3.4 Selección cualitativa de mezclas relevantes	84
4.1.3 Generación de modelos	69	2.3.5. Selección y refinamiento de proporciones y terminaciones de las pruebas que cumplan de mejor manera los requerimientos iniciales.	85
4.2 Fabricación de probetas y prototipos	69	2.3.6. Selección final de material	87
4.2.1 Desarrollo moldes y matrices para probetas y muestras	69	3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los	89
	69		89

requerimientos identificados.	89	4.6.1 Observación en terreno del prototipo en prácticas de yoga	118
3.1 Ensayos Físicos	89	4.6.1.1 Registro visual y escrito del uso del ladrillo	118
3.1.1 Densidad	89	4.6.1.2 Evaluación y validación a través de requisitos iniciales	120
3.1.2 Contenido de humedad	90	4.6.1.3 Procesamiento de resultados	121
3.1.3 Absorción de agua	91	5. Conclusiones	124
3.1.4 Hinchamiento	91	LISTA DE REFERENCIAS	126
2. Ensayos mecánicos	92	ANEXOS	127
2.1 Compresión	92		
2.2 Tracción	93		
2.3 Desgaste y abrasión	94		
3. Pruebas de trabajabilidad	98		
3.1 Corte	98		
3.2 Lijado	100		
3.3 Perforado	101		
3.4 Moldeabilidad	102		
4. Desarrollar elementos de apoyo en la práctica de yoga según su uso más frecuente.	103		
4.4 Desarrollo formal	103		
4.4.1 Análisis resultados estado del arte y observación en terreno en base a usuario, uso, forma y materialidad.	103		
4.4.2 Propuesta formal	106		
4.4.3 Generación de modelos	109		
4.5 Fabricación de probetas y prototipos	110		
4.5.2 Moldeado y prensado	111		
4.5.3 Evaluación y selección cualitativa de muestras	114		
4.5.4 Desarrollo prototipo final	115		
4.6 Validación prototipo con usuarios	118		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Yogi Indio 1949 (Revista Life, Mayo 1949)	20	Figura 26: Molinillo eléctrico y proceso de molienda.	60
Figura 2: Perfil de usuario . Elaboración propia	21	Figura 25: Resultado de molienda mecánica	60
Figura 3: Publicidad de ropa deportiva.	24	Figura 27: Proceso de mezcla de material	60
Figura 4: Evento masivo de yoga “Wanderlust” en Chile.	24	Figura 28: Molde para realizar probetas	61
Figura 6: Esquema de los 8 pasos del yoga de Patanjali.	25	Figura 29: Proceso de pesa de componentes	61
Figura 5: Yogis Indios practicando sobre mantas.	25	Figura 30: Prensa xilográfica	61
Figura 7: Mats sustentables. Elaboración propia	32	Figura 31: Máquina Zwick Roell Z005 para ensayo de compresión	65
Figura 8: Ciclo de vida circular de Manduka.	32	Figura 32: Máquina Instron para ensayo de tracción	65
Figura 9: Propuesta de ciclo de vida del proyecto.	33	Figura 33: Abrasímetro Taber para prueba de desgaste y abrasión	66
Figura 10: Funciones del ladrillo. Elaboración propia	41	Figura 34: Molde para ensayo de moldeabilidad.	67
Figura 12: Combinaciones de props para una postura.	42	Figura 35: Moldes para probetas de textura superficial	70
Figura 11: Altura con props de yoga. Elaboración propia	42	Figura 36: Proceso de termoformado de molde de textura profunda	70
Figura 13: Materialidades de props Elaboración propia	42	Figura 37: Proceso de producción de molde de prototipo final	71
Figura 15: Función y zonas de contacto de props.	43	Figura 38: Colores obtenidos en la molienda.	78
Figura 14: Materialidades de ladrillos Elaboración propia	43	Figura 39: Residuo de molienda	78
Figura 16: Caracterización de los props. Elaboración propia.	44	Figura 41: Síntesis de obtención de material. Elaboración propia	78
Figura 17: Improvisación de props. Elaboración propia.	49	Figura 40: Mezcla de color para material	78
Figura 18: Mezcla de props según uso y material.	51	Figura 42: Probeta 1	79
Figura 19: Zonas de contacto ladrillo. Elaboración propia.	53	Figura 43: Probeta 2	79
Figura 20: Requisitos ladrillo. Elaboración propia.	53	Figura 44: Probeta 3	80
Figura 21: Logotipo de campaña “Recicla tu mat” .	58	Figura 45: Probeta 4	80
Figura 22: Presencia en redes sociales de la campaña “Recicla tu mat”.	58	Figura 46: Probeta 5	80
Fuente: Facebook e Instagram	58	Figura 47: Probeta 6	81
Figura 23: Proceso de picado de mats.	59	Figura 48: Probeta 7	82
Figura 24: Resultado de picado de mats.	59		

Figura 49: Probeta 8	82
Figura 50: Probeta 9	82
Figura 51: Probeta 9	83
Figura 52: Probeta 10	83
Figura 53: Probeta 11	86
Figura 54: Probeta 12	86
Figura 55: Comparación muestra con y sin barniz	88
Figura 56: Probetas PVC ensayo compresión	92
Figura 57: Probetas EVA ensayo compresión	92
Figura 57: Probetas PVC+ PU ensayo tracción	93
Figura 58: Resultados ensayo de desgaste	95
Figura 59: Resultados ensayo de desgaste en mat de yoga	97
Figura 60: Resultados ensayo de corte con cuchillo	98
Figura 61: Resultados ensayo de corte con tijeras	99
Figura 62: Resultados ensayo de corte con cierra	99
Figura 63: Resultados ensayo de lijado con lijadora	100
Figura 64: Resultados ensayo de lijado con esmeril	100
Figura 65: Resultados ensayo de perforación	101
Figura 66: Resultados ensayo de moldeabilidad	102
Figura 67: Resultados ensayo de moldeabilidad	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Estudio de mercado mats en Chile. Elaboración propia	30
Tabla 2: Cantidad de prácticas en 10 meses en Academia Chilena de Yoga. Elaboración propia	48
Tabla 3: Requisitos props. Elaboración propia	52
Tabla 4: Evaluación ladrillos del mercado por entrevistada 1. Elaboración propia	54
Tabla 5: Evaluación ladrillos del mercado por entrevistada 2. Elaboración propia	54
Tabla 6: Matriz de selección aglomerante. Elaboración propia	57
Tabla 7: Matriz comparación cualitativa de muestras. Elaboración propia	62
Tabla 8: Matriz comparación cualitativa entre block de madera y nuevo material. Elaboración propia	69
Tabla 9: Matriz comparación cualitativa entre ladrillos para validación. Elaboración propia	73
Tabla 10: Requisitos para selección de aglomerantes. Elaboración propia	76
Tabla 11: Aglomerantes seleccionados. Elaboración propia	77
Tabla 12: Proceso de mezcla probetas 1 y 2. Elaboración propia	79
Tabla 13: Proceso de mezcla probetas 3,4 y 5. Elaboración propia	80
Tabla 14: Proceso de mezcla probeta 6. Elaboración propia	81
Tabla 15: Proceso de mezcla probetas 7,8,9 y 10.	82
Tabla 16: Comparación cualitativa de muestras.	85
Tabla 17: Proceso de mezcla de probetas 11 y 12.	85
Tabla 17: Comparación probetas 3 y 12.	87

Tabla 19: Pesos de muestras con barniz. Elaboración propia	90
Tabla 18: Pesos de muestras sin barniz. Elaboración propia	90
Tabla 20: Resultados ensayo compresión muestra material PVC + PU. Elaboración propia	92
Tabla 21: Resultados ensayo compresión muestra EVA. Elaboración propia	92
Tabla 21: Resultados ensayo tracción muestra material PVC + PU. Elaboración propia	93
Tabla 23: Resultados ensayo de desgaste. Elaboración propia	96
Tabla 24: Resultados ensayo decorte con cuchillo.	98
Tabla 25: Resultados ensayo decorte con tijeras.	98
Tabla 25: Resultados ensayo decorte con cierra.	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva . Fuente: Ministerio del deporte.	23
Gráfico 2: Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva según género Fuente: Ministerio del deporte.	23
Gráfico 5: Cantidad de mats de encuestados.	26
Gráfico 3: Género encuestados.	26
Gráfico 4: Edad encuestados.	26
Gráfico 6: Factores de selección de mats encuestados.	27
Gráfico 7: Conocimiento de materialidades encuestados.	27
Gráfico 8: Usos de mats en desuso encuestados.	27
Gráfico 9: Factores de selección segundo mat encuestados.	28
Gráfico 10: Materialidades mats en mercado chileno.	30
Gráfico 10: Materialidades mats en tiendas no especializadas en yoga . Elaboración propia	31
Gráfico 11: Uso de props en prácticas de yoga.	48
Gráfico 12: Props utilizados en prácticas de yoga.	48
Gráfico 13: Funciones de props. Elaboración propia	49
Gráfico 14: Funciones de ladrillo. Elaboración propia	49
Gráfico 15: Funciones de frazada. Elaboración propia	50
Gráfico 17: Props utilizados para amortiguación.	50
Gráfico 16: Props utilizados para altura. Elaboración propia	50
Gráfico 18: Zonas de contacto altura. Elaboración propia	51
Gráfico 20: Zonas de contacto con frazada como altura. Elaboración propia	51

Gráfico 19: Zonas de contacto con ladrillo. Elaboración propia	51
Gráfico 21: Resultados comparativos ensayo de compresión.	92
Gráfico 21: Resultado ensayo de tracción.	93
Elaboración propia	93



I Introducción

Si bien la práctica del yoga tiene sus orígenes hace más de 5000 años y se relaciona directamente con el desarrollo espiritual, pureza y salud lamentablemente desde hace poco más de 40 años está generando desechos tóxicos.

Con la masificación en occidente de esta práctica se crea, introduce y populariza rápidamente el yoga mat, produciéndose en masa y exponencialmente a medida que esta disciplina se ha ido popularizando. Son incontables las marcas y productores que existen hoy en día, y si bien existen empresas que se preocupan por tener procesos productivos responsables con el medioambiente y utilizar materias primas ecológicas, biodegradables o con un menor impacto medioambiental, la gran mayoría de mats vendidos, al menos el primero que adquiere un practicante, son de PVC. Esto se debe a que son los mats más económicos y cumplen los requerimientos básicos que se buscan en una de estas esterillas que son el antideslizamiento y amortiguación, el problema es que son altamente contaminantes y muy difíciles de reciclar.

Alrededor del mundo son muy pocas las empresas que han desarrollado medidas para hacerse cargo del gran impacto ambiental que produce no solo el desecho de estas esterillas sino también su producción. Ya que factores que terminan su vida útil son el desprendimiento superficial, suciedad y mal olor, es muy difícil darles otro uso en su estado original. Aún así existen muy pocas campañas de recolección de los mats en desuso, entre ellas las que buscan darle una similar función en albergues de personas o animales, en cuyos

casos durarían poco tiempo más y acabarían de igual manera como desecho en la basura, liberando gases tóxicos.

Es aquí donde considero que hay una oportunidad de utilizar de alguna otra manera este material y surgen las preguntas ¿Es posible darle una segunda vida a los yoga mats? ¿Se pueden reciclar? ¿Es posible generar un nuevo material con estos residuos?

Por otra parte y contemporáneos a los mats surgen los “yoga props”, que son elementos utilizados dentro de la práctica física que apoyan y potencian las asanas o posturas, ayudando a aprender a practicar e indicando cuáles son las fuerzas y acciones correctas a realizar en cada una de las posturas. Permiten elongarse más allá de nuestros límites habituales, ayudando a refinar las posturas además de sanar lesiones. Un yoga prop puede ser muy efectivo cuando hay dificultades, mucha rigidez en los músculos, miedo o debilidad. Los ejemplos más conocidos y usados de estos elementos son ladrillos de madera, almohadones, frazadas, cintos y cuerdas.

La práctica del yoga es muy personal, no podemos compararnos unos a otros, cada persona tiene sus propios ritmos, capacidades y cuerpos diferentes también, siendo lo más frecuente practicar en grupo, específicamente en el área de las asanas o posturas que es donde se aplican los props, cada uno tiene que buscar su límite, sin

forzar ni ser violentos con su cuerpo, no hay que entrar en comparaciones ni exigencias abruptas y bruscas, es por esto que los props ayudan tanto y de manera diferente a cada persona.

Cada persona tiene sus propios requerimientos y necesidades y es así como también muchas veces se improvisan props que ayudan en zonas específicas del cuerpo en medidas específicas también. Estas observaciones como practicante me dejaron ver otra oportunidad: fabricar props de yoga a partir de los mats en desuso. Si ya, intuitivamente, hay instructores y practicantes que los utilizan e improvisa props de manera improvisada ¿Por qué no fabricarlos a partir del mismo desecho que se genera con la práctica? Así se podrían realizar props durables, que se adecúen a necesidades específicas y que no están siendo cubiertas por otros props ya existentes.

Viendo estas posibilidades es una buena oportunidad para aprovechar un material y elemento contaminante que se desecha frecuentemente como son los mats en desuso, para contrarrestar el impacto medioambiental que generan, aprovechándolos como una nueva materia prima para la fabricación de elementos que ya se utilizan en las práctica de asanas de yoga, formando así un círculo donde se pueda tomar el desecho que se genera en una disciplina, aprovecharlo y reintegrarlo a esta misma pero con una nueva forma y función.

Así este proyecto busca dar solución a esta problemática a través del siguiente objetivo general:

Desarrollar un material compuesto basado en mats de yoga de PVC en desuso para fabricar elementos de apoyo para la práctica de yoga.

Para llevar a cabo este, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Definir requerimientos técnicos y parámetros de sustentabilidad del material a desarrollar de acuerdo al uso de los props de yoga.
2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos definidos según el uso de props de yoga
3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados
4. Desarrollar elementos de apoyo en la práctica de yoga según su uso más frecuente.

The background of the slide is a dense, textured purple color, resembling a close-up of a plant or a rough fabric. The texture is uneven, with darker and lighter shades of purple creating a complex, organic pattern.

II Revisión bibliográfica

1. Yoga

Yoga es una práctica que nace en Oriente 5000 años atrás. Etimológicamente se traduce como “juntar, unir o concentrarse”. En esencia se describe como un medio de unión o un método de disciplina.

Definir qué es el Yoga resulta complejo, ya que es un sistema completo que busca integrar tanto el bienestar físico, mental, emocional y espiritual de quien lo practique.

Ayuda a restaurar el equilibrio entre nuestros pensamientos y acciones, permitiendo comprender el funcionamiento de la mente a través de las técnicas para controlarla y silenciarla.

Así, el propósito del yoga es unificar las acciones del cuerpo, respiración y mente. Esta unión se produce a través del control consciente del cuerpo para controlar la mente, y se le llama Samadhi: estado de espiritual de consciencia y es el último fin del Yoga.

Este estado de experiencia humana se logra a través de la práctica de 5 métodos o sendas:

1. Gñaña Yoga: Es la vía de la sabiduría y el conocimiento. Es la liberación de la ignorancia a través de la experiencia cognitiva y la profunda adhesión a las enseñanzas espirituales.

2. Bhakti Yoga: Es el sendero del amor devocional, es la entrega a lo divino y adoración a lo superior.

3. Karma Yoga: Es el camino de acción, tanto el hacer como a la acti-

tud frente a la acción y frente a los resultados. Es el servicio voluntario desapegándonos del resultado.

4. Raja Yoga: Es un conjunto de técnicas mentales superiores, es decir, la meditación. Se inclina hacia el desarrollo psicológico para alcanzar la experiencia trascendente.

5. Hatha Yoga: Es el sistema de fortaleza o dominio y armonía del cuerpo como primera etapa en la ascensión hacia el dominio de la mente. Es el opuesto complementario del Raja Yoga.

A través del tiempo y de su popularización, esta práctica considerada como filosofía de vida o ciencia por algunos, ha ido perdido su real naturaleza sólo dándole énfasis al plano superficial o físico, dándole un enfoque más gimnástico, olvidando que el real propósito y potencial es netamente espiritual.

Los diferentes métodos mencionados, a su vez se componen por diversas técnicas, las cuales son distintas formas de llegar al Samadhi. Los métodos no sólo tienen técnicas diferentes, sino que, un método compuesto por las mismas técnicas durante siglos, tienen a su vez diferentes estilos.

El estilo no es un método en sí mismo, sino la forma con que un maestro transmite las enseñanzas de su método.
Es por esto que se conocen tantos “tipos de yoga”

Ejemplo: el Hatha Yoga es un método que tiene diferentes estilos, como : el Shadanga Yoga de Goraksha Nath, el Sapta Yoga de Gheranda o bien, el Iyengar Yoga del mismo B.K.S Iyengar.

Por otra parte 200 años a.C el yoga fue sistematizado por Maharishi Patanjali en su obra “Yoga Sutras” compuesta por 196 aforismos en los que describe el Raja Yoga o el camino de los ocho pasos, el cual es conocido como “yoga clásico”. Patanjali es a menudo considerado el padre del yoga y sus yoga sutras aún influencia fuertemente todos los estilos de yoga moderno. Los ocho pasos de Patanjali contiene los pasos para obtener la “iluminación”.
Estos son:

1. Yama (restricciones): Valores o hábitos morales, físicos y mentales favorables que se deben adoptar como normas de vida para avanzar.
2. Niyama (observancias): Autopurificación por medio de la autodisciplina
3. Asanas: Posturas
4. Pranayama o control de la respiración
5. Pratyahara o control de los sentidos (Emancipación del espíritu de la dominación de los sentidos)

6. Dharana o concentración
7. Dhyana o meditación
8. Samadhi o estado de superconciencia

1.1 Yoga moderno y occidentalización

El Yoga en sus orígenes se enseñaba de manera directa entre Maestro y alumno de una manera más bien exclusiva

A partir del siglo XX se comienza a popularizar la práctica del Hatha Yoga, la cual se extiende en la India y en Occidente gracias a la obra de T. Krishnamacharya y algunos otros yoguis, promoviendo esta disciplina como un estilo de vida.

Desde entonces, muchos maestros de oriente y occidente se han encargado de popularizar el Hatha Yoga y de ganar millones de seguidores.

El Hatha Yoga utiliza el desarrollo y purificación del cuerpo físico para lograr la iluminación. Es también visto como los primeros pasos para lograr estados más profundos de meditación y consciencia del ser. La popularización ha dado lugar a múltiples formas de hacer propio el yoga por parte de los que lo enseñan y difunden. Del Hatha Yoga nacen varios estilos, como Iyengar, Ashtanga, Kundalini, Bikram, Anusara, entre otros. Muchos profesores huyen de las marcas o las modifican y sus clases son más personales, en función de su expe

riencia, y cambian cada día según qué alumnos han asistido o su estado de ánimo. (Galindo, 2015)



Figura 1: Yogi Indio 1949 (Revista Life, Mayo 1949)

1.1.1 Nuevo usuario

Al llegar el yoga a occidente y consecuente con las adaptaciones que surgieron, aparece también un nuevo perfil de practicante, para efectos de esta investigación se define como “nuevo usuario”. A partir de los resultados de una encuesta de Ipsos realizada en nombre de Yoga Journal y Yoga Alliance, que se realizó del 7 al 16 de octubre de 2015. Para la que se entrevistó a una muestra de 2,021 adultos de EE. UU mayores de 18 años y una sobre muestra de 1707 practicantes que fueron entrevistados de manera online y en inglés, se rescataron los siguientes datos respecto a quién practica yoga y cómo se percibe el yoga en EE.UU, con los que se conforman el perfil de este nuevo usuario occidental actualmente, en base al cual se trabajará en esta investigación.

- Hay 36,7 millones de practicantes de yoga en EE. UU vs los 20 millones en 2012.
- Las mujeres representan el 72 % de los practicantes, en comparación con el 28 % de los hombres
- Las personas de 30 a 49 años son el 43 % del público en ejercicio, seguidas por más de 50 (38 %) y 18-29 (19 %)
- El 74 % de los practicantes estadounidenses han estado haciendo yoga durante cinco años o menos.
- Las cinco razones principales para comenzar yoga son:
 - Flexibilidad (61 %)
 - Alivio del estrés (56 %)
 - Estado físico general (49 %)



Esta encuesta se realizó por Ipsos realizada en nombre de Yoga Journal y Yoga Alliance del 7 al 16 de octubre de 2015. Se entrevistó a una muestra de 2,021 adultos de EE. UU. Mayores de 18 años y una sobremuestra de 1707 practicantes.

Figura 2: Perfil de usuario . Elaboración propia

- Mejorar la salud general (49 %)
- La forma física (44 %)
- Los estudiantes gastan \$ 16 mil millones de dólares por año en clases, ropa y equipamiento:
 - 5800 millones en clases
 - 4600 millones en ropa
 - 3600 millones en equipamiento (mats y props)
 - 2800 millones en accesorios de yoga (aceites, cristales, bisutería).
- Factores a la hora de elegir productos:
 - 24% Función y rendimiento
 - 21% Precio (26% y primer factor en los practicantes entusiastas)
 - 14% Confort
- 75% de los practicantes están significativamente más involucrados en muchas otras formas de ejercicio, como correr, andar en bicicleta y levantamiento de pesas, que los no practicantes
- Más del 50% de los practicantes tiene una preocupación por la salud, medioambiente y su comunidad, versus el 30% del resto de la población.
 - 55% Intenta comer sustentable o comida local
 - 51% Intenta vivir ecológicamente
 - 46% Dona tiempo a su comunidad
 - 44% Compra comida orgánica

- 44% Usa productos naturales de salud y belleza (triple de los que no practican)
- 36% Medita
- 8% Es vegetariano (más del doble que los que no practican) (Journal, 2016)

Respecto a nuestro país no se cuenta con datos tan específicos, sólo se obtuvieron datos a través de la Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más, del año 2016.

Esta muestra está constituida por un total de 5511 hombres y mujeres de 18 años y más, de todos los niveles socioeconómicos, que pertenecen a hogares ubicados en comunas urbanas y rurales de las 15 regiones de Chile continental.

Estos datos confirman en primer lugar que el yoga se considera como una actividad física, que se relaciona con otras disciplinas diferentes y desde ese punto de vista hay un 3.4 % de la población que las demanda.

Por otra parte se muestra 3 veces más interés por parte de las mujeres que de los hombres. (Ministerio del deporte, 2016)

P32. Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva
(N = 5.511)

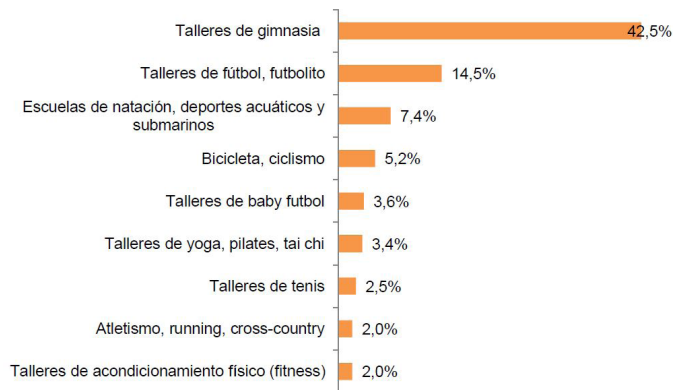


Gráfico 1: Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva. Fuente: Ministerio del deporte.

