



**Romina Mendaña**

# Exploración con polietilen tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables

Caso de estudio Ong. Amulen

Exploración con polietilen tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables



**Arq. Romina Mendaña**

**director : Mgtr. Arq. Viviana Colautti**  
**codirector: Dr. Arq. Mariana Gatani**

**mdpi** **maestría en diseño de procesos innovativos**  
Acreditada por CONEAU Resolución N° 732/05  
Director: Arq. César Naselli - Coordinadora: Arq. Inés Moisset

**FA**  
**Facultad de Arquitectura**  
  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CORDOBA

**Exploración con polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables.**

Caso de estudio Ong. Amulen Junín de los Andes Neuquén.

Maestranda: Arq. Romina Mendaña

Directora: Mgtr. Arq. Viviana Colautti

Co- Directora: Dra. Arq. Mariana Gatani

**Maestría Diseño de Procesos Innovativos**

**Facultad de Arquitectura. Universidad Católica de Córdoba.**

**Año 2014**

## **Agradecimientos:**

A mi padre, madre y hermanas por ser una constante en todo proceso.

A las profesoras Viviana Colautti y Mariana Gatani quienes guiaron este trabajo, por su paciencia, sabiduría, tiempo y conocimientos compartidos.

A Sancho Ramis, por su apoyo, sabia compañía y colaboración.

A los profesores y coordinadores de la MDPI por su innovadora manera de compartir conocimientos.

A los compañeros de MDPI porque también forman parte de este trabajo. Por los alegres e intensivos módulos compartidos, el intercambio y la colectividad.

A Tilde, por ser mi familia, en este, mi segundo hogar.

Y a los jóvenes del taller Amulen por demostrarme día a día se puede.

---

Maestranda: **Arq. Romina Mendaña**

---

Directora: **Mgtr. Arq. Viviana Colautti**

---

Co- Directora: **Dra. Arq. Mariana Gatani**

# INDICE

## RESUMEN

<b>1 TEMA PROBLEMA -JUSTIFICACIÓN:</b> .....	<b>2</b>
Caso de estudio taller productivo AMULEN.....	4
<b>2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
Pregunta de investigación .....	8
Objetivo general .....	8
Hipótesis general.....	8
Objetivos particulares.....	8
<b>3 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
El desarrollo sustentable, la materia y el diseño sustentable .....	10
Desarrollo sustentable .....	10
Reciclado en contexto de producción consumo y desarrollo .....	12
Materiales y sustentabilidad .....	13
Sustentabilidad y sociedad .....	17
Exploración material + Impacto ambiental + Ong. Amulen = Diseño sustentable .....	18
Metodología .....	22
<b>4 ANTECEDENTES</b> .....	<b>26</b>
Historia .....	26
PET proveniente de residuos sólidos urbanos.....	27
Caracterización del material tereftalato de polietileno (PET) .....	32
Propiedades del PET .....	34
Antecedentes de diseño aplicado PET proveniente de residuos sólidos urbanos.....	36
Consecuencias observacionales.....	40
<b>5 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>43</b>
Proceso metodológico.....	43
<b>6 RESULTADOS DEL PROCESO DE EXPLORACIÓN</b> .....	<b>50</b>

Micro exploratorio 02: Hilos de PET.....	57
Micro exploratorio 03: CEVE.....	68
Conclusiones preliminares micro exploratorio 1- 2-3 .....	72
Cuadros síntesis primera etapa de exploración:.....	73
<b>Segunda etapa</b> caracterización de materiales. realización de probetas, ensayos físicos y mecánicos.....	80
Resultados obtenidos: sistematización de datos y realización de gráficos de las pruebas físicas y mecánicas realizadas.....	82
Gráficos comparativos de densidad, hinchamiento y absorción .....	86
Gráficos comparativos de tensión admisible .....	87
Conclusiones preliminares .....	88
<b>Tercera etapa</b> viabilidad de aplicación y transferencia del conocimiento y experiencias adquiridos .....	89
Experiencia en Taller AMULEN- Junín de los Andes – Neuquén .....	102
<b>7) CONTRIBUCIONES Y LIMITACIONES</b> .....	<b>106</b>
En relación a la región: .....	106
En relación a la materia y el proceso .....	106
En relación a la sustentabilidad .....	107
En relación a la metodología .....	107
<b>8) CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS</b> .....	<b>110</b>
Conclusiones: .....	110
Prospectivas:.....	112
Cuadro síntesis de conclusiones .....	114
<b>9) BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>116</b>
Armado de Proyecto:.....	116
Metodología.....	116
Sustentabilidad -Diseño- Material.....	116
Materia - materiales .....	117
Antecedentes .....	117

## **Resumen**

Esta investigación trata sobre la experimentación con PET proveniente de residuos sólidos urbanos como instrumento operativo en el proceso de diseño para buscar alternativas y variables de aplicación al material en la región sur de Neuquén.

EL PET es un recurso existente en la región, debido a que existen diversos emprendimientos de recolección y envasado de residuos en el lugar. Se tomó como caso de estudio la ONG Amulen que se dedica a la inserción de jóvenes con capacidades diferentes, en un entramado productivo; mediante actividades de diversa índole, entre ellas, la recuperación de residuos. El residuo PET se encuentra desvalorizado como materia prima en la región, debido al costo de transporte, que insume el 60 % de las ganancias.