P32. Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva
(N = 5.511)



Gráfico 2: Demandas ciudadanas por actividad física y deportiva según género. Fuente: Ministerio del deporte.

Estos datos permitieron sacar las siguientes conclusiones, como se muestra en la figura.

- Cada vez hay más personas interesadas en practicar yoga, por lo que va en ascenso.
- La mayoría de las personas que practican son mujeres.
- Presentan una tendencia a la vida sana y sustentable, lo que implica cuidado por la salud, cuerpo y alimentación consciente.
- Cada practicante invierte en su práctica de yoga un promedio al año de \$436 dólares aproximadamente. Gastando de este total, \$98 dólares en equipamiento (mats y props), siendo el 25,5% del gasto total. Esto se traduce en \$292.600 y \$65.767 pesos chilenos aproximadamente.

1.1.2 Yoga y el comercialismo

Inevitablemente al popularizarse en Occidente, se llega a valorar más la práctica de asanas y todo el aspecto de la introspección y autodesarrollo suele pasar a un segundo plano, produciéndose incluso en las clases competencia, en la que prima hacer la mejor postura, la más complicada y se buscan y alaban las acrobacias, el contorsionismo y el culto al cuerpo físico, sin mencionar lo que ocurre en redes sociales.

Así con el tiempo hoy ha llegado a comercializarse y no sólo la entrega de conocimiento como pueden ser las clases guiadas sino que llegado a ser una industria multimillonaria que controla el mercado

imponiendo como necesarios mats, accesorios y prendas con precios altos como elementos vitales para la “paz interior pero ¿Qué tan necesarios son estos elementos?

El yoga moderno se transforma muchas veces en moda y existe una industria gigantesca que ha evolucionado en torno al auge, centrándose en vender y crear productos en lugar de la práctica como tal. Los practicantes del total de dinero que invierten en yoga, gastan 36% en clases, pero un 46 % en ropa y accesorios tales como aceites, cristales y bisutería.

Así en este proceso de popularización, el yoga ha empezado a desvirtuarse de cierta manera, expandiéndose por el mundo más como una forma fitness donde si bien, muchas personas se benefician, no se preocupan si llegan o no a su esencia, su objetivo final: una manera de encontrar calma y quietud dentro de uno mismo a través del cuerpo.

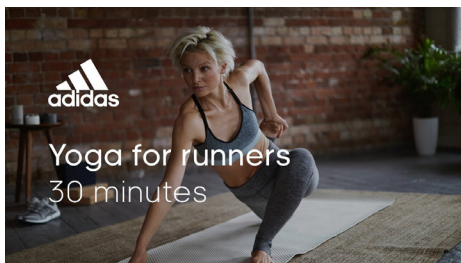


Figura 3: Publicidad de ropa deportiva. Fuente: www.adidas.com



Figura 4: Evento masivo de yoga “Wanderlust” en Chile. Fuente: www.wanderlust.cl



2. Mats de yoga

Producto de la occidentalización del yoga, surgen los Mats de Yoga. Estas son esterillas antidelizantes que buscan dar mayor estabilidad y comodidad a la hora de practicar asanas y surgen en este cruce cultural que se produce a través del yoga. Pero surge con una característica propia de su época: predominancia de productos desechables, invención de nuevos materiales y despreocupación por el impacto medioambiental en su producción y su desecho post vida útil. Antes de la existencia como tal de los mats para yoga en el mundo, en la India la práctica de yoga se llevaba a cabo en hierba kusha sobre tierra dura sin ninguna cobertura, o sobre una alfombra de piel de tigre o de ciervo.

Tiempo después con la introducción del yoga en Occidente, muchos practicantes usaban toallas o mantas de algodón en pisos de made-

ra hasta que al fin se introdujeron tapetes de goma como material intermedio para evitar que las alfombras de algodón se deslizaran sobre el suelo de madera.

En 1982, mientras que la enseñanza de yoga se extendía hacia Alemania, una mujer, Angela Farmer cortó un pedazo de alfombrilla de goma para rellenar su toalla de práctica y utilizarla en sus clases e yoga; luego regresó a Londres con esta invención y su padre, Richard Farmer, se contactó con un fabricante alemán y se convirtió en el primer minorista de "sticky mats". El primer mat para hacer yoga como lo conocemos hoy, fue fabricado y vendido por Hugger quien se dedicaba a la venta de productos de Yoga en la década de 1990. En 2002, el primer mat ecológico fue fabricado por la empresa Eco Yoga.

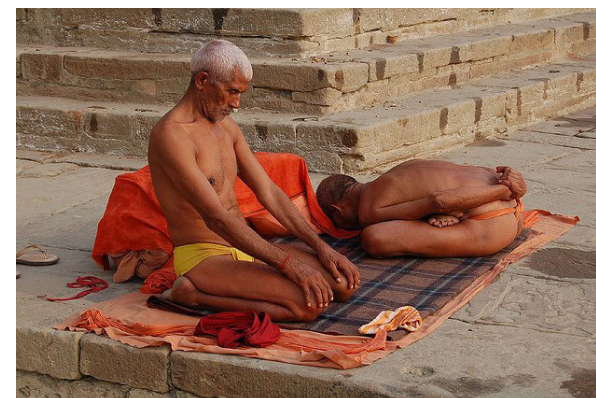


Figura 5: Yogis Indios practicando sobre mantas. Fuente: www.yogajournal.com

8 PASOS DEL YOGA

por Maharishi Patanjali

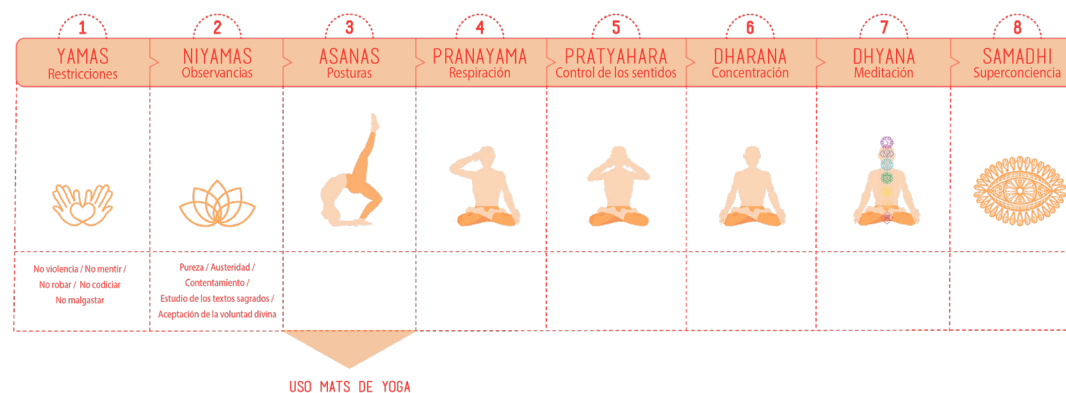


Figura 6: Esquema de los 8 ppassos del yoga de Patanjali. Elaboración propia

2.2 Encuesta a usuarios

Encuesta realizada entre los meses de Abril y Diciembre de 2018 a un total 19 practicantes de yoga de forma on line por difusión en redes sociales.

Con esta encuesta se buscó obtener información respecto al perfil de usuario y conocer sus apreciaciones frente a los mats de yoga. Específicamente los criterios que usan para elegirlos, dónde los compran, cuál es su vida útil y qué sucede cuando se deterioran.

Perfil de usuario

- 100 % de los usuarios encuestados fueron mujeres
- La edad de las encuestadas fue entre 15 y 45 años predominando las de entre 26 y 35 años.
- El 40% practica desde hace 2 a 4 años
- El 37 % practica 3 veces a la semana, seguidas por el 26% que realiza 2

Relación con los mats de yoga:

- Poco más del 60% posee más de 1 mat de yoga
- Las razones para tener más de 1 mat son en un 44% porque el que tenían anteriormente se deterioró pero lo siguen conservando. El otro 56 % tiene mats en sus diferentes lugares de práctica.

¿Qué genero eres?

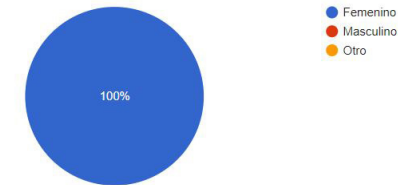


Gráfico 3: Género encuestados. Elaborado con encuestas Google

¿Cuántos años tienes?

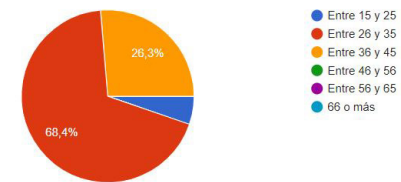


Gráfico 4: Edad encuestados. Elaborado con encuestas Google

¿Cuántos Yoga Mat posees?

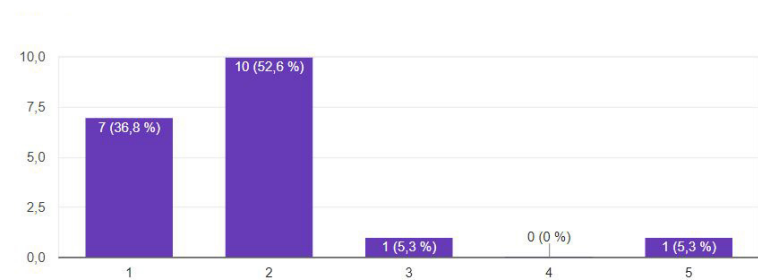


Gráfico 5: Cantidad de mats de encuestados. Elaborado con encuestas Google

A la hora de comprarlo ¿Por qué lo elegiste?

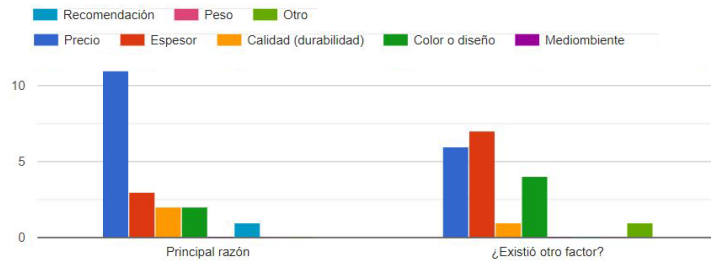


Gráfico 6: Factores de selección de mats encuestados. Elaborado con encuestas Google

¿Sabes de qué material está hecho?

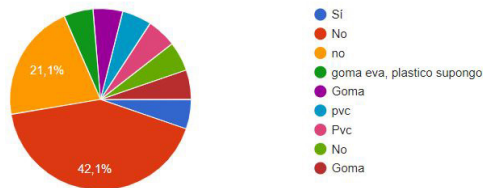


Gráfico 7: Conocimiento de materialidades encuestados. Elaborado con encuestas Google

En caso de haberlo reemplazado ¿Qué hiciste con el Mat en desuso?

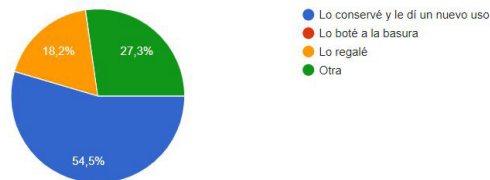


Gráfico 8: Usos de mats en desuso encuestados. Elaborado con encuestas Google

- El principal criterio de selección a la hora de comprar su primer mat fue el precio, seguido por el espesor.

- Al preguntar por cualidades y marcas de su primer mat las respuestas coincidían en haberlo adquirido mats genéricos y baratos en tiendas cercanas y conocidas:

- Estudio de yoga donde practican
- Supermercado
- "Casa ideas"
- Sparta

- Un 60% no sabe de qué está hecho

- A la hora de reemplazar el mat, el 80% lo conservó y le dio un nuevo uso mencionando:

- Superficie para ejercicios
- Colchoneta de camping
- Superficie de juegos
- Prestarlo a alumnos de yoga

- A la hora de comprar un nuevo mat el 60% eligió una marca y modelo en específico siendo el principal criterio el precio y luego el medioambiente.

A la hora de comprar este ¿Por qué lo elegiste?

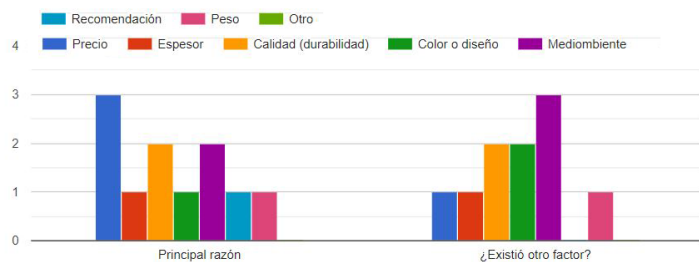


Gráfico 9: Factores de selección segundo mat encuestados. Elaborado con encuestas

Se pudo concluir a través de este estudio que los practicantes de yoga al iniciarse en la práctica, adquieren un mat barato, que consiguen en tiendas cotidianas como los son los supermercados o en tiendas genéricas de deporte, sin conocer en profundidad su materialidad, durabilidad ni calidad.

2.3 Materialidades

Hay dos Requerimientos técnicos debe tener un yoga mat: antideslizamiento y amortiguación.

Materialidades de los yoga mats en el mercado

- PVC
- PER (Resina ambiental de polímero, hechas de PVC, pero no se suavizan con pthalatos)
- TPE (elastómero termoplástico de goma y caucho)
- Eva
- NBR / PVC
- Corcho
- Yute
- Algodón
- Caucho natural
- Kusha y otras hierbas

La mayoría de los mats de yoga se fabrican en China y Taiwán y están hechas de cloruro de polivinilo o PVC. El PVC es una gran opción debido a su agarre, durabilidad y precio.

Pero, desafortunadamente, no hay una manera de crear y destruir estos mats sin contaminar.

PVC se convirtió en el plástico de elección porque es barato, pero tiene grandes impactos sobre la salud ambiental y humana.

El PVC no se puede reciclar debido a las toxinas incrustadas en él, y

cuando se incinera o se entierra en los vertederos, libera dioxina, un conocido carcinógeno.

La espuma TPE (o elastómero termoplástico) se promociona como una solución ecológica libre de PVC, látex y productos químicos tóxicos, pero ningún productor especifica qué contienen.

El PVC puede ser extremadamente difícil de reciclar. Existen empresas que se especializan en el reciclaje de ciertos tipos de productos de PVC, como tarjetas de regalo y revestimientos de vinilo. Pero la mayoría de las cosas hechas con este tipo particular de plástico, especialmente productos de consumo como discos, juguetes y colchonetes de yoga, son difíciles o imposibles de reciclar.

Si se supone que los yoguis deben abrazar y ser uno con la tierra, ¿Por qué la mayoría de los practicantes de yoga occidentales usan esteras hechas de plásticos dañinos que contienen PVC?

La práctica de yoga requiere una sensación de pureza y una conexión con la naturaleza, ninguna de las cuales se puede encontrar encima de una estera hecha de plástico o caucho.

Por supuesto, que cumplen los requerimientos que se buscan en los mats pero incluso hay algunos que piensan que al ser el yoga una conexión con la tierra y con nosotros mismos, en lugar de mejorar nuestra práctica de yoga, el uso de una estera de goma sintética en realidad bloquea esa conexión sutil con la energía de la tierra.

2.4 Estado del arte

En Chile

Es difícil obtener datos de cuántos mats se comercializan efectivamente en Chile.

Se hizo un catastro de los mats que se comercializan en Chile con los principales distribuidores chilenos, ya sea por venta directa en establecimientos u online y con despacho o retiro. El filtro se hizo buscando tiendas que:

1. Se especializaran en yoga que pudieran ofrecer variedad
2. Gran envergadura del comercio, que si bien no son especializadas en yoga o actividades físicas, tienen amplia cobertura y presencia en el país.
3. Venta especializada de accesorios y equipamiento para actividad física.

Así se seleccionaron 8 tiendas:

1. Props Chile, Todo Yoga Chile y Yoga House
2. Falabella, París, Jumbo
3. Sparta y Decathlon

Y se pudo concluir:

- De un total de 71 mats el 50 % son de PVC, siendo los más baratos en cada una de las tiendas.
- Cerca del 30% son mats elaborados con materiales y/o procesos más sustentables.

Material	Cantidad
PVC	35
Caucho Natural	19
Goma Eva	5
Algodón	1
NBR	2
Microfibra	3
TPE	2
PU	1
Corcho-Caucho	1
Yute orgánico	1
PE	1
TOTAL	71

Tabla 1: Estudio de mercado mats en Chile. Elaboración propia

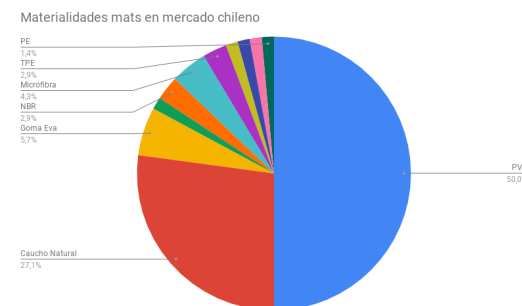


Gráfico 10: Materialidades mats en mercado chileno. Elaboración propia



Gráfico 10: Materialidades mats en tiendas no especializadas en yoga . Elaboración propia

-Al excluir las tiendas especializadas en yoga el porcentaje de mats de PVC asciende a un 60 % y el de materiales sustentables disminuye a un 6%.

La oferta de mats de PVC es considerablemente mayor que la de materiales más sustentables, y son además, por lo que se pudo concluir con la encuesta realizada a usuarios, los preferidos por su bajo precio.

Además se intentó contactar a las empresas y obtener datos estadísticos respecto a las ventas anuales de los mats de yoga pero no accedieron a dar respuesta.

Se buscó entonces escuelas de yoga donde se comercializaran variedad de mats de yoga y se pudo obtener el siguiente dato de la Academia Chilena de Yoga, sede Las Condes, que tiene una oferta de 14 mats diferentes que van desde los \$6000 a los \$89990 pesos

chilenos.

Venta semestral de mats de yoga: 500 unidades.

Incluyendo venta presencial y a través de la página www.todoyoga.com donde se realizan también envíos a regiones.(Núñez, 2018)

Quedaron fuera los establecimientos más pequeños como son los de productos importados directamente desde China en barrios comerciales como puede ser el "Barrio Meiggs", donde se encuentra gran número de locales con mats a muy bajo precio, en su mayoría compuestos de PVC o NBR.

2.4 Propuestas más sustentables y ecológicas

2.4.1 Mats

Debido a la tendencia del usuario por tener mayor conciencia medioambiental, surgen empresas que se preocupan del ciclo de vida del producto, garantizando procesos productivos menos contaminantes, garantías de por vida para mats de PVC y nuevas propuestas de mats con materiales ecológicos y/o más sustentables.

Así también, en menor medida hay una tendencia por "volver a las raíces" y practicar sobre alfombrillas de fibras naturales. El buen rendimiento de estas va a depender, sin embargo, de la superficie sobre la cual se usen, ya que tienden a deslizarse fácilmente. (Ver figura)



Figura 7: Mats sustentables. Elaboración propia

2.4.2 Campañas de reciclaje y reutilización

Son pocas las empresas que cuentan con campañas de recolección de sus mats de yoga para reciclaje.

Manduka es una de ellas que cuenta con la campaña Live on, con la cual reciclan sus mats de yoga para darle uso en otras áreas.

Lamentablemente la gran mayoría de los productores de yoga mat no se preocupan de buscar nuevas soluciones en ningún punto del ciclo de vida del producto, mucho menos existe la preocupación de que este sea circular y se puedan reutilizar o reciclar.

Es aquí donde la propuesta de este proyecto podría intervenir en el ciclo lineal que poseen los mats de yoga actualmente, como muestra la figura.

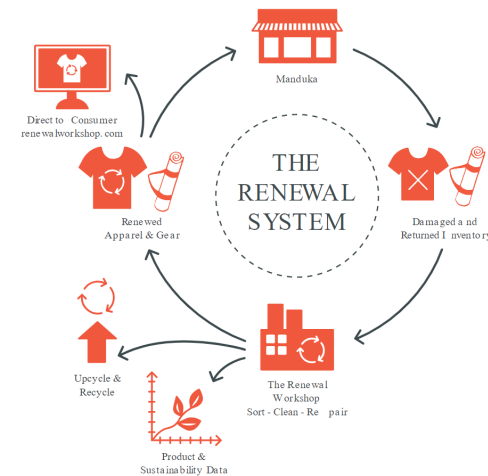


Figura 8: Ciclo de vida circular de Manduka. Fuente: www.manduka.com

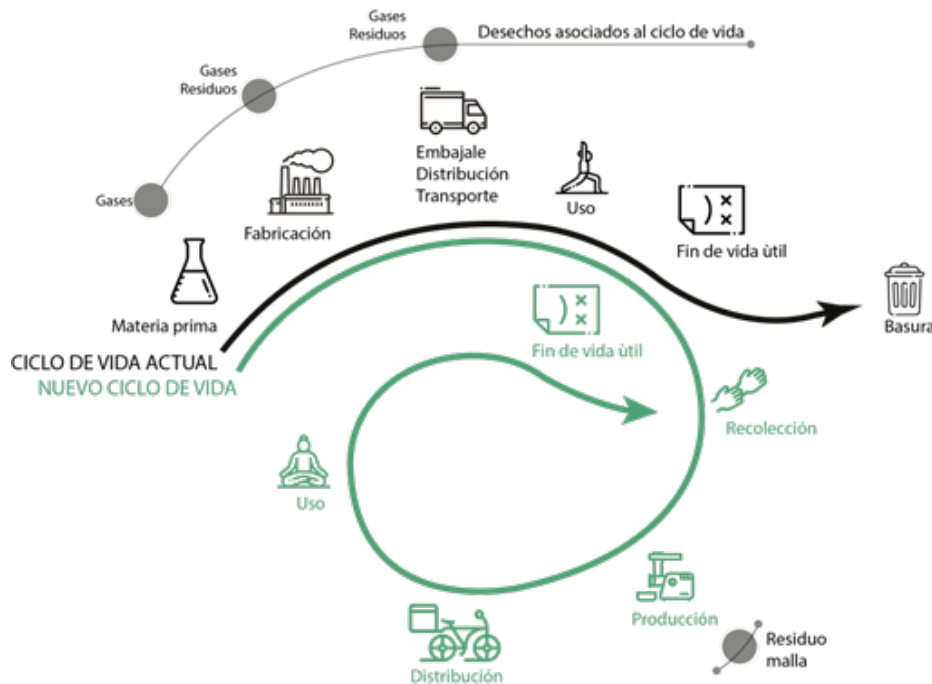


Figura 9: Propuesta de ciclo de vida del proyecto. Elaboración propia

3. Revisión bibliográfica respecto al impacto ecológico y toxicidad del PVC

El policloruro de vinilo (PVC) es un polímero sintético o resina que tiene la misma estructura que el polietileno, excepto que cuenta con la presencia de cloro.

Es un material rígido cuyas propiedades son la resistencia mecánica, una resistencia considerable a la intemperie, la resistencia al agua y a los productos químicos y el aislamiento eléctrico, aunque presenta una relativa inestabilidad al calor y la luz, que producen una pérdida de cloro en forma de cloruro de hidrógeno (HCl), esto puede evitarse mediante la adición de estabilizadores.

En el PVC el cloro representa el 57% del peso de la resina de polímero pura. El 35% del cloro producido acaba en PVC, lo que hace de éste su principal uso.

La producción y utilización masivas del PVC empezaron en los años 50 y 60, aunque la primera producción industrial se produjo en los años 30.

Actualmente la producción mundial de PVC se eleva a más de 20 millones de toneladas anuales —frente a 3 millones de toneladas en 1965—, que corresponde a aproximadamente una quinta parte de la producción total de plástico. La producción se sitúa principalmente en los Estados Unidos, Europa occidental y Asia.

El PVC representa una serie de problemáticas relativas al impacto que tiene en el medio ambiente, incluidas a la salud humana. Estas preocupaciones se refieren principalmente a la utilización de determinados aditivos y a la gestión de los residuos de PVC.

3.1 Tipos de aditivos y su impacto medioambiental

Con el fin de obtener la gama de propiedades necesarias en los productos acabados, el polímero de PVC se mezcla con aditivos.

Se utiliza una gran cantidad de formulaciones diferentes de compuestos de PVC para fabricar productos. El uso de plastificantes (principalmente ftalatos) y estabilizantes en cantidades bastante elevadas constituye una característica específica de la elaboración del PVC en comparación con otros tipos de plásticos.

Las categorías de aditivos más importantes, que han de ser evaluadas por científicos en cuanto a su peligrosidad y los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, son los estabilizantes, en particular los que contienen metales pesados como plomo y cadmio, y los plastificantes, principalmente los ftalatos.

El calor y la luz ultravioleta producen una pérdida de cloro en forma de cloruro de hidrógeno (HCl). Esto puede evitarse mediante la adición de estabilizadores, estos a menudo están compuestos de sales de metales como el plomo, bario, calcio o cadmio, o de compuestos organoestánicos.

La adición de plastificantes en diferentes cantidades genera materiales con una importante versatilidad de propiedades que han dado lugar a que el PVC se utilice en una amplia gama de aplicaciones. Los principales tipos de plastificantes utilizados son ésteres de ácidos orgánicos, principalmente ftalatos y

adipatos.

En los procesos productivos pueden producirse emisiones de cloro, etileno, dicloruro de etileno, HCl, CVM y subproductos clorados, incluidas dioxinas, en el entorno del trabajo o en el entorno exterior (aire y agua). Varios de estos productos químicos son sustancias tóxicas bien conocidas y por lo tanto son necesarias medidas estrictas de control de emisiones.

La adición de los aditivos necesarios se denomina mezcla de PVC y durante esta mezcla y otras transformaciones, pueden producirse emisiones de una serie de sustancias peligrosas, la mezcla del polvo de PVC y de los aditivos (también en forma de polvo o en líquido) normalmente se realiza en un equipo cerrado y produce exposición de los trabajadores en el momento de dosificar los componentes en la mezcladora.

Estabilizantes

Los estabilizantes se añaden al polímero de PVC para evitar su degradación por el calor y la luz.

Los estabilizantes de plomo son en la actualidad los más ampliamente utilizados, la mayoría de los compuestos de plomo, incluidos los utilizados en el PVC, están clasificados como tóxicos para la reproducción, nocivos, peligrosos para el medio ambiente (ecotóxicos) y presentan peligro de efectos acumulativos.

Plastificantes

Los plastificantes son necesarios para elaborar productos de PVC flexible. También pueden utilizarse como ablandadores en el PVC otros plastificantes.

Ftalatos son los plastificantes más importantes en cuanto a cantidad y los principales plastificantes actualmente evaluados en cuanto a riesgos para el medio ambiente y la salud.

Los ftalatos son productos químicos con gran volumen de producción, y cinco de ellos figuran, debido a sus posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente, en las tres primeras listas de prioridades para la evaluación del riesgo.

Determinados ftalatos, así como sus metabolitos y productos de degradación, pueden provocar efectos adversos en la salud humana (en particular, en el hígado y riñones en el caso del DINP y en los testículos en el caso del DEHP). Se están evaluando sus posibles propiedades como perturbadores endocrinos.

La sostenibilidad del PVC flexible también ha sido evaluada por la Umweltbundesamt (Agencia Federal de Medio Ambiente) alemana, que recomienda una eliminación gradual del PVC flexible para aquellas aplicaciones en las que se disponga de alternativas más seguras, debido al desprendimiento permanente de ablandadores, en particular ftalatos, al medio ambiente. (CC, 2000)

3.2 Reciclaje y desecho

Las principales opciones de gestión de residuos para los residuos de PVC:

- Reciclado mecánico
- Reciclado químico
- Incineración
- Descarga en vertedero.

En la actualidad, la ruta principal de la gestión de residuos para todos los tipos de residuos postconsumo es la descarga en vertedero. Por lo tanto, lo mismo sucede también con los residuos postconsumo de PVC. Actualmente se eliminan en vertedero cada año entre 2,6 y 2,9 millones de toneladas de residuos de PVC.

El reciclado mecánico se aplica únicamente a una pequeña fracción de los residuos postconsumo (unas 100.000 toneladas). Cada año se incineran en la Comunidad Europea aproximadamente 600.000 toneladas de PVC.

Reciclado mecánico

Por reciclado mecánico se entienden los procesos de reciclado en los que los residuos de PVC sólo se tratan mecánicamente, principalmente mediante picado, tamizado y triturado.

Reciclado químico

De acuerdo con varios análisis del ciclo de vida (LCA), algunos procesos de reciclado químico darían resultados considerablemente mejores en cuanto a uso energético y calentamiento global que la incineración y la descarga en vertedero de los residuos sólidos urbanos.

Incineración

Los residuos de PVC, si se incineran, se tratan fundamentalmente en incineradoras de residuos urbanos.

Los residuos de PVC aportan entre el 38 y el 66% del contenido en cloro en las cadenas de residuos que se incineran.

Al ser incinerados, los residuos de PVC generan ácido clorhídrico (HCl) en el gas de Combustión.

Eliminación en vertedero

La eliminación en vertedero es la ruta más común de gestión de residuos de PVC. Todos los materiales vertidos, incluido el PVC, están sujetos a diferentes condiciones reactivas, que están determinadas por parámetros como la temperatura, humedad, presencia de oxígeno,

actividad de microorganismos y las interacciones entre parámetros en diferentes fases del proceso de envejecimiento de los vertederos. Las pérdidas de plastificantes, principalmente ftalatos, del PVC flexible han sido ampliamente reconocidas por los estudios científicos.

En el caso de la producción de mats de yoga, además del impacto que tiene la producción del material, el impacto más grande en realidad puede provenir de la distancia y el modo de transporte. En todos los casos, las materias primas y / o el producto final han recorrido una gran distancia para llegar al consumidor. Si se traen 23 kg de petróleo de Oriente Medio a la costa del Golfo para producir 1,36 kg de PVC para la estera de yoga, las emisiones del envío pueden ser mucho mayores que enviar una estera de algodón orgánico de 1,8 kg de la India. El envío de las materias primas para el PVC a EE. UU. Y el producto final para el cliente podría generar emisiones de gases de efecto invernadero por encima de 7 kg, mientras que para las alfombras TPE serían más de 2,5 kg, alrededor de 1,5 kg para las alfombras PER / yute. y menos de 1 kg para las estereras de algodón orgánico. Por lo tanto, las emisiones globales de gases de efecto invernadero para el tapete de PVC, incluidos el transporte y la producción, superarían los 23 kg. La estera de TPE sería responsable de más de 5 kg de GEI, y las estereras de algodón orgánico liberarían alrededor de 1 kg. (Paster, 2010)

4. Yoga props

A todos los elementos externos que se ocupan dentro de la práctica del yoga para dar apoyo se les llama “Yoga Props”, por lo que de aquí en adelante para efectos del estudio los denominaremos como “Props”.

“El material hace que, si no puedes hacer la postura final, tengas la sensación y los ajustes propios de la postura final y por lo tanto puedes aumentar la consciencia en: qué tienes que hacer, como tienes que hacerlo, y cuál es la hondura del Asana...”

Y en el caso de que si puedes hacer la postura final, refina el nivel de consciencia y hace que llegues todavía más profundo” (Caballero, 2016)

4.1 Iyengar yoga y origen de los props de yoga

B.K.S. Iyengar (1943–1973) es el responsable de popularizar el uso de “props” o accesorios para facilitar la práctica de Asanas, a su manera de practicar se le llama Iyengar yoga y surgió por su búsqueda de un sistema en el cual cualquier persona pudiera practicarlo, y que cada postura se pudiera desarmar a su forma más simple y así llegar a tener una mayor precisión en la ejecución. Gracias a esto el alumno, puede llegar a realizar posturas que en caso contrario sería incapaz de ejecutar.

El método Iyengar se caracteriza por:

- Precisión: Énfasis en la correcta alineación del cuerpo en las

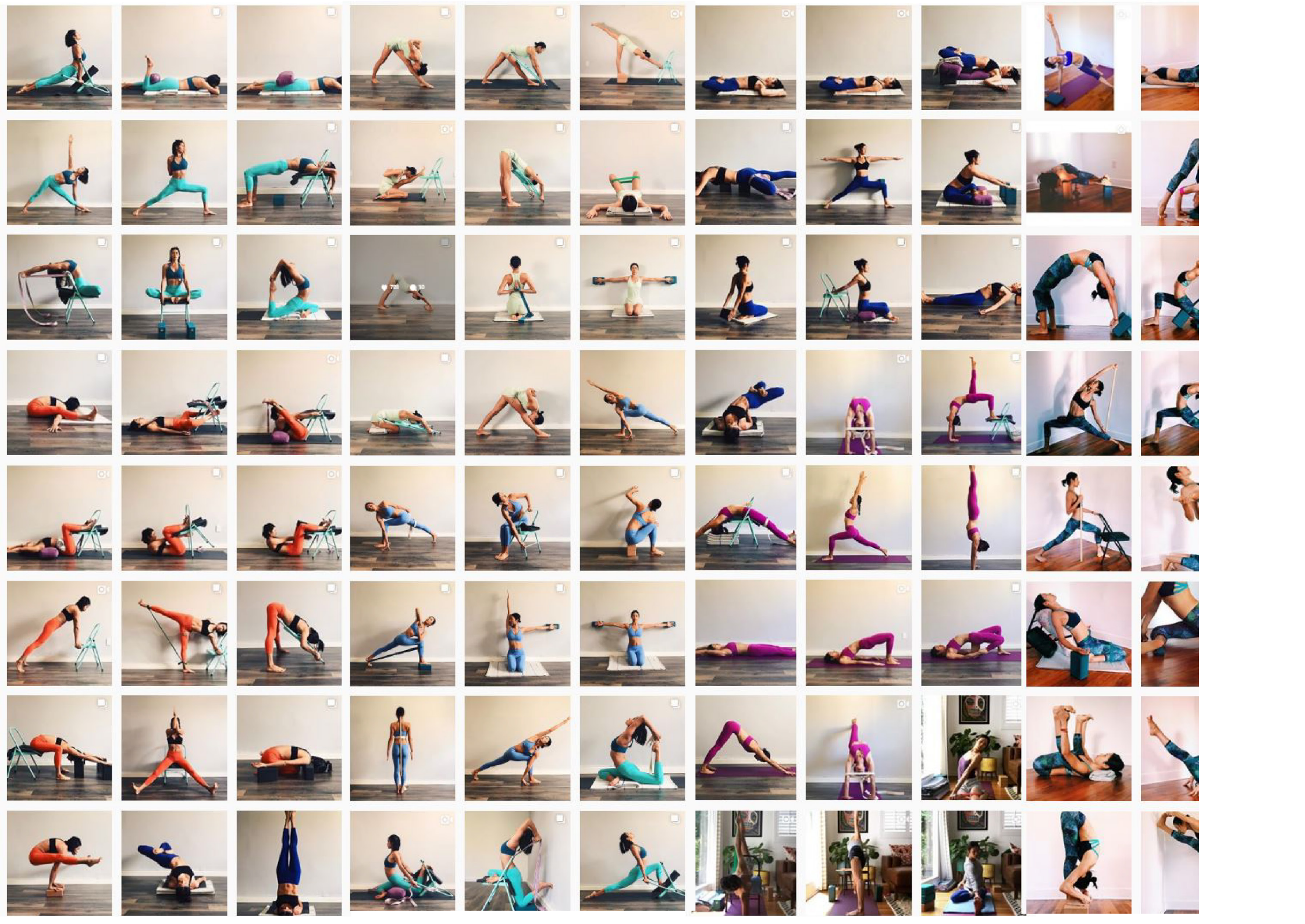
asanas.

- Secuencia / Terapia: Secuencias de asanas que parten desde lo más básico a lo más complejo. También se desarrollan secuencias específicas que tienen finalidades terapéuticas como depresión, ansiedad, recuperación de lesiones, etc.
- Tiempo: Las asanas se mantienen durante diferente cantidad de tiempo, dependiendo del objetivo a trabajar y de la secuencia.
- Props: El método utiliza soportes, la mayoría de ellos diseñados por el mismo Iyengar, para ayudar a la comprensión profunda de cada postura.
- Filosofía: El método está fundamentado en los Yoga Sutras de Patanjali, texto fundacional del Yoga que entrega el trasfondo filosófico y espiritual de la práctica.
- Integración: Las características anteriores permiten decir

4.2 Estado del arte de props de yoga

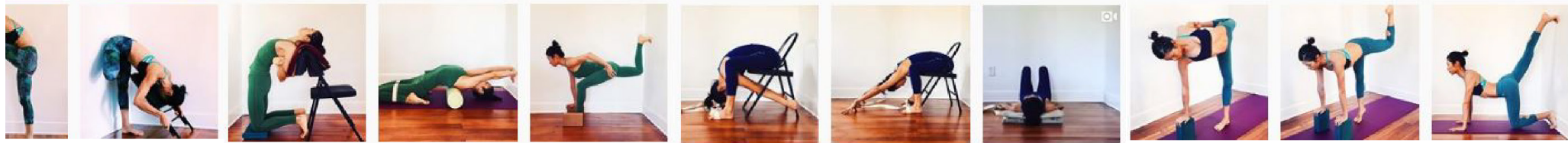
Investigando y reuniendo imágenes de uso y comercialización de Yoga props y complementándolo y filtrando con bibliografía oficial respecto a los props utilizados y creados por B.K.S Iyengar, se recopiló un total de 49 props:

Gancho en S
Cubo Simhasana





estado del arte



Cuña
Palos
Taburete
Taburete Corto/ bajo
Taburete Alto
Correa
Poste
Mesa
Caballete – Caballo- Pony
Caballete Pequeño
Banco para Viparita Dandasana
Banco pequeño para Viparita Dandasana
Tablero para Viparita Dandasana
T para Viparita Dandasana
Cubos para Vipatira Dandasana
Ganchos para muro
Ganchos para cuerdas
Pesos
Correa Cinturón
Frazada- Manta
Cojín Bolster
Ladrillos
Ladrillo Un cuarto redondeado
Ladrillos rectangulares
Silla

Cilindro
Tambor
Cubos Halasana
"Cubre cabeza"
Caballo
Lead Rods
Mat
Mat tipo colchoneta
Almohadilla
Bancos Pavanmukta
Almohada
Almohada Pranayama
Pony
Prop sin nombre
Roll
Bloques redondos
Repisa para Setu Bandha
T para Setu Bandha
Banco Largo para Setu Bandha
Banco estrecho para Setu Bandha
Banco amplio para Setu Bandha
Cuerdas Sirsasana
Bolsa de arena

A partir de la observación de un banco de X imágenes del uso de

props en el desarrollo de las posturas de Yoga se pudo determinar cuáles son los props más utilizados:

- Ladrillo
- Frazada
- Bolster
- Silla
- Cintos

Además se pudo categorizar, las funciones que cumplen, materialidades y formas.

USO

Respecto al uso se identificaron 5 funciones generales de los props: Altura, Amortiguación, Separación, Activación y Alineación

Se pudo determinar también que un prop determinado se puede utilizar de diferentes maneras, cumpliendo diferentes funciones, incluso en una misma postura.

A su vez una función puede ser cubierta con diferentes props, incluso con más de uno a la vez.

Por lo que la cualidad principal de los props es su versatilidad.

El Ladrillo puede cumplir 3 funciones, incluso a la vez

Ejemplos:

El Ladrillo puede cumplir 3 funciones, incluso a la vez

LADRILLO



Alineación



Altura



Activación

Figura 10: Funciones del ladrillo. Elaboración propia

-La altura se puede dar con diferentes props, incluso a la vez



Figura 11: Altura con props de yoga. Elaboración propia

-Para una misma postura se pueden ocupar diferentes props, cumpliendo diferentes funciones incluso simultáneamente.



Figura 12: Combinaciones de prop para una postura. Elaboración propia

MATERIAL

Si bien los props son versátiles y cada uno puede cumplir diferentes funciones y necesidades, no todos sirven para satisfacerlas todas. Al existir tantas posturas, estar en contacto con diferentes partes del cuerpo (músculos, huesos, articulaciones) y ejerciendo diferentes funciones, los props tienen también diferentes materialidades según su función predominante.

Se pueden observar entonces materiales:

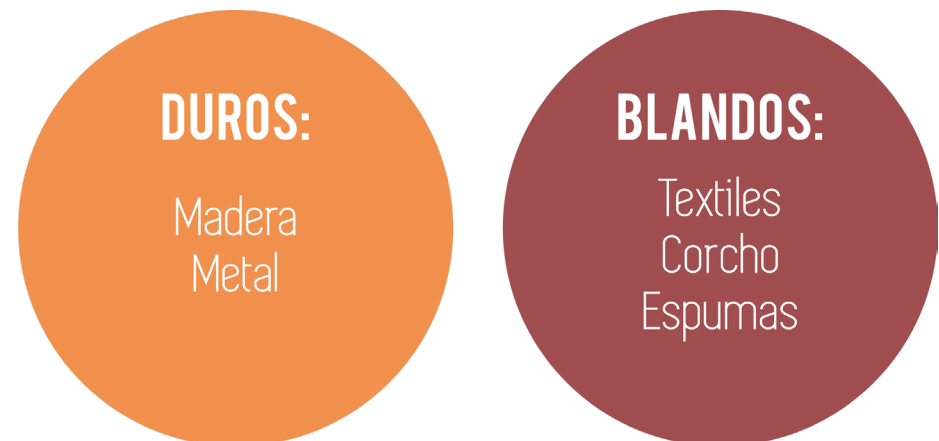


Figura 13 Materialidades de props Elaboración propia

Es por esto también que se pueden observar materiales diversos para una misma función o un mismo prop hecho de diferentes materiales, ya que poseen diferentes propiedades
Ejemplos:



Figura 14: Materialidades de ladrillos Elaboración propia

Función: Altura
Zona Contacto: Isquiones

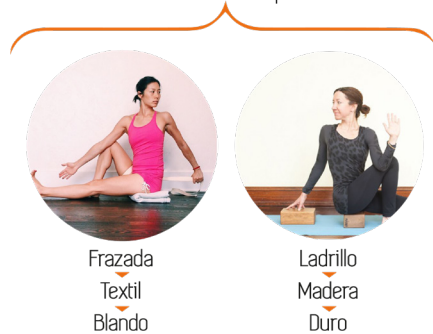


Figura 15: Función y zonas de contacto de props. Elaboración propia

Al existir este cruce entre uso y material. Cuando se necesita un prop para cumplir cierta función, pero su materialidad no es la que más acomoda al usuario, este combina 2 elementos para lograr el resultado esperado cómodamente. O en el caso de la silla, que es el único prop hecho con 2 materialidades diferentes.

Altura Isquiones: Ladrillo + Frazada

El material está definido según la función que debe cumplir y la zona de contacto con el cuerpo.

FORMA

La forma por su puesto también está definida según la función que debe cumplir el prop, y la zona de contacto con el cuerpo, por lo tanto hay formas muy diversas.

Ya que tienen que ser coherentes con las formas del cuerpo, sí se observa como factor común en todos los elementos las formas curvas, orgánicas. Si hay aristas rectas estas son redondeadas también.

MATERIAL : Propiedades predominantes y diferentes combinaciones:

- Rigidez + dureza
- Rigidez + blandura
- Flexibilidad + blandura

FORMA : Terminaciones curvas

Diferentes rangos de altura

Al ser tantos, cumplir tantas funciones diferentes y haber tantas combinaciones entre ellos, se puede definir que los Yoga props son ante todo VERSÁTILES

Es difícil determinar requerimientos específicos de material con el universo completo de Props existentes. Se debe acotar, seleccionando el prop más usado, y la función más requerida en la ejecución de asanas. Estos datos más exactos se obtendrán a partir de la observación en terreno del uso de props.



Figura 16: Caracterización de los props. Elaboración propia.

III Trabajo de campo



1. Observación en terreno

Se realizó una observación en terreno para identificar el uso de los props más relevantes en la práctica de yoga y cumplir con el primer objetivo del proyecto:

Definir requerimientos técnicos y parámetros de sustentabilidad del material a desarrollar de acuerdo al uso de los props de yoga.

Esta se llevó a cabo en 2 establecimientos en la ciudad de Santiago donde se imparten clases de yoga utilizando elementos de apoyo:

- Academia chilena de Yoga, sede Eliodoro Yáñez, Providencia
- "Maitri yoga y talleres", Santiago

La Academia Chilena de Yoga cuenta con 2 sedes, ambas en Santiago. Además de formar a 80 instructores de Yoga al año promedio, imparte clases de abiertas a todo público, destinando 4 Salas para ello.(Núñez, 2018)

Se seleccionó la sede de Eliodoro Yáñez ya que es la más grande y la que tiene más afluencia de público ya que ofrece 18 clases diarias a toda hora de Lunes a Viernes, dando un total de 102 clases semanales de Lunes a Domingo, lo que se traduce, como se ve en la tabla, en más de cuatro mil clases y cuarenta y tres mil prácticas al año.

Ofrece clases de diferentes niveles denominadas:

- Yoga pre natal
- Yoga niños

- Hatha Yoga I Azul
- Hatha Yoga I Verde
- Hatha Yoga I Roja
- Hatha Yoga II Verde
- Hatha Yoga II Roja

Para la observación se asistió a las clases de Hatha Yoga I Azul y Verde, ya que en estas se utilizan más frecuentemente y mayor variedad de elementos que en las otras categorías.

Maitri yoga y talleres es un proyecto personal de la instructora de yoga Jessica Díaz. Se imparte una clase diaria, de Lunes a Viernes a un grupo de 15 alumnos en total, por lo que las clases son mucho más personalizadas.

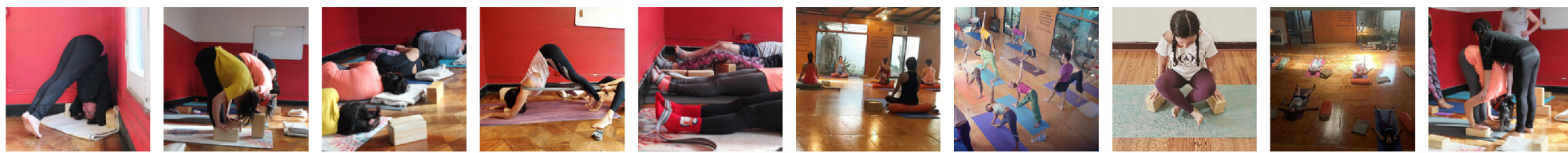
1.1 Identificar el uso de props relevantes en clases de yoga

La observación en terreno fue de gran ayuda para determinar cuáles son los props más utilizados, qué funciones cumplen y qué funciones son las más demandadas y con qué props se solucionan.

Además se pudo observar la improvisación y propuestas personales que surgen para solucionar necesidades específicas de cada usuario.



observación en terreno



1.2 Registro visual, escrito y análisis del uso de props

Se observaron y registraron con las fotografías presentadas y bocetos y anotaciones del desarrollo de cada postura y uso y función de cada prop de yoga.

1.3 Procesamiento de resultados estadísticos

Del análisis de 10 clases:

Total de 8 props utilizados

De un total de 126 asanas 83% posturas se desarrollan con props

Período	Cantidad de Clases	Cantidad de Prácticas (*)
Septiembre 2016	435	4381
Octubre 2016	426	4498
Noviembre 2016	453	4459
Diciembre 2016	422	3596
Marzo 2017	373	4454
Abril 2017	375	4165
Mayo 2017	423	4937
Junio 2017	389	3990
Julio 2017	416	4472
Agosto 2017	437	4909
10 meses	4149	43861

(*) Representa cuantas veces alguna persona asistió a una de las clases impartidas, no representa el número total de personas ya que algunas practican mucho más de 1 vez al mes.

Tabla 2: Cantidad de prácticas en 10 meses en Academia Chilena de Yoga.

Props usados más frecuentemente

Uso de props en prácticas de yoga

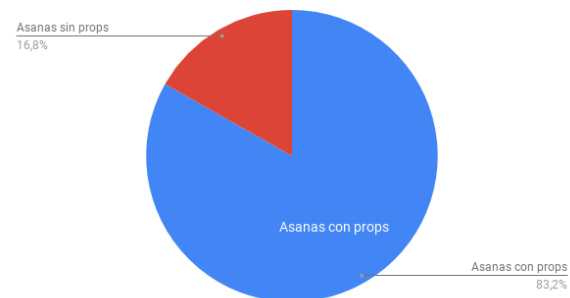


Gráfico 11: Uso de props en prácticas de yoga. Elaboración propia

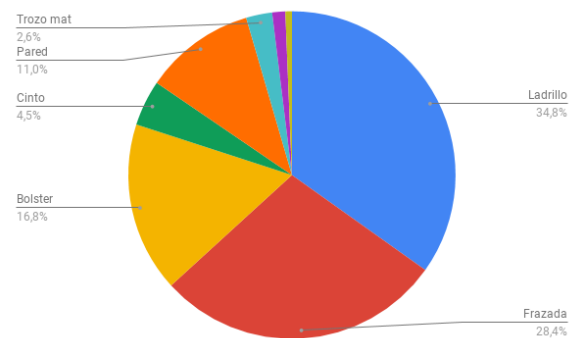


Gráfico 12: Props utilizados en prácticas de yoga. Elaboración propia

1.3 Determinación de requisitos y conclusiones

Funciones más demandadas por cada prop

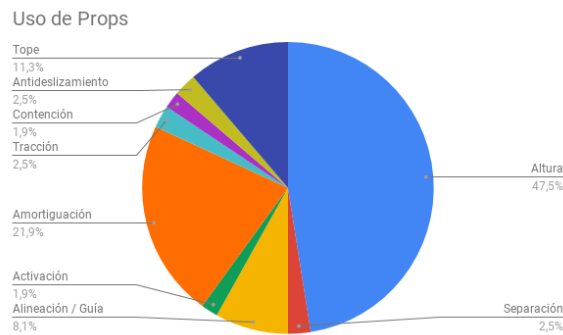


Gráfico 13: Funciones de props. Elaboración propia

Momentos de improvisación de props



Figura 17: Improvisación de props. Elaboración propia.

USO

Se determinó que los props más utilizados son el ladrillo y la frazada respondiendo principalmente a las funciones de altura y amortiguación respectivamente.

Por otra parte las funciones que requieren más apoyo son la altura y amortiguación los props que más se utilizan para potenciarlas son el ladrillo y la frazada respectivamente.

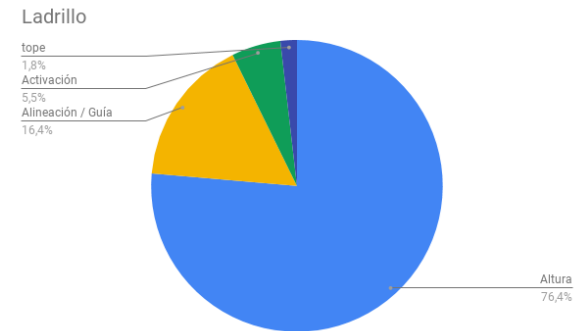


Gráfico 14: Funciones de ladrillo. Elaboración propia

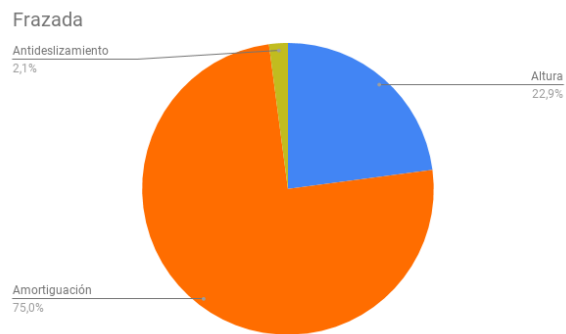


Gráfico 15: Funciones de frazada. Elaboración propia

Es importante destacar que se seleccionó como caso de estudio el Ladrillo por ser el prop más utilizado pero también se analizaron los resultados de la frazada como altura, al observar que existe un cruce entre estas dos funciones y props representantes donde la frazada en uno de sus pliegues cumple con otorgar la misma altura que el bloque pero se prefiere por sobre él por su amortiguación, ya que al tener contacto con ciertas zonas del cuerpo se necesita mayor blandura. Así también en otras ocasiones en las que se utiliza el bloque como altura predominante, se complementa también con la frazada para dar amortiguación y en ocasiones, a la vez un poco más de altura.

Por lo tanto se identifica la necesidad del ladrillo de cumplir con entregar altura y amortiguación a la vez, y en el estado del arte se pudo encontrar ladrillos de espuma de EVA, que podrían satisfacerla.

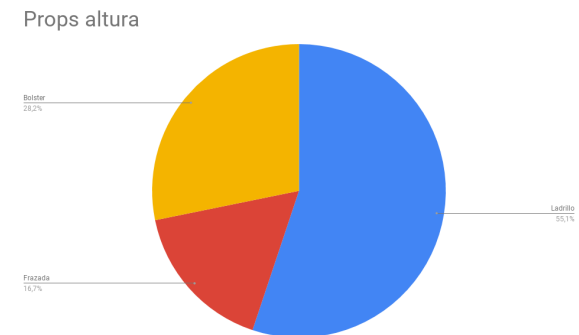


Gráfico 16: Props utilizados para altura. Elaboración propia

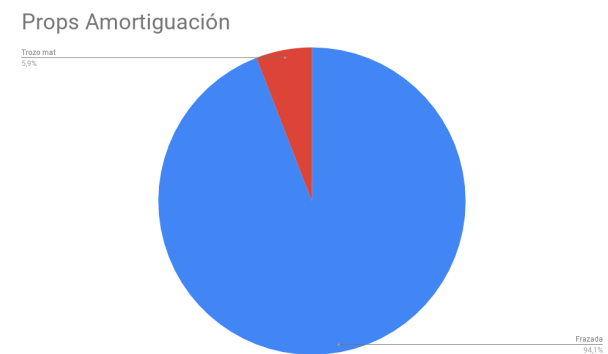


Gráfico 17: Props utilizados para amortiguación. Elaboración propia



Figura 18: Mezcla de props según uso y material. Elaboración propia.

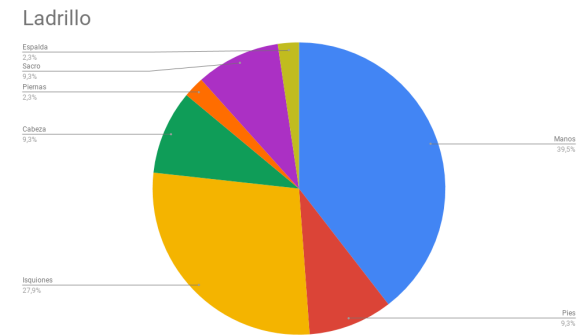


Gráfico 19: Zonas de contacto con ladrillo. Elaboración propia

Zonas de contacto

Zonas de contacto altura

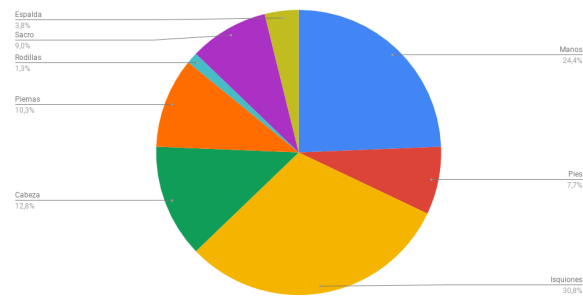


Gráfico 18: Zonas de contacto altura. Elaboración propia

Frazada altura

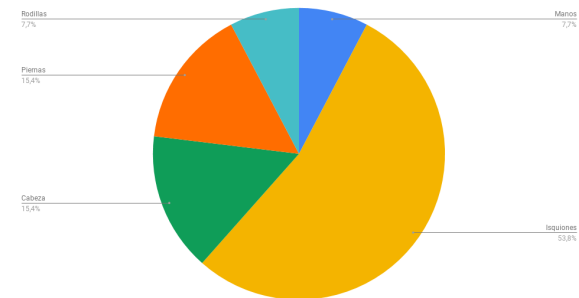


Gráfico 20: Zonas de contacto con frazada como altura. Elaboración propia

MATERIAL

El material se determina a partir de la función y la zona de contacto con el cuerpo.

En este contacto con el cuerpo hay zonas más delicadas, o por la permanencia prolongada en una postura se vuelve incómoda o dolorosa en un material muy duro, por ejemplo.

Zonas que sudan más

Zonas en las que se ejercen diferentes fuerzas

FORMA

Requisitos ladrillo:

- Caras planas
- Apilable
- Cantos redondeados

No cumple en estos aspectos:

- Madera: antideslizamiento, amortiguación
- Eva: Peso, resistencia humedad, lavable
- Corcho: Peso, resistencia humedad, lavable

Requisitos Prop						
Prop	Función	Zona de contacto	Material	Forma	Conclusiones Material	Conclusiones Forma
Ladrillo	Altura	Manos	Antideslizante, Resistencia humedad, Resistencia compresión, duro	Apilable, plano, lavable	Suave	Apilable Plano Cantos curvos
		Isquiones	Resistencia humedad, Resistencia compresión, blando	Plano, cantos curvos	Lavable Blando - Duro	
		Pies	Antideslizante, Resistencia compresión	Plana	Antideslizante	
		Cabeza	Suave, blando	Plana, cantos redondeados, lavable	Resistencia Humedad	
		Sacro	Antideslizante, Resistente a humedad	Plana, cantos redondeados	ResistenciaCompresión	

Tabla 3: Requisitos props. Elaboración propia

- Frazada: Resistencia humedad, Resistencia compresión, Antideslizante, Caras planas, No deformación.

Por lo tanto se determina que lo que se puede rescatar de la altura que da la frazada es sólo su amortiguación, suavidad y lavabilidad. Estos tres requisitos se encuentran en el block de eva y madera.



Figura 19: Zonas de contacto ladrillo. Elaboración propia.



Figura 20: Requisitos ladrillo. Elaboración propia.

1.5 Parámetros de sustentabilidad

De acuerdo a lo analizado a cerca de la toxicidad de la materia prima a utilizar y de las materialidades actuales del prop más utilizado; el ladrillo, que son la madera, corcho y espuma de EVA, se establecen requerimientos transversales a la hora de desarrollar el material:

- Durabilidad para que logre extender al máximo la vida útil del PVC, evitando incluso que se deseché. Que le otorgue la mayor cantidad de resistencia posible.
- Procesos productivos que tengan el menor impacto medioambiental posible para no potenciar la toxicidad y contaminación total de la mezcla que de por sí posee, ya que tendrá contacto directo con el cuerpo.

2. Entrevistas

Se realizaron entrevistas a instructores certificados de Iyengar Yoga, que realizan clases en otros establecimientos a los observados anteriormente para conocer sus apreciaciones a cerca de la práctica de esta metodología desde un punto de vista profesional, y buscar las congruencias con los datos obtenidos en la observación en terreno.

Definen el yoga Iyengar como una práctica que prioriza la permanencia, quietud, estudio y observación de las posturas.

Los props los considera como una guía para profundizar en la práctica ayudan a entender y a permanecer a las posturas para que estas tengan un mayor y mejor impacto en nuestro cuerpo.

Poseen múltiples elementos en las salas de yoga donde ofrecen clases, como: Bolster, frazadas, sillas, cuerdas, cintos, ladrillos de madera y EVA, ladrillos de 1/4 y soportes para inversiones.

Ambas coinciden en que el elemento más versátil es el ladrillo y es el que más utilizan en sus clases.

A la hora de comparar las materialidades de los ladrillos, ambas prefieren el de madera por sobre el de corcho o la espuma de EVA.

Entrevistada 1

Cualidades	Madera	EVA	Corcho
Suavidad	3	3	2
Lavabilidad	3	3	3
Antideslizamiento	2	3	3
Amortiguación	1	3	3
Peso	3	1	2
Resistencia compresión	3	1	2
Resistencia humedad	3	2	2
Resistencia desgaste	3	1	2
Apilabilidad	3	3	3
Total	24	20	22

Tabla 4: Evaluación ladrillos del mercado por entrevistada 1. Elaboración propia

Entrevistada 2

Cualidades	Madera	EVA	Corcho
Suavidad	2	3	2
Lavabilidad	3	1	1
Antideslizamiento	1	3	3
Amortiguación	1	3	2
Peso	2	1	2
Resistencia compresión	3	1	2
Resistencia humedad	3	1	1
Resistencia desgaste	3	1	1
Apilabilidad	1	3	3
Total	19	17	17

Tabla 5: Evaluación ladrillos del mercado por entrevistada 2. Elaboración propia



V Metodología de investigación

Metodología de Investigación

Objetivo general		
Desarrollar un material compuesto basado en mats de yoga de PVC en desuso para fabricar nuevos elementos de apoyo para la práctica de yoga		
Etapa	Actividad	Tarea
1. Definir requerimientos técnicos y parámetros de sustentabilidad del material a desarrollar de acuerdo al uso de los props de yoga	Identificación de uso de props relevantes en clases de yoga	1. Observación en terreno 1.1 Registro visual, escrito y análisis del uso de props 1.2 Procesamiento de resultados estadísticos 1.3 Determinación de requisitos y conclusiones.
2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos definidos según el uso de props de yoga	Selección de aglomerante a utilizar	1. Definición de requisitos relevantes 2. Análisis comparativo aglomerantes
	Obtención de materia prima	1. Campaña de recolección 1.1 Difusión 1.2 Recolección
	Procesamiento de la materia prima	1. Selección 2. Molida 3. Separación materiales
	Desarrollo material	1. Mezcla componentes del material 2. Moldeado y prensado 3. Secado 4. Selección cualitativa muestras relevantes 5. Selección y refinamiento de proporciones y terminaciones de las pruebas que cumplen de mejor manera los requerimientos iniciales. 6. Selección final de material
3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados	Someter material seleccionado a ensayos y pruebas según su futuro uso	1. Ensayos Físicos 1.1 Densidad 1.2 Contenido de humedad 1.3 Absorción de agua 1.4 Hinchamiento 2. Ensayos mecánicos 2.1 Compresión 2.2 Tracción 2.3 Desgaste y abrasión 2.4 Dureza 3. Pruebas de trabajabilidad 3.1 Corte 3.2 Lijado 3.3 Perforado
4. Desarrollar elementos de apoyo en la práctica de yoga según su uso más frecuente.	Desarrollo formal	1. Análisis resultados estado del arte y observación en terreno 2. Propuesta formal 3. Generación de modelos
	Fabricación de probetas y prototipos	1. Desarrollo moldes y matrices para probetas 2. Moldeado y prensado 3. Evaluación y selección cualitativa de muestras 5. Desarrollo prototipo final
	Validación prototipo con usuarios	1. Observación en terreno del prototipo en prácticas de yoga 1.1 Registro visual y escrito del uso del ladrillo 1.2 Evaluación y validación a través de requisitos iniciales 1.3 Procesamiento de resultados 2. Entrevistas y encuestas a usuarios 3. Modificación en base a sugerencias, evaluaciones y observaciones en terreno

2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos

2.1 Selección del aglomerante a utilizar

2.1.1 Definición requisitos relevantes

Los requisitos generales del material están determinados por criterios de sustentabilidad, coherentes con la filosofía del yoga y su usuario.

Al usar como materia prima la goma de PVC, que es tóxica en su producción y desecho es importante que el aglomerante a utilizar:

- Tenga gran durabilidad para que logre extender al máximo la vida útil del PVC, evitando incluso que se deseché. Que le otorgue la mayor cantidad de resistencia.

- Sin sacrificar la durabilidad, tenga el menor impacto medioambiental posible para no potenciar la toxicidad y contaminación total de la mezcla ya que tendrá contacto directo con el cuerpo. Esto se traduce en:

- Baja toxicidad
- Biobasado
- Trabajable a baja temperatura
- Producción local
- Sea asequible para que el costo no sea un impedimento para el usuario para preferir y adquirir el producto final por sobre los existentes en el mercado

Estos criterios son además importantes ya que se condicen con los

valores y prioridades asociados al usuario y sea coherente con el objetivo de reciclaje y preocupación medioambiental del proyecto que no sume contaminación al ciclo de vida del producto final.

Requisitos aglomerante						
Aglomerante	Emanación de gases uso	Biobasado	T° fusión o curado (°C)	Producción local	Precio (CLP x kg)	Puntaje
KT1106						
AG201						
PVA						
Urea Formaldehído						
Melamina Urea formaldehído						
Fenol Formaldehído						
Látex natural						
Espuma Poliuretano						
Polipropileno (PP)						
Poliétileno						

Tabla 6: Matriz de selección aglomerante. Elaboración propia

2.2 Obtención de la materia prima: mats de PVC en desuso

En un comienzo se acudió a la Academia Chilena de Yoga, por ser una de las escuelas con más flujo de practicantes y estudiantes que se forman para ser instructores de Yoga en Chile. Cuentan con un sistema de clases a bajo costo y donde existe la posibilidad de arrendar mats por una clase, por lo que poseen una gran cantidad de estos que están a disposición y que son periódicamente renovados. El proyecto tuvo muy buena acogida y justamente tenían un gran número de mats en mal estado guardados, sin saber qué hacer con ellos y que donaron para la investigación.

Posteriormente, al notar que a muchos practicantes tienen la misma disyuntiva cuando sus mats dejan de ser funcionales y están en mal estado, se inicia una campaña de recolección e ir logrando de a poco el objetivo de evitar que más mats vayan a parar a la basura.

2.2.1 Campaña de recolección “Recicla tu mat”: Difusión y recolección

2.2.1.1 Difusión a través de redes sociales, afiches en academias, escuelas y salas de yoga

Campaña recicla tu Mac levantó una campaña en redes sociales y las plataformas de Facebook e Instagram donde se crearon páginas para difundir la campaña.



Figura 21: Logotipo de campaña "Recicla tu mat". Elaboración propia.

Se subieron imágenes para incentivar el La donación de mats en desuso acompañadas de información aspecto al PVC y el impacto medioambiental que éste tiene también se subieron imágenes del proceso de trabajo específicamente en el procesamiento del material es decir del reciclaje mecánico el proceso de picar y el proceso de trazar de trozado y molienda.

2.2.1.2 Acogida y feedback de la gente

L la campaña se difundió entre conocidos y de a poco se fue expandiendo con diferentes practicantes interesados Se recibieron preguntas y mensajes de apoyo y licitaciones y buscando más información al respecto de cómo donar Mats y En búsqueda de información respecto a De qué manera se iban a utilizar

2.2.1.3 Recolección

Si bien casi la totalidad de los más que se recibieron para el proyecto fue a través de la recolección en salas de yoga también Se recibieron algunas donaciones a través de la campaña en redes sociales.



Figura 22: Presencia en redes sociales de la campaña "Recicla tu mat". Fuente: Facebook e Instagram

2.3 Procesamiento de mat

2.3.1 Seccionar

El material fue cortado con guillotina en un comienzo, pero funcionó mejor con Cuchillo cartonero, al ser más fino el filo el proceso fue más rápido y cómodo.

Se cortaron tres formatos de partículas de PVC para probar cómo se comportan en el molinillo y seleccionar luego la más adecuada. Tiras de 30 cm y Cuadrados de 2 x 2 cm.

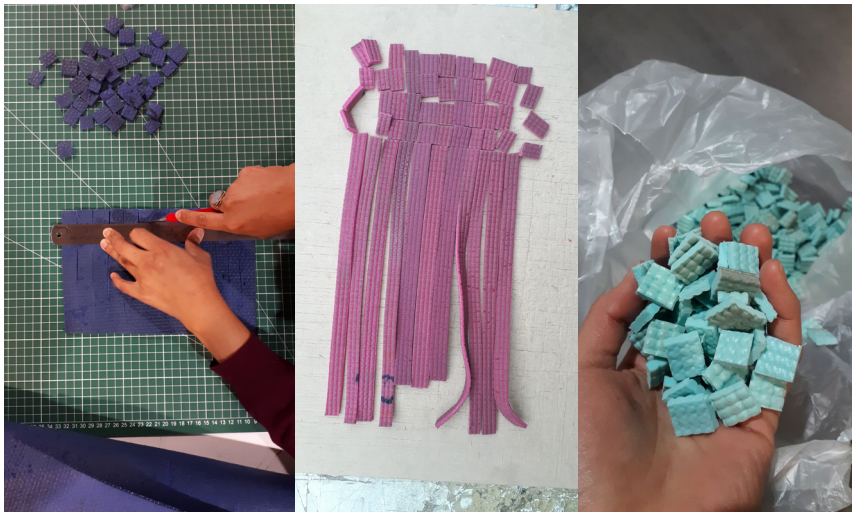


Figura 23: Proceso de picado de mats.



Figura 24: Resultado de picado de mats.

2.3.2 Molienda

El objetivo de moler el material es controlar lo más posible la mezcla con el aglutinante. Por esto se buscó el grano más fino que se pudiera conseguir.

Primero se molió el material en un molinillo de granos mecánico. El resultado no fue óptimo ya que más que triturar, los trozos fueron torcidos.

Luego se probó con un molino eléctrico. Si bien éste fue adaptado originalmente para triturar residuos de mimbre, se utilizó porque se tenía a disposición.



Figura 25:Resultado de molienda mecánica



Figura 26: Molinillo eléctrico y proceso de molienda.

2.3 Desarrollo material

2.3.1 Mezcla componentes del material

Las mezclas se hicieron con diferentes porcentajes de aglomerante según indicaciones del proveedor en el caso de los Poliuretano y por experimentación en caso del Látex y el PH 5014.



Figura 27: Proceso de mezcla de material

2.3.2 Molde y prensado

El molde utilizado para hacer las muestras fue de 12 x 12 x 1,5 cm y se prensó en un comienzo con prensas "C" y "Sargento" en sus 4 esquinas para poder ingresar las muestras al horno. Al experimentar con diferentes proporciones y aglomerantes, en algunos casos no era necesario el secado en horno por lo que se utilizó una prensa x de x kg que otorga un mejor prensado al ser mayor y más regular presión aplicada.

En el caso de las muestras con espuma de poliuretano no se prensaron para ver cuánto se expandía la espuma en distintas proporciones. Si el aglomerante era escogido se controlaría más el molde.



Figura 28: Molde para realizar probetas

2.3.3 Secado

Las mezclas con Látex y PH5014, se secaron en la estufa para acelerar el proceso ya que tarda mucho en secar.

Las de adhesivo de poliuretano se secaron en un comienzo en la estufa pero por máximo 30 minutos como indica el proveedor. Al ser tan poco tiempo, ya que seca rápido, se decide no utilizar la estufa ya que, si bien acelera aún más el proceso, es un paso y gasto extra.

Las muestras de espuma de poliuretano se secan prácticamente al instante por lo que no es necesario aplicar calor adicional, de hecho hay que efectuar rápido el procedimiento de moldaje.

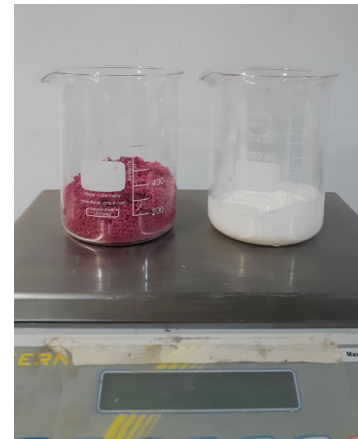


Figura 29: Porceso de pesa de componentes



Figura 30: Prensa xilográfica

2.3.4 Selección cualitativa de mezclas relevantes

Se seleccionan los aglomerantes cuyas muestras se comporten de mejor manera de acuerdo a los requerimientos iniciales con tabla.

2.3.5 Selección y refinamiento de proporciones y terminaciones de las pruebas que cumplan de mejor manera los requerimientos iniciales.

2.3.6 Selección final del material

Comparación cualitativa de muestras

Muestra	Foto	Aglomerante	Porcentaje	Aglomeración	Desgranamiento	Rugosidad	Dureza	Valoración
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Tabla 7: Matriz comparación cualitativa de muestras. Elaboración propia

3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados

3.1 Someter material seleccionado a ensayos y pruebas según su futuro uso

3.1.1 Ensayos Físicos

Para estos ensayos se usaron probetas del material "en bruto" y otras con una capa superficial del mismo adhesivo que se utilizó para aglomerar a modo de barniz para experimentar si mejora el rendimiento del material según requerimiento observado anteriormente.

Se ensayaron 5 probetas de 10 x 4 x 0,5 cm sin barnizar y 5 probetas de 10 x 4 x 0,5 cm barnizadas para comparar su desempeño y determinar si se usará este procedimiento de aquí en adelante.

Los métodos usados para la realización de estos ensayos están basados en la norma ASTM 1037-99, norma de métodos de pruebas para evaluar propiedades de materiales basados en fibra de madera y tableros de partículas. (ASTM, 1999)

3.1.1.1 Densidad

Se determinó la densidad de la muestra con la fórmula de densidad media:

Donde m es masa y v es volumen.

Se calculó con la unidad de medida g/cm³.

Se masó en la pesa de precisión X disponible en el laboratorio y las dimensiones se midieron con un pie de metro.

$$\text{DENSIDAD} = \frac{m}{v}$$

3.1.1.2 Contenido de humedad

El porcentaje de contenido de humedad del material se calculó determinando el peso perdido de la probeta luego de ser secada en el horno X del laboratorio a 103° por 24 horas. El cálculo se realizó con la siguiente fórmula, Donde W1 es la masa inicial de la probeta a temperatura ambiente y W2 es la masa de la probeta luego de ser secada.

$$\text{PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

3.1.1.3 Absorción de agua

Se determinó la absorción de humedad través de un método basado en la norma ASTM 1037 – 99 para evaluar propiedades de materiales basados en fibra de madera y tableros de partículas, a través de la siguiente fórmula donde W1 es el peso inicial de la probeta, antes de sumergirla en agua y W2 es el peso de la probeta después de suergirla en agua.

(ASTM, 1999)

$$\text{PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA} = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

3.1.1.4 Espesor Hinchamiento

Se determinó el hinchamiento del material a través de un método basado en ASTM 1037-99, norma para evaluar propiedades de materiales basados en fibra de madera y tableros de partículas, a través de la siguiente fórmula donde W1 es el espesor inicial de probeta antes de sumergirla en agua y X2 es el espesor de la probeta antes de sumergirla en agua.(ASTM, 1999)

$$\text{PORCENTAJE DE HINCHAMIENTO} = \frac{X2 - X1}{X1} \times 100$$

3.1.2 Ensayos mecánicos

3.1.2.1 Compresión

La prueba de compresión se realizó en el Laboratorio de ensayos de la Universidad Tecnológica Metropolitana en una máquina Zwick Roell Z005 bajo una norma acordada con el laboratorio. Se utilizaron probetas de 10 x 4 x 0,5 cm



Figura 31: Máquina Zwick Roell Z005 para ensayo de compresión

3.1.2.2 Tracción

La prueba de compresión se realizó en la Universidad Tecnológica Metropolitana en una máquina Instron, bajo una norma acordada con el laboratorio.

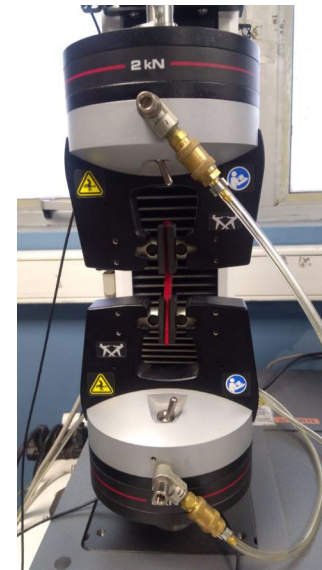


Figura 32: Máquina Instron para ensayo de tracción

3.1.2.3 Desgaste y abrasión

La prueba de compresión se realizó en el Laboratorio de Investigación y Control de calidad en cueros y textiles (LICTEX) de la Universidad de Santiago de Chile con un Abrasímetro Taber con una piedra H18.

Se utilizaron 2 probetas de diámetro 13 cm de diámetro y 2,5 cm de espesor determinadas por la máquina y norma. Una probeta del material en desarrollo y otra de EVA , material utilizado para hacer ladrillos de yoga, para comparar.

Los métodos usados para la realización de estos ensayos están basados en la norma ASTM D4060-14, norma de métodos para Resistencia a la abrasión de recubrimientos orgánicos por Abrasímetro Taber. (ASTM, 2014)

Para este ensayo se utilizó la misma probeta del material en desarrollo por ambas caras; una con el material "en bruto" y la otra con una capa superficial del mismo adhesivo que se utilizó para aglomerar, a modo de barniz para experimentar si mejora el rendimiento del material según requerimiento observado anteriormente. Así se podrá comparar su desempeño y determinar si se usará este procedimiento de aquí en adelante.



Figura 33: Abrasímetro Taber para prueba de desgaste y abrasión

3.1.3 Pruebas de trabajabilidad

Para estas pruebas se usaron probetas del material “en bruto” y otras con una capa superficial del mismo adhesivo que se utilizó para aglomerar a modo de barniz para experimentar si mejora el rendimiento del material según requerimiento observado anteriormente.

Se realizaron en base a los métodos expuestos en la norma ASTM D 166-11, norma de método de prueba para la realización de de mecanizado en madera y materiales de paneles basados en madera. (ASTM, 2011)

Luego se evaluaron cualitativamente según criterios de desgranamiento y marcas de la herramienta en el material.

3.1.3.1 Corte

Se realizaron pruebas de corte en probetas de 10 x 4 x 0,5 cm con :
Cierra Ingletadora
Cuchillo cartonero de ángulo de 30
Tijeras de filo de 10 cm.

3.1.3.2 Lijado

Se realizaron pruebas de lijado en probetas de 10 x 4 x 0,5 cm con :
Lijadora orbital con lija de grano 80
Esmeril de banco

3.1.3.3 Perforado

Se realizó la prueba de perforado en probetas de 10 x 4 x 0,5 cm con con un taladro pedestal con broca de 7 mm.

3.1.3.4 Moldeabilidad

Se realizaron pruebas de moldeabilidad del material en un rango que se determinó como textura profunda.

Esta se realizó con un molde de MDF cortado en máquina láser y cubierto con PAI termoformado.

Luego se prensó en una prensa xilográfica y secó a temperatura ambiente.



Figura 34: Molde para ensayo de moldeabilidad.

4.1 Desarrollo formal

4.1.1 Análisis resultados estado del arte y observación en terreno en base a usuario, uso, forma y materialidad.

La primera parte investigación se centró en el desarrollo de un nuevo material a partir de los mats de yoga en desuso. En base a los ensayos y análisis de las propiedades identificadas, se determinó en qué categoría de los props más utilizados podría incorporarse y potenciarse el nuevo material.

En base a las conclusiones y resultados obtenidos en los procesos de observación del estado del arte, observación en terreno y entrevistas se decidió fabricar el prop más utilizado y versátil.

4.1.2 Propuesta formal

A partir de las observaciones se resaltan también las preferencias del usuario de una materialidad por sobre otra y se toman en cuenta para mantenerlas en este nuevo elemento.

Además se analizan las falencias del elemento a modificar y busca darle solución a partir de las características propias del material y modificaciones en la forma.

Las dimensiones de los props son estándar, otorgadas por el Instituto de Yoga Iyengar.

Cualidades	Madera	PVC + PU
Suavidad		
Lavabilidad		
Peso		
Resistencia compresión		
Resistencia humedad		
Resistencia desgaste		
Docilidad		
Moldeabilidad		
Densidad		
Amortiguación		
Deslizamiento		

Tabla 8: Matriz comparación cualitativa entre block de madera y nuevo material. Elaboración propia

4.1.3 Generación de modelos

En base a las consideraciones anteriores se desarrolla una nueva propuesta y se generan bocetos y renders en Inventor.

4.2 Fabricación de probetas y prototipos

Se desarrollaron probetas para probar las modificaciones que se propusieron respecto a forma.

Estas se hicieron a escala o en secciones más pequeñas para probar el comportamiento del material frente a las modificaciones y formas.

4.2.1 Desarrollo moldes y matrices para probetas y muestras

- Textura superficial

Anteriormente se había experimentado con texturas más profundas y pronunciadas, pero ahora para alterar al mínimo la funcionalidad de la cara a intervenir, y buscando que la textura cumpla sólo la función de antideslizamiento se prueba con una textura superficial de una profundidad de 0,5 mm.

Se realizaron probetas de 10 x 4cm con texturas en un comienzo sencillas y funcionales que cumplieran con el requisito identificado, para probar como se comportaba el material frente a una textura tan sutil.

Luego con figuras más complejas aportando estética al elemento.

Estas pruebas se realizaron cortando las figuras en cartón de espesor 0,5 mm en máquina láser. Estas se enmarcaron en piezas de MDF de xx cm de espesor y luego se termoformaron en PAI de 0,5 mm para



Figura 35: Moldes para probetas de textura superficial



- Textura profunda

Para estas pruebas se modeló la textura en Inventor y se cortó en Router CNC en un bloque de MDF de xx cm de espesor. Luego esta se termoformó en PAI de 2mm de espesor .

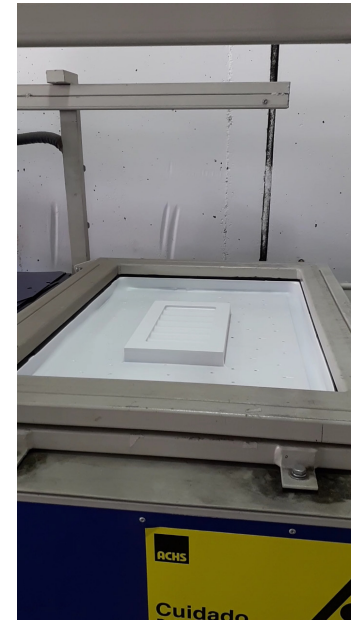


Figura 36: Proceso de termoformado de molde de textura profunda

4.2.2 Moldeado y prensado

Todas las muestras se llenaron con el material y se prensaron y secaron al igual que las muestras anteriores en una prensa xilográfica a temperatura ambiente por 12 horas.

4.2.3 Evaluación y selección cualitativa de muestras

Se seleccionaron las muestras que mejor respondieran a los requerimientos del material y la forma.

- Textura superficial

Las muestras se evaluaron cualitativamente en base a los factores de definición de la figura final y espesor de las líneas que la conforman.

- Textura profunda

Las muestras se evaluaron cualitativamente en base a los factores de definición de la textura general y posible desgranamiento.

4.2.4 Desarrollo prototipo final

El prototipo final se desarrolló con los procedimientos ya aplicados en las muestras y probetas anteriores.

4.2.4.1 Molde

El molde del ladrillo se construyó a partir de 3 piezas.

- Tapa con textura superficial

La base de la tapa de MDF se cortó en router CNC y las figuras de cartón en láser. Todo se termoformó con PAI de 1 mm.

- Marco (cuerpo del ladrillo)

De MDF cortado en router CNC.

- Base con textura profunda

De MDF cortado en router CNC.

La base y el marco se unieron para darle continuidad a la forma final, resultando un molde de 2 piezas compuesto de una caja y una tapa, cada una termoformada por separado.

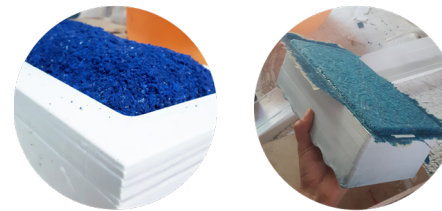
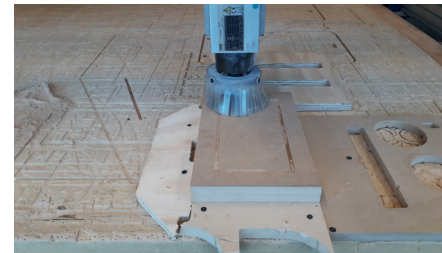


Figura 37: Proceso de producción de molde de prototipo final

4.2.4.2 Prensado, secado y desmoldaje

Los procedimientos para estos pasos se siguieron de igual manera que con las probetas anteriores.

Con la diferencia de que el tiempo de secado se prolongó a 48 horas y a la hora de desmoldar fue necesario quitar el PAI a pedazos, rompiendo el molde.

4.3 Validación prototipo con usuarios

4.3.1 Observación en terreno del prototipo en prácticas de yoga

El prototipo final del ladrillo se probó en la sala "Maitri" con una instructora y 2 alumnas.

Se realizaron 11 posturas diferentes donde se buscó:

- Diferentes zonas de contacto
- Fuerza en diferentes direcciones
- Diferentes alturas y apilamiento entre bloques

Estas posturas se realizaron además con bloques de madera y EVA para que los usuarios pudieran comparar y evaluar.

4.3.1.1 Registro visual y escrito del uso del ladrillo

Se fotografió a las usuarias realizando las posturas con los ladrillos de todas las materialidades.

Se tomó nota de las apreciaciones.

4.3.1.2 Evaluación y validación en base a requisitos iniciales

Se pide a los usuarios que evalúen los 3 bloques a partir de 10 parámetros en la escala de Alto, medio y bajo.

Además se les pide que entreguen por escrito sus impresiones respecto a diferentes cualidades del ladrillo:

- Primeras apreciaciones generales
- Apreciaciones estéticas textura superficial
- Apreciaciones estéticas textura profunda
- Apreciaciones funcionales textura superficial
- Apreciaciones funcionales textura profunda
- Observaciones y sugerencias

4.3.1.3 Procesamiento de resultados

Se le asignó un valor a cada una de las respuestas
Alto: 3 / Medio: 2 / Bajo: 1

Se sumó y calculó la valoración total de cada elemento para poder comparar y analizar en conjunto con las observaciones escritas por los usuarios.

En base a las sugerencias, evaluaciones y observación en terreno se toman en cuenta las proyecciones y modificaciones del producto.

Validación

Cualidades/ Material	PVC	Madera	EVA
Suavidad			
Lavabilidad			
Antideslizamiento			
Amortiguación			
Peso			
Resistencia compresión			
Resistencia humedad			
Resistencia desgaste			
Apilabilidad			
Estabilidad			

Tabla 9: Matriz comparación cualitativa entre ladrillos para validación. Elaboración propia



V Resultados y conclusiones

2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos definidos según el uso de props de yoga

2.1 Selección de aglomerante

2.1.1 Definición de requisitos relevantes

Según los aglomerantes que se tenían a disposición en el laboratorio y los que se encontraron en el mercado que fueran adecuados para aglutinar la materia prima de PVC, se analizaron 10 aglomerantes diferentes. Estos son:

- KT1106
- Bioespuma de poliuretano AG201
- PVA
- Urea Formaldehído
- Melamina Urea Formaldehído
- Fenol Formaldehído
- Látex natural
- Espuma de poliuretano
- Polipropileno
- Polietileno

2.1.2 Análisis comparativo entre aglomerantes

de los cuales según los criterios establecidos 6 cumplen de mejor manera. No obstante el Polipropileno y el Polietileno se dejaron de lado ya que necesitan temperaturas de fusión más elevadas lo que

Requisitos aglomerante

Aglomerante	Emanación de gases uso	Biobasado	T° fusión o curado (°C)	Producción local	Precio (CLP x kg)	Puntaje
KT1106	No	Sí	Ambiente. Acelerar con estufa a 60 u 80	No	3382	
	1	1	1	0	1	4
AG201	No	Sí	Ambiente. Acelerar con estufa a 60 u 80	No	6019	
	1	1	1	0	1	4
PVA	Sí	No	Ambiente (25)	Sí	3750	
	0	0	1	1	1	3
Urea Formaldehído	Sí	No	150	Sí	670	
	0	0	0	1	1	2
Melamina Urea formaldehído	Sí	No	150	Sí		
	0	0	0	1		1
Fenol Formaldehído	Sí	No	150	Sí	9800	
	0	0	0	1	0	1
Látex natural	Sí	Sí	Ambiente (Acelerar horno)	Sí	3500	
	0	1	0	1	1	3
Espuma Poliuretano	Sí	No	Ambiente (22)	No	6080	
	0	0	1	0	1	2
Polipropileno (PP)	No	No	170	Sí	1000	
	1	0	0	1	1	3
Polietileno	No	No	105 - 130	Sí	1000	
	1	0	0	1	1	3

Tabla 10: Requisitos para selección de aglomerantes. Elaboración propia

significa un costo y proceso extra.

Por lo tanto Se seleccionan 4 aglomerantes finales para realizar las pruebas:

- Espuma poliuretano biobasado KT1106
- Adhesivo de poliuretano biobasado AG201
- Látex natural
- PVA

Según los resultados obtenidos se selecciona el adhesivo AG 201 ya que cumple de mejor manera con los requisitos pre establecidos. Se advierte que tiene fácil desgranamiento y que hay que buscar una buena proporción de adhesivo y materia prima además de un posible reforzamiento con algún tipo de barniz.

Aglomerantes seleccionados para realizar muestras

Aglomerante	Marca	País Origen	Precio (CLP x kg)	Componentes	Origen Componentes	Biodegradable
KT1106	Kehl	Brasil	\$3.382	Poliol + Isocianato	Natural	SI
AG201	Kehl	Brasil	\$6.019	Aceite de Ricino	Natural	SI
Látex natural	Phoenix	Chile	\$3.500	Látex	Natural	SI
PH 5014	Phoenix	Chile	\$3.750	Etilen- vinil acetao		

Tabla 11: Aglomerantes seleccionados. Elaboración propia

2.2. Procesamiento de la materia prima

2.2.1 Molienda

La molienda en el molinillo eléctrico dio un muy buen resultado ya que el material se trituró de manera uniforme, lográndose un grano pequeño formando una especie de arenilla.

Además, entre las hojas del molino, al interior, queda atrapada la malla interna del mat, permitiendo separar los dos componentes. Esta se reincorporó al molino para intentar procesarla pero no llegó a triturarse, por lo que se dejó de lado, generando un desecho dentro de este proceso productivo.

La consistencia de los granos de PVC cumple con lo que se buscaba en este proceso, por lo tanto se decide continuar usando el molino eléctrico para trabajar el material.

Medición material obtenido:

- Cada mat de PVC mide 61 x 174 cm y pesa 960 g
- Por cada mat se obtiene 582 g de materia prima en 25 minutos.
- Esto corresponde al 60% del peso total, el otro 40% corresponde a la malla interna que se considerará como desecho.



Figura 38: Colores obtenidos en la molienda.



Figura 39: Residuo de molienda



Figura 40: Mezcla de color para material

En síntesis:

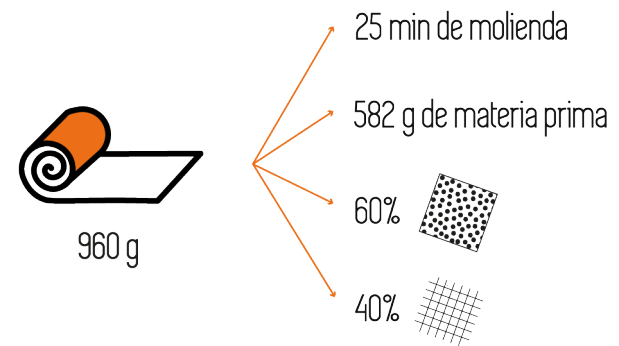


Figura 41: Síntesis de obtención de material. Elaboración propia

2.3 Desarrollo de material

Se probaron los 4 aglomerantes mejor valorados según los criterios iniciales y se realizaron pruebas con diferentes proporciones.

Aglomerante: Adhesivo de poliuretano AG201

Las proporciones utilizadas fueron en base a indicaciones del proveedor.

Muestra	PVC (%)	Adhesivo Poliuretano AG201 (%)	Prensado	T° de secado (°C)	Tiempo de secado (horas)
1	90	10	4 puntos		
2	80	20	4 puntos		

Tabla 12: Proceso de mezcla probetas 1 y 2. Elaboración propia

Probeta 1: Aglomerante AG201 al 10 %

- El material se aglomeró pero no se cohesionó lo suficiente.
- Se desgrana con facilidad.
- Bordes poco definidos y frágiles.
- Blando

Probeta 2: Aglomerante AG201 al 20 %

- El material se aglomeró y se cohesionó mucho mejor.
- No se desgrana.
- Bordes definidos pero frágiles
- Blando

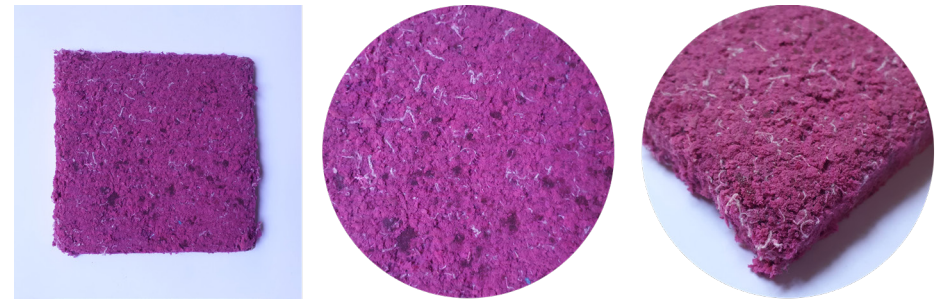


Figura 42: Probeta 1



Figura 43: Probeta 2

Aglomerante: Espuma de poliuretano KT1106

Las proporciones utilizadas fueron en base a indicaciones del provee-

Muestra	PVC (%)	Espuma Poliuretano KT1106 (%)	Prensado	T° de secado (°C)	Tiempo de secado (horas)
3	70	30	Sin prensar	Ambiente	
4	50	50	Sin prensar	Ambiente	
5	30	70	Sin prensar	Ambiente	0,18/ 3 min

Tabla 13: Proceso de mezcla probetas 3,4 y 5. Elaboración propia

Probeta 3: Aglomerante KT1106 al 30%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Duro pero se comprime en baja medida.
- Volumen no varió, altura regular
- Color uniforme



Figura 44: Probeta 3

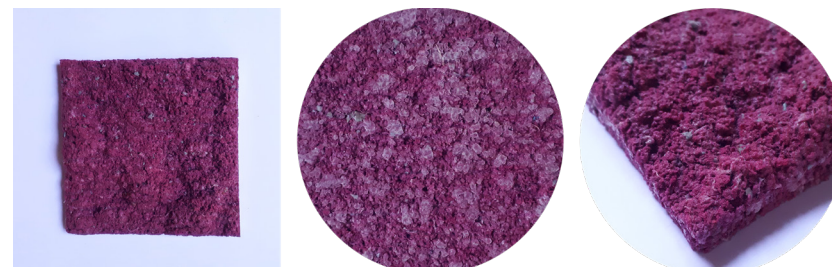


Figura 45: Probeta 4



Figura 46: Probeta 5

Probeta 4: Aglomerante KT1106 al 50%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Duro, no se comprime.
- Volumen aumentó, superficie irregular.
- Color uniforme con presencia de blanco del aglomerante.

Probeta 5: Aglomerante KT1106 al 70%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Duro, quebradizo, inflado.
- Volumen aumentó, superficie irregular.
- Predominancia de blanco de aglomerante.

Aglomerante: Adhesivo PH5014

Muestra	PVC (%)	PH5014 (%)	Prensado	T° de secado (°C)	Tiempo de secado (horas)
6	90	10	4 puntos	80	8

Tabla 14: Proceso de mezcla probeta 6. Elaboración propia

Probeta 6: Aglomerante PH5014 al 10%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes irregulares.
- Blando
- Superficie irregular.
- Color uniforme.



Figura 47: Probeta 6

Aglomerante: Látex natural

Las proporciones utilizadas fueron en base a recomendaciones y prueba y error.

Muestra	PVC (%)	Látex natural (%)	Prensado	T° de secado (°C)	Tiempo de secado (horas)
7	50	50	4 puntos	80	48
8	50	50	4 puntos	80	48
9	50	50	4 puntos	80	48
10	30	70	4 puntos	80	48

Tabla 15: Proceso de mezcla probetas 7,8,9 y 10. Elaboración propia

Probeta 7: Aglomerante Látex natural al 50%

- Esta mezcla se hizo en el mismo molde pero sin tapa.
- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Blando y flexible
- Superficie irregular



Figura 48: Probeta 7



Figura 49: Probeta 8

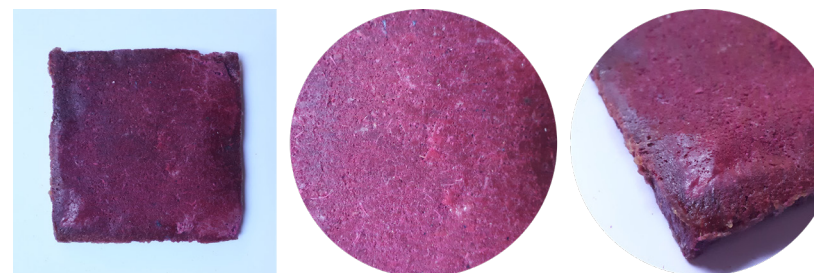


Figura 50: Probeta 9

Probeta 8: Aglomerante Látex natural al 50%

- La mezcla se realizó por capas intercaladas de PVC y látex, terminando con una de PVC
- El material se aglomeró pero no se cohesionó bien.
- Se desgrana.
- Bordes definidos.
- Blando y flexible
- Superficie irregular
- Color uniforme

Probeta 9: Aglomerante Látex natural al 50%

La mezcla se realizó por capas intercaladas de PVC y látex, terminando con una de látex y prensando.

- El material se aglomeró pero no se cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Blando y flexible
- Superficie lisa pero inflada
- Color uniforme

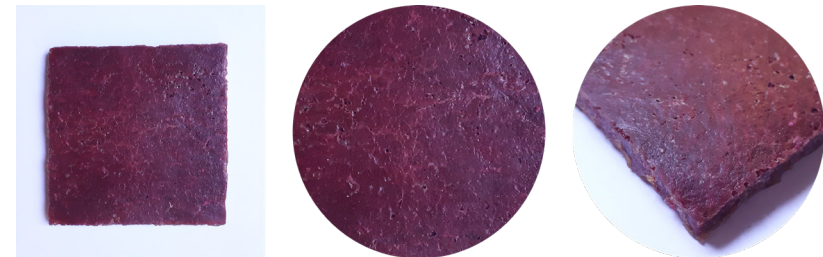


Figura 51: Probeta 9



Figura 52: Probeta 10

Probeta10: Aglomerante Látex natural al 70%

- La mezcla se realizó en un molde más alargado y con textura papra potenciar y probar la flexibilidad del material.

- El material se aglomeró y cohesionó bien.

No se desgrana.

- Bordes definidos, tomó de buena manera la textura pero las terminaciones no son prolijas, por lo que no se logró un ensamble perfecto.

- Blando y flexible y adherente.

- Superficie irregular, no se pudo lograr liso total. Muchas burbujas que no se pudieron controlar.

- Color uniforme.

2.3.4 Selección cualitativa de mezclas relevantes

En la tabla de comparación se muestran los resultados de cada muestra de material utilizando criterios cualitativos básicos para aprobar el aglomerante mezclado con el PVC.

Se seleccionaron las muestras aglomeradas con Adhesivo poliuretano y bioespuma de poliuretano al obtener mejor evaluación.

Las muestras de látex resultaron interesantes y cumplieron satisfactoriamente muchos de los requerimientos técnicos pero resultó también mucho más difícil de controlar en cuanto a terminaciones. Se generaban muchas burbujas, superficie irregular y demasiado pegajosa, lo que la volvía también sucia.

Comparación cualitativa de muestras								
Muestra		Aglomerante	Porcentaje	Aglomeración	Desgranamiento	Rugosidad	Dureza	Valoración
1		Adhesivo Poliuretano AG201	10	Baja	Alto	Baja	Baja	/
			3	1	1	3	3	11
2		Adhesivo Poliuretano AG201	20	Alta	Medio	Baja	Baja	/
			3	3	2	3	3	14
3		KT1106	30	Alta	Medio	Medio	Medio	/
			3	3	2	2	2	12
4		KT1106	50	Alta	Bajo	Alta	Alta	/
			2	3	3	1	1	10
5		KT1106	70	Alta	Bajo	Alta	Alta	/
			1	3	3	1	1	9
6		Látex natural	50	Medio	Alto	Alta	Baja	/
			2	2	1	1	3	9
7		PH-SQ14	50	Bajo	Alto	Alta	Baja	/
			2	1	1	1	3	8
8		Látex natural	50	Alta	Bajo	Medio	Baja	/
			2	3	3	2	3	13
9		Látex natural	50	Alta	Bajo	Medio	Baja	/
			2	3	3	2	3	13
10		Látex natural	70	Alta	Bajo	Medio	Baja	/
			1	3	3	2	3	12

Tabla 16: Comparación cualitativa de muestras. Elaboración propia

2.3.5. Selección y refinamiento de proporciones y terminaciones de las pruebas que cumplan de mejor manera los requerimientos iniciales.

Agglomerante: Adhesivo Poliuretano AG201

Al terminarse y analizar la ronda de pruebas, se decide mejorar las mezclas con este aglomerante por su buen desempeño para perfeccionarlas al máximo y decidir finalmente el aglomerante definitivo.

Muestra	PVC (%)	Adhesivo Poliuretano AG201 (%)	Prensado	T° de secado (°C)	Tiempo de secado (horas)
11	80	20	Regular	Ambiente	
12	70	30	Regular	Ambiente	

Tabla 17: Proceso de mezcla de probetas 11 y 12. Elaboración propia

Probeta 11: Aglomerante AG201 al 20%

Para esta probeta la mezcla se realizó durante más tiempo y se realizó en un molde con textura. Además se aplicó desmoldante.

- El material se aglomeró y cohesionó bien
- No se desgrana.
- Bordes definidos pero frágiles.
- Blando
- Superficie regular

Al percibir que las superficies y aristas podrían desgranarse con el roce se decide hacer otra prueba aumentando el porcentaje de adhesivo para lograr una mejor aglomeración.

Probeta 12: Aglomerante AG201 al 30%

- La cohesión de la mezcla es notoriamente mejor.
- No se desgrana.
- Bordes definidos
- Blando
- Superficie regular

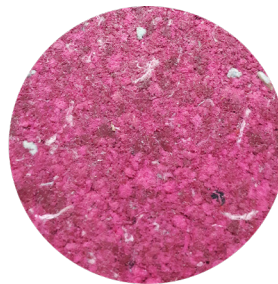


Figura 53: Probeta 11



Figura 54: Probeta 12

2.3.6. Selección final de material

Al comparar los aglomerantes de mejor desempeño: adhesivo de poliuretano AG201 con la espuma de poliuretano KT1106 se hizo a través de sus mejores muestras:

Probeta 3: Aglomerante KT1106 al 30%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos.
- Duro pero se comprime en baja medida.
- Áspero
- Volumen no varió, altura regular
- Color uniforme

Probeta 12: Aglomerante AG201 al 30%

- El material se aglomeró y cohesionó bien.
- No se desgrana.
- Bordes definidos
- Blando
- Suave
- Superficie regular
- Color uniforme

Si bien ambas cumplen de manera satisfactoria los requerimientos

Muestra	Imagen	Aglomerante	Porcentaje	Aglomeración	Desgranamiento	Rugosidad	Dureza	Suavidad	Densidad (g/cm3)
3		KT1106	30%	Alta	Medio	Media	Media	Baja	0.426
12		Adhesivo Poliuretano AG201	30%	Alta	Bajo	Baja	Media	Media	0.6

Tabla 17: Comparación probetas 3 y 12. Elaboración propia

básicos, la mezcla de espuma demuestra ser más dura, por lo tanto menos amortiguante a la hora de comprimirse y lograr densidades más elevadas.

Si bien aún no se determina la forma y función específica que cumplirá el material, sí se determinó que uno de los requerimientos más manifestados en los props de yoga es la amortiguación.

Además se sabe también que estará en contacto con el cuerpo y esta mezcla resulta ser áspera.

Por lo tanto el material a utilizar será el de mezcla
70% PVC + 30% Adhesivo de poliuretano

Si bien el material seleccionado cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos se observó que su superficie y aristas se desgastan con la manipulación, por lo que se duda de su durabilidad y se establece una hipótesis.

Hipótesis:

El material puede aumentar su durabilidad y mejorar sus propiedades si se le aplica una capa de barniz con el mismo adhesivo que se usó como aglomerante.

Es por esto que se realiza una probeta con una capa de barniz para observar los cambios posibles a simple vista y se decide realizar los próximos ensayos del material con y sin barniz para poner a prueba este tratamiento y comprobar la hipótesis.

En la imagen se puede observar a la izquierda el material con capa de barniz y a la derecha el material "en bruto".

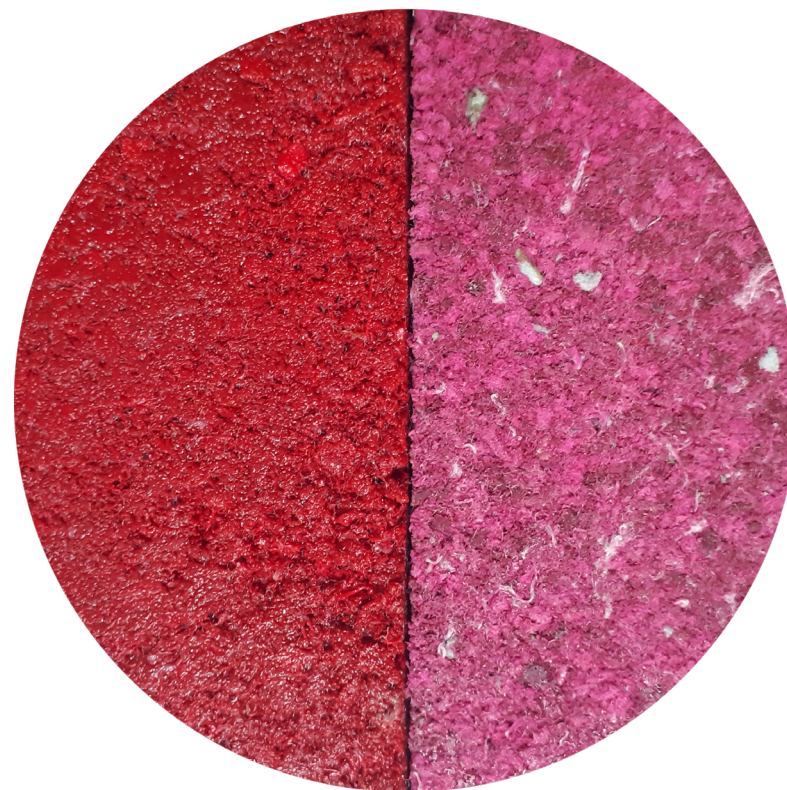


Figura 55: Comparación muestra con y sin barniz

3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados.

3.1 Ensayos Físicos

3.1.1 Densidad

Muestras sin barnizar

$$\text{DENSIDAD} = \frac{13,144}{12} = 1,095 \text{ cm}^3$$

Muestras barnizadas

Resultan tener más densidad ya que el barniz aumenta peso total en la muestra.

$$\text{DENSIDAD} = \frac{15,256}{12} = 1,271 \text{ cm}^3$$

3.1.2 Contenido de humedad

Muestras sin barniz

Muestra	Peso a T° ambiente (g)	Peso después de secado (g)	Peso después de sumergir en agua (g)
MSB 1	13,8	13,66	21,76
MSB 2	14,18	14,08	21,92
MSB 3	13,24	13,1	21,94
MSB 4	12,66	12,48	21,1
MSB 5	11,84	11,78	20,16
Total	65,72	65,1	106,88
Promedio	13,144	13,02	21,376

Tabla 18: Pesos de muestras sin barniz. Elaboración propia

Muestras con barniz

Muestra	Peso a T° ambiente (g)	Peso después de secado (g)	Peso después de sumergir en agua (g)
MCB 1	14,98	14,94	18,48
MCB 2	14,82	14,74	22,2
MCB 3	15,74	15,7	20,92
MCB 4	15,34	15,3	20,44
MCB 5	15,4	15,34	20,48
Total	76,28	76,02	102,52
Promedio	15,256	15,204	20,504

Tabla 19: Pesos de muestras con barniz. Elaboración propia

Muestras sin barniz

$$\text{PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{13,144 - 13,02}{13,02} \times 100 = 0,952 \%$$

Muestras con barniz

$$\text{PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{15,256 - 15,204}{15,204} \times 100 = 0,342 \%$$

El material barnizado se comporta de mejor manera que el sin barniz, demostrando tener casi 3 veces menos contenido de humedad.

3.1.3 Absorción de agua

Muestras con barniz

$$\text{PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA} = \frac{21,37 - 13,02}{13,02} \times 100 = 64,132 \%$$

Muestras sin barniz

$$\text{PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA} = \frac{20,504 - 15,204}{15,204} \times 100 = 34,859 \%$$

El material barnizado se comporta de mejor manera que el sin barniz, demostrando absorber levemente menos agua.

3.1.4 Hinchamiento

Para las pruebas de hinchamiento no se notaron cambios medibles con los instrumentos a disposición, ya que las probetas tenían 5 mm de espesor y no fue perceptible la variación de hinchamiento por lo que se concluye que sí hubo, ya que se reflejó en la variación de peso pero que es mínima ya que no se pudo medir en su variación de espesor.

Se pudo concluir que las muestras barnizadas tienen un mejor desempeño que las no barnizadas frente a la absorción de agua. Por lo tanto la capa de barniz le otorga más impermeabilidad al material.

2. Ensayos mecánicos

2.1 Compresión

Los ensayos de compresión se realizaron comparando el nuevo material con la espuma de EVA utilizada en los ladrillos de yoga para comparar su desempeño.

PVC + PU

Muestra	Altura (mm)	Fuerza máxima (kgf)
M1	1,59	351,07
M2	1,73	350,95
M3	1,84	350,83
M4	1,72	351,69
M5	1,61	350,83
Total	8,49	1755,37
Promedio	1,698	351,074

Tabla 20: Resultados ensayo compresión muestra material PVC + PU. Elaboración propia



Figura 56: Probetas PVC ensayo compresión

EVA

Muestra	Altura (mm)	Fuerza máxima (kgf)
M1	2,68	129,83
M2	3,51	137,29
M3	2,59	131,19
M4	2,7	127,89
M5	2,4	122,53
Total	13,88	648,73
Promedio	2,776	129,746

Tabla 21: Resultados ensayo compresión muestra EVA. Elaboración propia

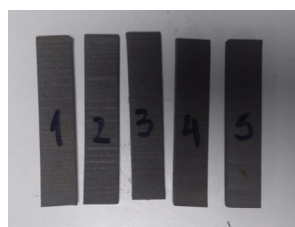


Figura 57: Probetas EVA ensayo compresión

Las muestras de PVC se comportaron de mejor manera que las de EVA frente a los esfuerzos de compresión realizados, demostrando resistir casi 3 veces más kgf, deformándose 1,08 mm menos que la espuma de EVA.

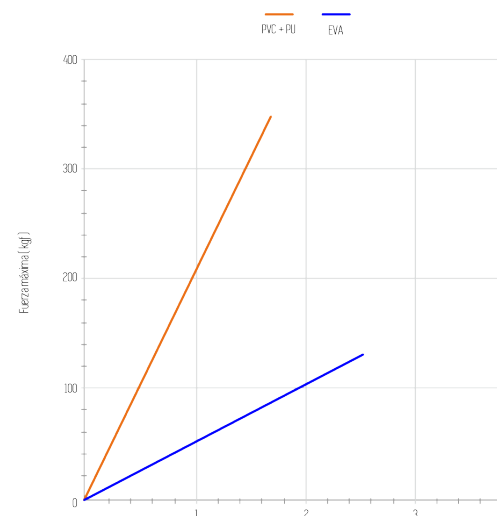


Gráfico 21: Resultados comparativos ensayo de compresión. Elaboración propia

2.2 Tracción

Este ensayo se realizó bajo la hipótesis de que el material no resiste de buena manera a la tracción pero se ejecutó de igual manera para comprobarlo y descartar futuros usos.

Si bien las probetas no se compararon con otro material, no se comportaron satisfactoriamente ante los esfuerzos de tracción, demostrando resistir muy poco y fracturándose casi instantáneamente.

PVC + PU

Muestra	Carga máxima (kgf)	Desplazamiento máximo (mm)
M1	10,35945	6,76354
M2	7,5041	6,60354
M3	4,19681	6,50187
M4	4,17506	4,66875
M5	8,03795	7,6675
M6	8,26065	6,13458
Total	42,53402	38,33978
Promedio	7,089003333	6,389963333

Tabla 21: Resultados ensayo tracción muestra material PVC + PU. Elaboración propia

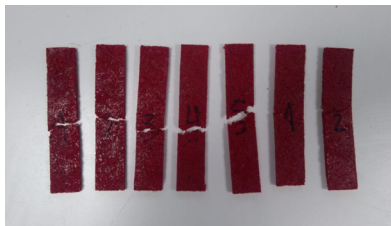


Figura 57: Probetas PVC+ PU ensayo tracción

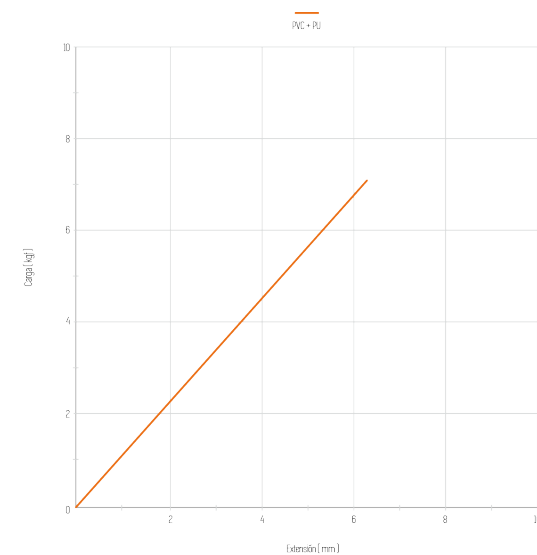


Gráfico 21: Resultado ensayo de tracción. Elaboración propia

2.3 Desgaste y abrasión

Muestra PVC + PU sin barniz

$$\begin{array}{l} \text{CICLOS DE} \\ \text{DESGASTE} \\ \text{[W]} \end{array} = \frac{3500}{2,7} = 1296 \text{ ciclos}$$

$$\begin{array}{l} \text{PÉRDIDA} \\ \text{DE PESO} \\ \text{[L]} \end{array} = 141330 - 110539 = 30791 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{l} \text{ÍNDICE DE} \\ \text{DESGASTE} \\ \text{[I]} \end{array} = \frac{(141330 - 110539) 1000}{3500} = 8797,43$$

Muestra PVC + PU con barniz

$$\begin{array}{l} \text{CICLOS DE} \\ \text{DESGASTE} \\ \text{[W]} \end{array} = \frac{10900}{0} = 0 \text{ ciclos}$$

$$\begin{array}{l} \text{PÉRDIDA} \\ \text{DE PESO} \\ \text{[L]} \end{array} = 113350 - 113320 = 30 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{l} \text{ÍNDICE DE} \\ \text{DESGASTE} \\ \text{[I]} \end{array} = \frac{(113350 - 113320) 1000}{10900} = 2,75$$

Muestra espuma de EVA

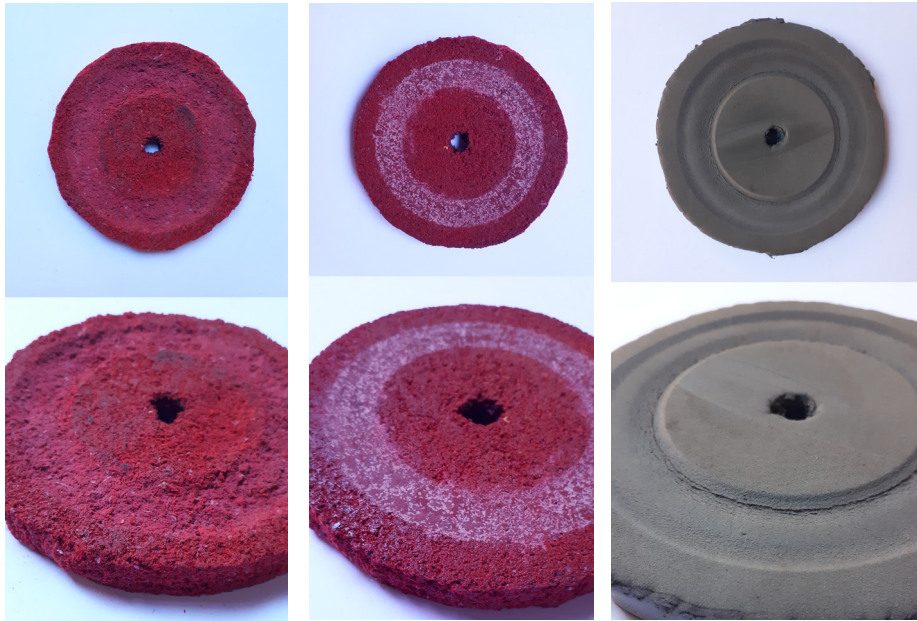


Figura 58: Resultados ensayo de desgaste

$$\text{CICLOS DE DESGASTE [W]} = \frac{2159}{2,31} = 934,63 \text{ ciclos}$$

$$\text{PÉRDIDA DE PESO [L]} = 12965 - 12690,3 = 274,7 \text{ mg}$$

$$\text{ÍNDICE DE DESGASTE [I]} = \frac{(12965 - 12690,3) 1000}{2159} = 127,23$$

Ensayo de desgaste

Material	W (ciclos)	I	L (mg)
EVA	934,63	127,23	274,7
MSB	1296	8797,43	30791
MCB	10900	2,75	30

Tabla 23: Resultados ensayo de desgaste. Elaboración propia

La muestra de PVC + PU barnizada se comportó de mejor manera frente a la sin barniz y a la de espuma de EVA, demostrando tener una alta resistencia al desgaste, notoriamente más alta que las demás muestras.

La muestra de PVC con barniz se sometió a 8 veces más de ciclos que la muestra sin barniz, sin embargo obtuvo un índice de desgaste 3000 veces menor y perdiendo 1000 veces menos de peso.

Además se observó que la muestra sin barniz se comenzó a desgastar a los 200 ciclos, desgranándose en pequeños trozos, que permitieron llegar fácilmente hacia el centro de la muestra mientras que la muestra barnizada, el poco desgaste que sufrió, fue muy paulatino y en forma de polvo muy fino, desgastando la capa superficial casi imperceptible al tacto.

La muestra de PVC con barniz se sometió a 12 veces más de ciclos que la muestra de espuma de EVA, sin embargo obtuvo un índice de desgaste 46 veces menor y perdiendo 9 veces menos de peso.

Este ensayo fue determinante para decidir barnizar el material, ya que la durabilidad es uno de los requisitos principales establecidos en el proyecto.

Muestra mat de yoga de PVC

Al tener la oportunidad de utilizar el abrasímetro, se aprovechó de realizarle la prueba a los mats de yoga, la materia prima que se seleccionó para este proyecto para corroborar la información obtenida en la revisión de bibliografía y trabajo de campo donde se todo indica que los mats de esta materialidad tienen baja durabilidad y se desganan con facilidad.

$$\begin{aligned} \text{PÉRDIDA} \\ \text{DE PESO} &= 12625,4 - 12325,1 = 300,3 \text{ mg} \\ & \text{[L]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ÍNDICE DE} \\ \text{DESGASTE} &= \frac{(12625,4 - 12325,1) 1000}{1000} = 300,3 \\ & \text{[I]} \end{aligned}$$

El mat de yoga demostró tener baja resistencia a la abrasión. A los pocos ciclos comenzó a desgastarse de inmediato.

Su índice de desgaste resultó ser más de 100 veces superior al del nuevo material, compuesto precisamente de mats de PVC.

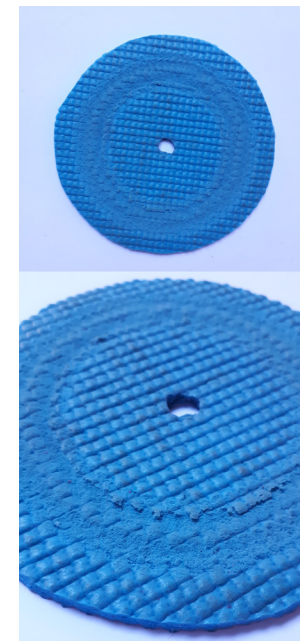


Figura 59: Resultados ensayo de desgaste en mat de yoga

3.Pruebas de trabajabilidad

3.1 Corte

Se evaluaron los cortes asignando valores en la siguiente escala:
Bajo: 3 / Medio: 2 / Alto: 1

“Cuchillo cartonero”

El material se comportó satisfactoriamente ante estos cortes, tanto en las muestras con barniz así como en las sin barnizar. Fueron limpios sin desgranamientos ni marcas.

Corte cuchillo

Muestra	SB	CB
Desgranamiento	3	3
Marcas de la herramienta	3	3

Tabla 24: Resultados ensayo decorte con cuchillo. Elaboración propia

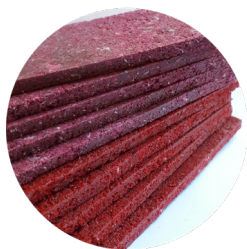


Figura 60: Resultados ensayo de corte con cuchillo

Tijeras

Muestra Sin barniz:

El material pudo cortarse sin problemas pero se desgranó un poco en los bordes.

Se dejaron marcas de la herramienta.

Muestra con barniz:

El material pudo cortarse sin problemas casi si ndesgranarse en los bordes.

Se dejaron marcas de la herramienta.

Probablemente se obtendrían mejores resultados al cortar láminas más delgadas de material.

Corte tijeras

Muestra	SB	CB
Desgranamiento	2	3
Marcas de la herramienta	2	2

Tabla 25: Resultados ensayo decorte con tijeras. Elaboración propia



Figura 61: Resultados ensayo de corte con tijeras

Cierra

El material se comportó satisfactoriamente ante estos cortes, tanto en las muestras con barniz así como en las sin barnizar.

Fueron limpios sin desgranamientos ni marcas.

Tampoco se calentó.

Corte cierra

Muestra	SB	CB
Desgranamiento	3	3
Marcas de la herramienta	3	3

Tabla 25: Resultados ensayo de corte con cierra. Elaboración propia

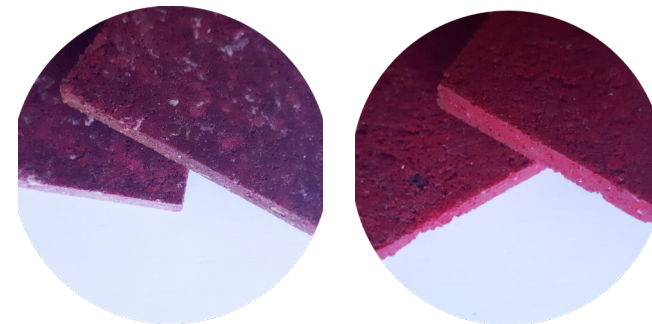


Figura 62: Resultados ensayo de corte con cierra

Se concluye que el material se comporta de manera dócil ante las herramientas de corte. En caso de necesitar hacer cortes en muestras pequeñas y de poco espesor no presenta problemas para cortarse con una herramienta básica como un cuchillo.

Para otro tipo de muestras de mayor espesor es fácil de cortar con sierras ya que es blando.

Por otra parte la capa de barniz cohesionada de buena manera la superficie otorgando más resistencia al desgranamiento que podría producirse al utilizar una sierra manual.

3.2 Lijado

Lijadora

El material se comportó satisfactoriamente ante este procedimiento en cuanto al desgranamiento, tanto en las muestras con barniz así como en las sin barnizar.

La superficie se vuelve más lisa con un acabado suave.
Se altera el color de la superficie, se aclara volviéndose blanquesino.

Las muestras con barniz presentaron mayor resistencia.



Figura 63: Resultados ensayo de lijado con lijadora

Esmeril

El material se comportó satisfactoriamente ante este procedimiento en cuanto al desgranamiento, tanto en las muestras con barniz así como en las sin barnizar.

La superficie se vuelve más lisa con un acabado suave.
Se altera el color de la superficie, se aclara volviéndose blanquesino.

Las muestras con barniz presentaron mayor resistencia.

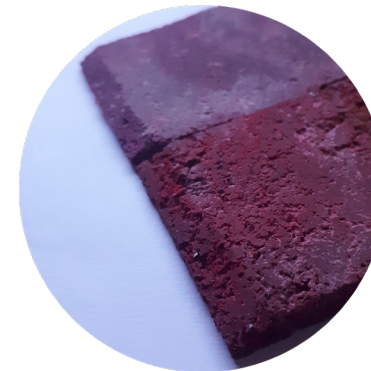


Figura 64: Resultados ensayo de lijado con esmeril

3.3 Perforado

Muestra sin barniz

El material se comportó satisfactoriamente ante este procedimiento en cuanto a la facilidad para atravesarlo, ya que es blando. Pero los bordes superficiales de la perforación no tienen un acabado limpio, ya que si bien no presentaron desgranamiento al interior, por fuera no quedó regular.

Muestra con barniz

El material se comportó satisfactoriamente ante este procedimiento en cuanto a la facilidad para atravesarlo, ya que es blando. Los bordes externos e internos de la perforación presentaron un acabado perfecto.

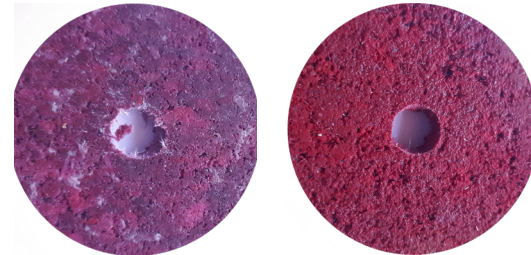


Figura 65: Resultados ensayo de perforación

3.4 Moldeabilidad

Las muestras obtenidas fueron satisfactorias.
El material tomó a la perfección las formas curvas del molde.
Si las partículas de PVC fueran más pequeñas, es decir si en el proceso de molienda se obtuviera un polvo de grano más pequeño, la superficie de la forma moldeada sería menos porosa, por lo tanto más lisa y suave.

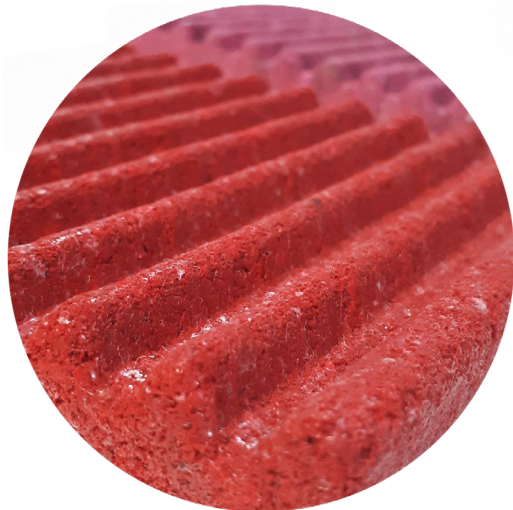


Figura 66: Resultados ensayo de moldeabilidad



Figura 67: Resultados ensayo de moldeabilidad

4. Desarrollar elementos de apoyo en la práctica de yoga según su uso más frecuente.

4.4 Desarrollo formal

4.4.1 Análisis resultados estado del arte y observación en terreno en base a usuario, uso, forma y materialidad.

La primera parte investigación se centró en el desarrollo de un nuevo material a partir de los mats de yoga en desuso. En base a los ensayos y análisis de las propiedades identificadas, se determinó en qué categoría de los props más utilizados podría incorporarse y potenciarse el nuevo material.

Props más utilizados en la práctica de yoga:

- Ladrillo
- Manta
- Bolster

Funciones más requeridas en la práctica de yoga:

- Altura
- Amortiguación

En base a las conclusiones y resultados obtenidos en los procesos de observación del estado del arte, observación en terreno y entrevistas se decidió fabricar el prop más utilizado y versátil: el ladrillo. Transversalmente en cada una de las etapas de investigación men-

cionadas, el ladrillo resultó tener el mayor número de apariciones. No se descarta la experimentación futura con otras formas y funciones donde el material se desempeñe de buena manera como podrían ser cuñas, chumballs y ladrillos de ¼, pero para efectos de esta investigación y con el objetivo de probar el material en un producto acabado se decide continuar con el más utilizado.

Existen tres materialidades diferentes de ladrillos: madera, espuma de EVA y corcho, el más utilizado es el de madera.

Cualidades madera barnizada:

- Alta suavidad
- Alta lavabilidad
- Alto peso
- Alta resistencia a la compresión
- Alta resistencia a la humedad
- Alta resistencia al desgaste
- Alta docilidad

Falencias:

- Alto deslizamiento
- Baja amortiguación

Observaciones:

- La lavabilidad está condicionada por la superficie lisa y la alta resistencia a la humedad.

- La alta resistencia a la humedad está condicionada por el proceso de barnizado al que se someten los ladrillos.

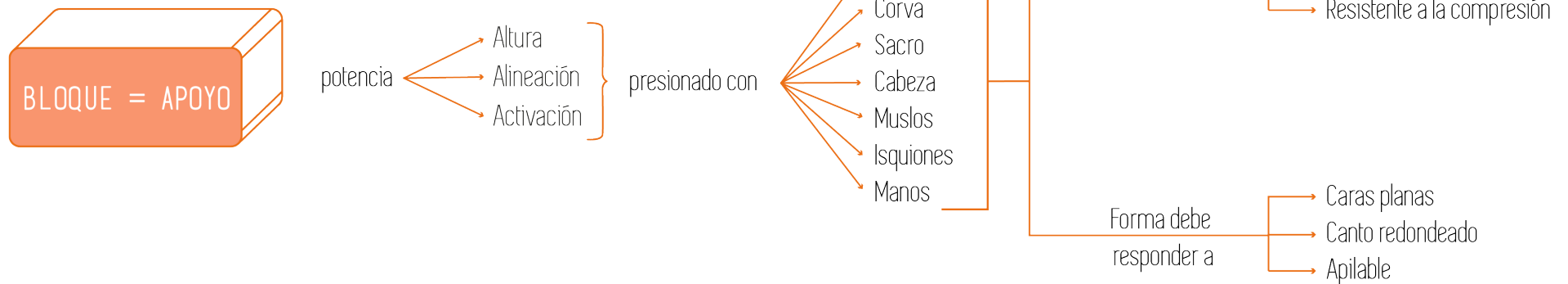
Cualidades del material a utilizar:

- Alta resistencia a la compresión
- Alta resistencia al desgaste y abrasión
- Media Resistencia a la humedad

- Alta docilidad
- Alta moldeabilidad
- Alta densidad
- Alta amortiguación

Observaciones:

- La resistencia al desgaste y abrasión está condicionada por el



proceso de barnizado.

- Muy baja resistencia a la tracción

Al hacer un cruce entre las características del material y del prop seleccionado, demuestra ser óptimo para cumplir de igual manera las cualidades de la madera, así como desempeñarse mejor frente a las falencias identificadas de esta, ya que el material de por sí tiene:

- Más amortiguación por su materia prima espumada
- Menos deslizamiento al ser más poroso.

Además para los practicantes hay características del ladrillo de madera que les hacen preferirlo por sobre las otras materialidades, se pueden dividir en:

- Factores que tienen que ver con el desempeño técnico del material y su durabilidad como son la lavabilidad, la resistencia a la humedad y al desgaste
- Factores respecto a su desempeño en las posturas de yoga propiamente tal como son el peso y la resistencia a la compresión, determinada por la densidad.

Cualidades	Madera	PVC + PU
Suavidad	Alta	Alta
Lavabilidad	Alta	Alta
Peso	Alto	Alto
Resistencia compresión	Alta	Alta
Resistencia humedad	Alta	Media
Resistencia desgaste	Alta	Alta
Docilidad	Alta	Alta
Moldeabilidad	Baja	Alta
Densidad	Alta	Alta
Amortiguación	Baja	Media
Deslizamiento	Alto	Media

4.4.2 Propuesta formal

Al ser el ladrillo de madera el seleccionado, se trabaja con la densidad de este, específicamente el de pino, ya que es el más común y el peso es un factor importante de preferencia por sobre los otras materialidades para los practicantes.

Las dimensiones de 12 x 23 x 7,6 cm y los cantos redondeados son estándar, otorgadas por el Instituto de Yoga Iyengar, el material obtenido puede brindarle nuevas cualidades al ladrillo y se propone explorar pequeñas modificaciones en pro de mejorar la falencias manifestadas y observada en la investigación referente no sólo a la materialidad como es la amortiguación sino a la forma como lo es el alto deslizamiento.

Este se manifiesta en contacto con el cuerpo producto de lo resbaladizo y liso de la madera y de la poca absorción del sudor producido por el cuerpo, al estar tratada con barniz.

Por lo tanto las dimensiones y densidad se trabajan como pie forzado y sobre estas se busca, a través de la forma, mejorar el antideslizamiento del ladrillo.

Modificaciones

Deslizamiento

La falencia a mejorar es el alto deslizamiento y este se manifiesta de 2 maneras:

- Deslizamiento entre un bloque y otro

- Deslizamiento entre bloque y el cuerpo

Deslizamiento entre bloques / Textura profunda

En un comienzo se intentó abordar el problema de la apilabilidad entre bloques buscando modificar la forma para que los bloques pudieran ensamblarse y así no moverse durante su uso, pero esto implicaba modificar significativamente al menos una cara del bloque que sólo podría usarse para ser ensamblada, quitándole versatilidad al elemento.

Pero la observación del uso del bloque en apilamiento reveló que el problema era el deslizamiento que se produce entre las caras de un bloque y otro y explora la modificación de una de las caras del ladrillo de la manera más sutil posible, sin modificar las dimensiones generales, para generar un calce perfecto entre uno y otro, bloqueando el movimiento.

Así se llega a la propuesta de generar una textura lo suficientemente profunda para que propicie un buen calce entre un bloque y otro, pero a la vez de contornos suaves por si quiere utilizarse como otra forma de apoyo.

En un principio se probó con un gran número de cavidades y puntas más pronunciadas pero eran innecesarias y podrían potenciar un desgaste más rápido del material.

Por lo que se optó por curvas suaves, menos pronunciadas, que tu-

vieran la profundidad suficiente para calzar unas con otras sin que se produjera movimiento.

Deslizamiento entre bloque y cuerpo / Textura superficial

Al tomar la decisión de barnizar el material con el recubrimiento de



poliuretano para brindarle más durabilidad, se sella otorgando más impermeabilidad y cohesión entre las partículas, además de más resistencia al desgaste por roce pero a su vez este se volvió un poco más brillante y resbaladizo al tacto, disminuyendo en cierta medida el antideslizamiento propio del material otorgado por su porosidad y opacidad.

Si bien esta medida no es tan significativa se decide incorporar una textura superficial en la cara superior del ladrillo para generar más roce y por lo tanto menos deslizamiento, para dar solución al deslizamiento que se observa en general en los ladrillos al estar en contacto con el cuerpo además de compensar el efecto del barniz.

Anteriormente en las pruebas de moldeabilidad dentro de la investigación, se pudo determinar que el material reaccionaba de buena manera ante el moldeo de texturas profundas comprobando su gran docilidad.

Gracias a la observación en terreno durante la investigación, se identificó que el ladrillo cumple diferentes funciones y tiene contacto con diferentes zonas del cuerpo y en los cruces que se producen entre estos factores de función y zona de contacto, se ejercen fuerzas en diferentes direcciones que varían según la postura.

Para que una textura logre frenar el deslizamiento, esta debe ser transversal a la fuerza ejercida. Al aplicarse fuerzas en diferentes direcciones según el uso del ladrillo se concluye que la textura que

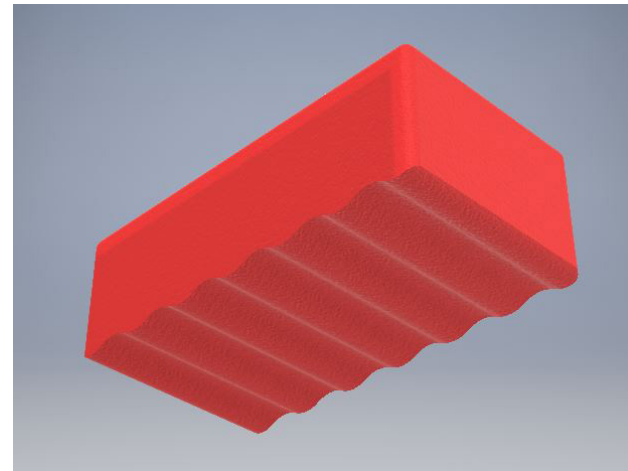
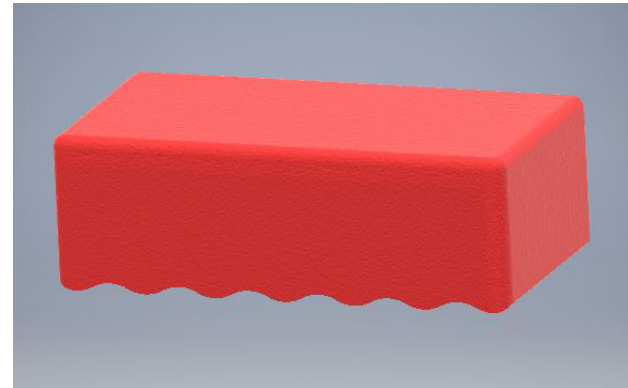
se defina, debe cubrir este rango de posibilidades siendo “multidireccional”, estableciéndolo como un nuevo requisito.

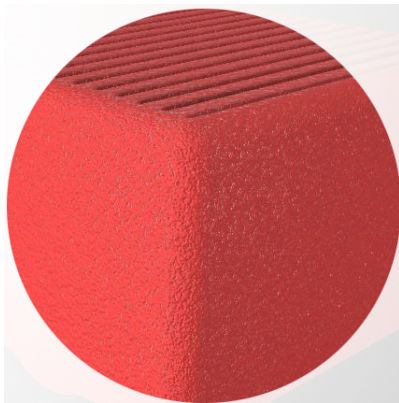
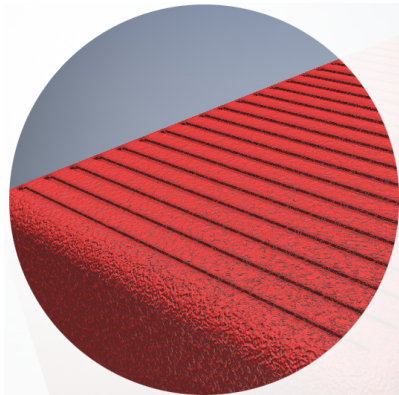


4.4.3 Generación de modelos

Al probarlas y obtener muy buenos resultados en la copia del molde, se decidió potenciar esta cualidad del material y se comenzó a experimentar con la estética que se le podía dar a las formas que conformarían la textura de, precisamente, a la cara más visible del bloque.

Así se llega a formas geométricas y repetitivas como son los mandalas, que cumplen con ser multidireccionales al ser patrones que se repiten radialmente y que a su vez se relacionan con la calma y concentración, concordando con la con los objetivos esenciales de lo que es y de cómo se percibe el yoga.





4.5 Fabricación de probetas y prototipos

Las probetas realizadas se separaron en:

- Textura superficial

Pruebas laminares y a escala para probar moldeabilidad.

- Textura profunda

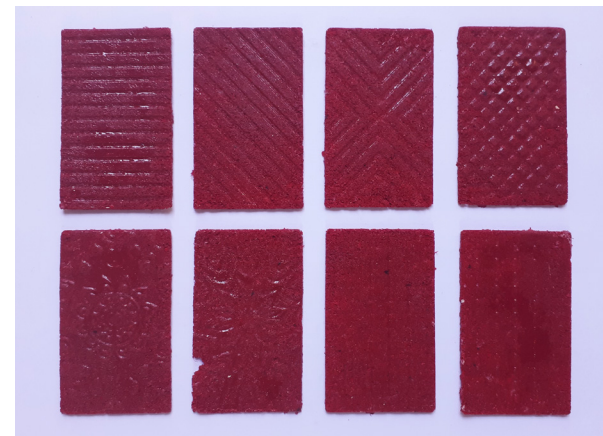
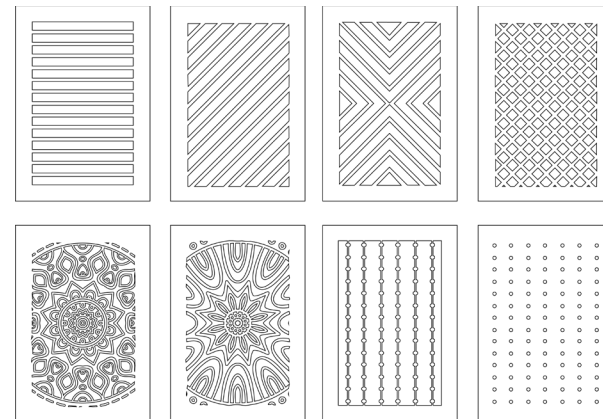
Pruebas laminares tamaño original para probar la moldeabilidad y calce.

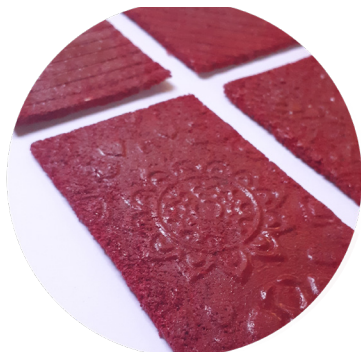
Luego de realizar estas pruebas y ver cómo se comportó el material se validaron y continuó con el prototipo de la forma final completa y se observó el comportamiento a esta escala.

4.5.2 Moldeado y prensado

- Textura superficial

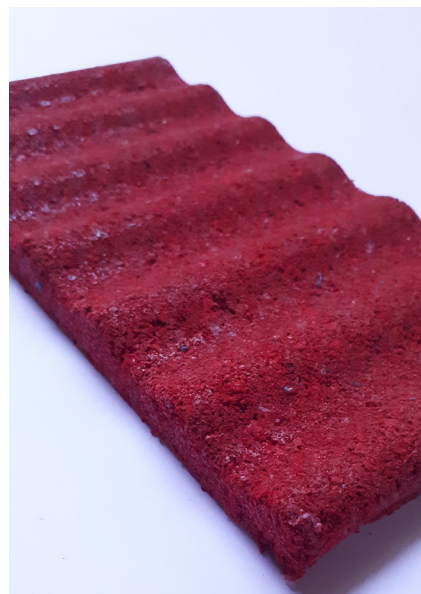
Los resultados fueron satisfactorios ya que el material tomó con gran exactitud las formas impresas en él, a pesar de la poca profundidad y el gran nivel de detalle.

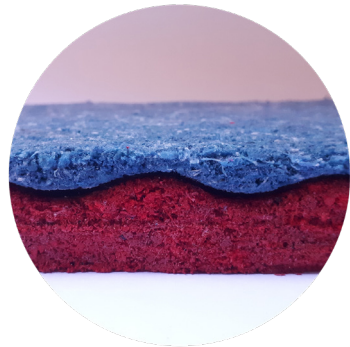
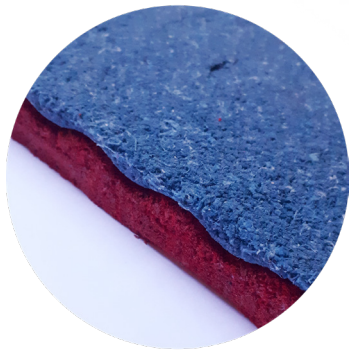
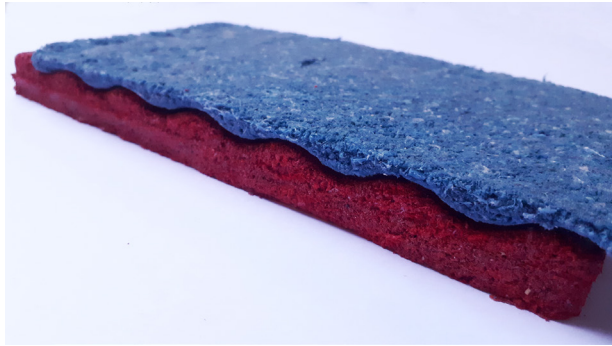




- Textura profunda

Los resultados fueron satisfactorios ya que el material tomó con exactitud las curvas.





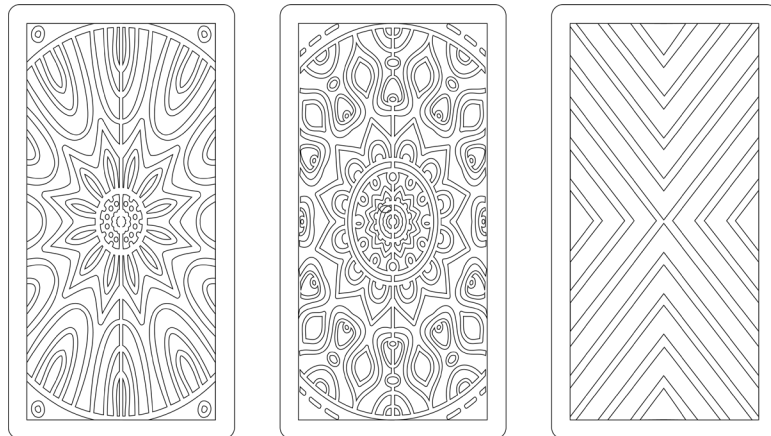
4.5.3 Evaluación y selección cualitativa de muestras

- Textura superficial

De las 8 figuras que se probaron, la mayoría logró una buena definición, a excepción de las que tenían círculos pequeños impresos.

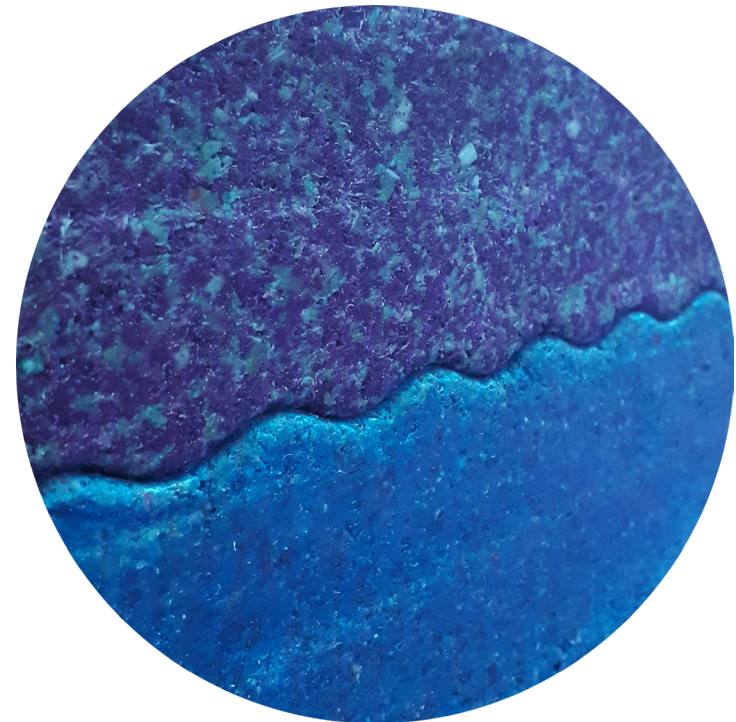
Se seleccionaron 3 finalmente:

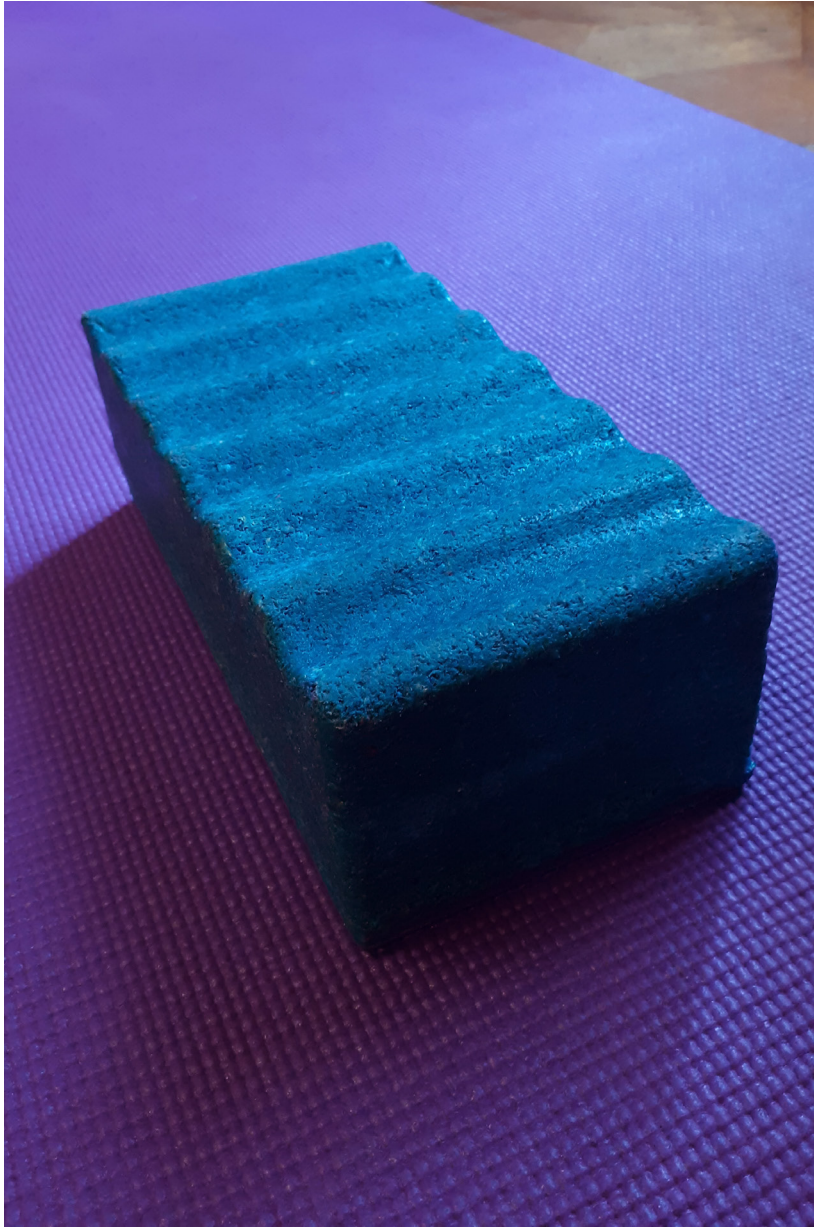
Una sencilla, exclusivamente funcional y dos con forma de mandala, para aplicar en los prototipos finales, proyectando el que el usuario pueda elegir según sus propias preferencias.



4.5.4 Desarrollo prototipo final

El prototipo final cumplió con las expectativas y se cohesionó de buena manera el material en este volumen más grande. Hubo que aumentar en 0,1 la densidad para que pudiese tomar de mejor manera la textura superficial.





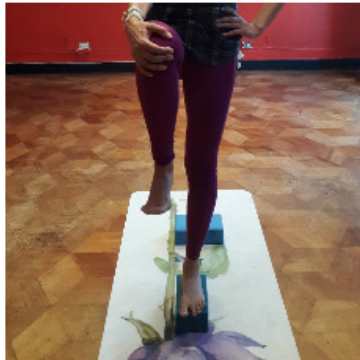


4.6 Validación prototipo con usuarios

4.6.1 Observación en terreno del prototipo en prácticas de yoga

4.6.1.1 Registro visual y escrito del uso del ladrillo





4.6.1.2 Evaluación y validación a través de requisitos iniciales

El prototipo final tuvo muy buena recepción de parte de las usuarias en lo funcional y estético.

En términos generales manifestaron que:

- Es un soporte estable que da seguridad
- Firme y cómodo
- Amigable con los pies
- Peso correcto que permite apilarlos con facilidad
- Novedoso en cuanto a colores, material y uso.
- Innovador en su forma y con más utilidades
- Combina características de diferentes bloques en uno solo.
- Estéticamente lindo

Apreciaciones estéticas textura superficial:

- Bonitos colores; vivos y alegres
- No se ve mucho pero es bonito
- Originalidad por tener un diseño impreso

Apreciaciones estéticas textura profunda:

- Bonita textura, similitud con oleaje
- Novedoso y llamativo
- Original y distinto

Apreciaciones funcionales textura superficial:

- Textura permite mayor agarre
- Muy buena fijación de las manos y pies



4.6.1.3 Procesamiento de resultados

- Buena fijación del ladrillo
- Permite agarrar el ladrillo con los dedos por los lados y que no se caiga, lo que es bueno para alguien que está comenzando.

Observaciones y sugerencias:

Se manifestó que se engancha en algunos tipos de tela, por lo que se sugirió mejorar el acabado del ladrillo.

USUARIO 1

Cualidades	PVC	Madera	EVA
Suavidad	2	3	3
Lavabilidad	3	3	1
Antideslizamiento	3	1	2
Amortiguación	2	1	3
Peso	3	2	1
Resistencia compresión	3	3	1
Resistencia humedad	3	3	1
Resistencia desgaste	3	3	1
Apilabilidad	3	2	2
Estabilidad	3	3	1
Total	28	24	16

USUARIO 2

Cualidades	PVC	Madera	EVA
Suavidad	3	3	3
Lavabilidad	2	3	1
Antideslizamiento	3	1	3
Amortiguación	3	1	2
Peso	2	3	1
Resistencia compresión	3	3	1
Resistencia humedad	1	1	2
Resistencia desgaste	2	1	3
Apilabilidad	3	2	1
Estabilidad	3	3	1
Total	25	21	18

USUARIO 3

Cualidades	PVC	Madera	EVA
Suavidad	2	3	3
Lavabilidad	2	3	1
Antideslizamiento	3	1	2
Amortiguación	3	2	3
Peso	3	2	1
Resistencia compresión	3	3	1
Resistencia humedad	3	1	1
Resistencia desgaste	2	3	1
Apilabilidad	3	2	2
Estabilidad	3	2	1
Total	27	22	16

	PVC	Madera	EVA
Total	80	67	50

El prototipo demostró buen desempeño en todas las categorías, en algunas comportándose igual o de mejor manera que el ladrillo de madera que es el más preferido y utilizado por los practicantes.

Así gracias a la validación de los usuarios y las diferentes pruebas y ensayos realizados al material se puede concluir que el ladrillo fabricado se desempeña igual e incluso mejor en algunos factores, que el ladrillo más utilizado por los practicantes de yoga que es el de madera.

PROMEDIO

Cualidades	PVC	Madera	EVA
Suavidad	2,333333333	3	3
Lavabilidad	2,333333333	3	1
Antideslizamiento	3	1	2,333333333
Amortiguación	2,666666667	1,333333333	2,666666667
Peso	2,666666667	2,333333333	1
Resistencia compresión	3	3	1
Resistencia humedad	2,333333333	1,666666667	1,333333333
Resistencia desgaste	2,333333333	2,333333333	1,666666667
Apilabilidad	3	2	1,666666667
Estabilidad	3	2,666666667	1
Total	2,666666667	2,233333333	1,666666667

5. Conclusiones

Este proyecto tuvo como objetivo desarrollar un material compuesto basado en mats de yoga de PVC en desuso para fabricar elementos de apoyo para la práctica de yoga.

A través de la investigación que constó de etapas de revisión de bibliografía, trabajo de campo y experimentación se llegó a un nuevo material basado principalmente en el reciclaje de un producto en desuso y de materialidad tóxica como lo son los mats de yoga.

Para cumplir con el objetivo general se desarrollaron y cumplieron satisfactoriamente los objetivos específicos planteados al comienzo del proyecto:

1. Definir requerimientos técnicos y parámetros de sustentabilidad del material a desarrollar de acuerdo al uso de los props de yoga.

Los requerimientos transversales del material y producto a desarrollar son:

- Durabilidad para que logre extender al máximo la vida útil del PVC, evitando incluso que se deseché. Que le otorgue la mayor cantidad de resistencia posible.

- Procesos productivos que tengan el menor impacto medioambiental posible para no potenciar la toxicidad y contaminación total de la mezcla que de por sí posee, ya que tendrá contacto directo con el cuerpo.



2. Diseñar material de acuerdo a los requerimientos definidos según el uso de props de yoga

Se logra diseñar un material que cumple con los requisitos

- Baja toxicidad
- Biobasado y reciclado
- Trabajable a baja temperatura
- Producción local
- Asequible
- Suave
- Lavable

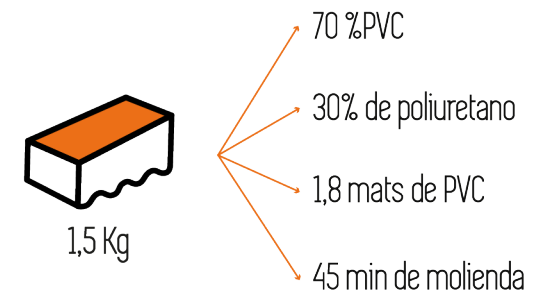
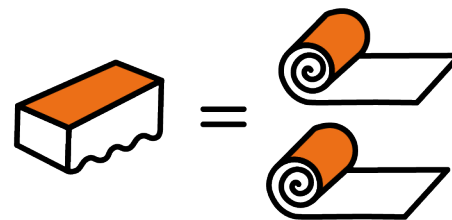
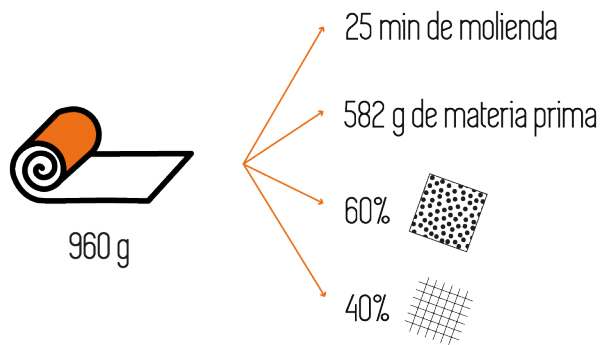
- Antideslizante

3. Caracterizar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad del material en función de los requerimientos identificados. A través de diferentes ensayos se logra garantizar las siguientes características del material:

- Resistente a la humedad
- Resistente a la compresión
- Fácil mecanización
- Fácil moldeabilidad

4. Desarrollar elementos de apoyo en la práctica de yoga según su uso más frecuente.

Se logró fabricar un prop de yoga en base al más utilizado: el ladrillo



de madera.

El nuevo material demostró cumplir de igual y mejor manera las propiedades que otorga la madera.

Se modificó la forma del elemento, respetando las medidas estándares establecidas para potenciar las características propias del material y para solucionar falencias identificadas en el trabajo de campo.

El ladrillo modificado se desempeñó satisfactoriamente en lo funcional y resultó tener buena acogida del usuario al ser atractivo por el origen de su materialidad por ser reciclado y que además le otorga color y amortiguación y por sus variaciones en su forma que se evaluaron como innovadoras, funcionales y atractivas estéticamente.

LISTA DE REFERENCIAS

ASTM 1999. D 1037 – 99.

ASTM 2011. ASTM D1666 - 11, Standard Test Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials.

ASTM 2014. ASTM D4060-14, Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser.

CABALLERO, J. 2016. Ep. 17: El material de yoga del maestro Iyengar. Cállate y haz yoga. Ep. 17: .

CC 2000. Libro Verde, Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC, Bruselas.

GALINDO, C. 2015. La disciplina que conquista el mundo [Online]. Available: https://elpais.com/elpais/2015/11/04/eps/1446639639_631598.html [Accessed].

JOURNAL, Y. 2016. The 2016 Yoga in America Study.
MINISTERIO DEL DEPORTE, I. I. D. D., ALCALÁ 2016. Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más.

NÚÑEZ, E. 2018. Entrevista a administrador de la Academia chilena de yoga. In: SANDOVAL, P. (ed.).

PASTER, P. 2010. What is the Best Environmental Choice for Yoga Mats? The Hugger.

ANEXOS



Kehl Ind e Com Ltda – ME

R. Italo Paino, 700 / Jd. Industrial - São Carlos – SP
 CEP 13564-610 Tel/Fax: (16) 3361-2122
kehl@kehl.ind.br - www.kehl.ind.br

AG201

Data Sheet

1. Características

Material: Polímero bi componente

Forma: Líquido

Cor: Marrom (componente A) – Amarelo (componente B)

Odor: Típico

Ponto de congelamento: < 0 °C

Ponto de ebulição: > 94 °C

Solubilidade em água: Não solúvel

Densidade aproximada: 1,2kg/m³

Tempo de tato: de 20 a 40 minutos

Tempo de cura: de 2 a 3 horas a temperatura ambiente

Proporção B:A em peso: 2:1 partes

2. Manuseio

Usar luvas, roupa de segurança e óculos de proteção. Usar em local ventilado.

3. Aplicação

Aplicar em substratos limpos, secos e isentos de água, óleo e graxas. A cura pode ser acelerada se submetido a pressão e temperatura de 60°C a 75°C (tempo estimado de 15 minutos). O tempo para manuseio após mistura do componente A é de aproximadamente 10 minutos.

4. Armazenamento

Local: seco e coberto por até 6 meses

Temperatura: mínima de 15°C e máxima de 35°C

Após aberto: usar em no máximo 30 dias

5. Cuidados

Olhos: causa irritação ou até mesmo conjuntivite. Em contato com os olhos, lave imediatamente por pelo menos 10 minutos. Utilize os dedos para separar as pálpebras. Chame um médico imediatamente.

Pele: pode causar irritação. Em contato com a pele, lave com água e sabão. Caso ocorra irritação do local afetado, procure um médico.

Ingestão: causa náuseas. Caso ocorra a ingestão, não provoque vômito. Lave a boca com água. Procure imediatamente um médico.

Informações para o médico: **contem misturas de diisocianato de difenilmetano.**

6. Classificação

Classe de transporte: 9

Grupo de transporte: III

HMIS Rating

Health2

Flammability1

Physical Hazard.....1

0=Insignificant 1=Slight 2=Moderate

3=High 4=Extreme