Se detectó una oportunidad de trabajo, un intersticio en el proceso de reciclado de PET, a partir del cual se plantearon experimentaciones con escamas e hilos de este material, combinándolos con ligantes, tejidos y calor en el proceso de elaboración de nuevos materiales. A posterior se seleccionaron materiales según cualidades y oportunidades de ser aplicados en la generación de equipamientos y el grado de cumplimiento con parámetros de diseño sustentable que posee cada una; a través de planillas elaboradas para tal fin. Con estos materiales se hicieron ensayos físicos y mecánicos. Se seleccionó el material con mejores propiedades para los fines propuestos, con el cual finalmente se realizó un micro experimental en el taller Amulen.

Las experimentaciones fueron un eje fundamental en este trabajo para la construcción de conocimiento, obteniendo un nuevo material con diversidad de aplicaciones. Esto generó un nuevo eslabón en la cadena de reciclado, innovando en el proceso: la obtención de un nuevo proceso con escasa cantidad de pasos de producción y alternativas de aplicación innovadoras. De esta manera se alcanzaron soluciones socio técnicas a problemáticas locales. Se plantean de esta manera, alternativas para ampliar la cadena de valor del reciclado utilizando recursos existentes y agregando valor al mismo mediante el diseño. El desarrollo sustentable, en este caso, parte del aprovechamiento de dicho recurso.

### **Palabras claves:**

Exploración | Sustentabilidad | Diseño sustentable | Materia | Material |

Tema Problema



## 1) TEMA PROBLEMA -JUSTIFICACIÓN:

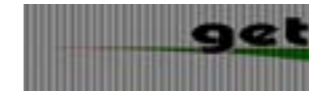
El polietileno tereftalato (PET), proveniente de residuos sólidos urbanos, es un material del grupo de los polímeros. Recurso existente en la región sur de Neuquén a partir de la gestión de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos por parte de la Ong. AMULEN y recolectores locales. El mismo se presenta actualmente desvalorizado.

La región sur del Neuquén, que abarca las ciudades de Junín de los Andes, San Martín de los Andes y Parque Nacional Lanín, genera un total de residuos sólidos urbanos de 24.165 TN. anuales, de los cuales, el PET ocupa aproximadamente el 2,03 % del peso total, representando 491 Tn. anuales. (GETINSA, IAPA, IATASA, 2007)

El PET es recolectado, enfardado y vendido a plantas recolectoras que se encuentran a 400 km. del lugar de producción del residuo. Luego los fardos de PET son vendidos a exportadoras o empresas recicladoras en la provincia de Bs As. El costo de transporte resulta elevado debido a la distancia que el PET debe recorrer. Esto lleva a que las ganancias de AMULEN sean bajas, representando 0,36 \$/kg. (Precio de compra por parte de recicladoras PET = 1 \$/kg – costos de transporte \$0,64/kg = 0,36 \$/kg de ganancia). (Taller Productivo Amulen, 2013)

Mediante la exploración con polietileno tereftalato (PET) durante el proceso de diseño se busca generar conocimientos, verificar las cualidades con las que la materia se manifiesta y posibilidades de conformar materiales que puedan ser aplicadas en productos, para otorgar valor agregado al PET proveniente de residuos sólidos urbanos, buscando mediante el diseño generar una propuesta para un desarrollo sustentable en la región.

Se estima que, podría aprovecharse el recurso, otorgando valor agregado al desecho, generando conocimientos en mano de obra local, incentivando a la recolección diferenciada, a la utilización de los mismos como materia prima para la elaboración de productos y motivando a una posible fuente laboral. Por ello resulta interesante explorar e investigar el material y sus alternativas de aplicación a escala de su disposición.



**Tabla 11 - Estimación de la Generación Total de RSU**

Año	Generación de RSU				Parque Nacional Lanín	Total Generado (Ton/año)
	SMA		JA			
	Población Estable	Población Flotante	Población Estable	Población Flotante		
2007						
2008						
2009	15.143	481	4.552	181	186	20.544
2010	15.759	501	4.924	195	197	21.576
2011	16.396	561	5.062	213	209	22.441
2012	17.059	583	5.204	219	221	23.287
2013	17.749	607	5.350	225	234	24.165
2014	18.466	631	5.500	231	248	25.077
2015	19.213	657	5.654	237	263	26.024
2016	19.990	732	5.813	251	278	27.064
2017	20.798	762	5.961	257	295	28.071
2018	21.638	792	6.112	263	312	29.117
2019	22.513	824	6.267	270	330	30.203
2020	23.422	858	6.494	279	350	31.402
2021	24.310	949	6.658	306	370	32.595
2022	25.232	985	6.827	314	392	33.750
2023	26.188	1.022	7.000	322	415	34.948
2024	27.181	1.061	7.178	329	440	36.189
2025	28.212	1.101	7.360	337	466	37.476
2026	29.281	1.143	7.546	369	493	38.832
2027	30.391	1.186	7.758	379	522	40.236
2028	31.543	1.231	7.976	389	553	41.692
2029	32.739	1.277	8.200	400	585	43.201
2030	33.980	1.326	8.342	406	620	44.673
<b>Total del Periodo</b>	<b>517.204</b>	<b>19.270</b>	<b>141.736</b>	<b>6.371</b>	<b>7.982</b>	<b>692.563</b>

**Tabla 12 – Composición Física de los RSD de la localidad de San Martín de los Andes**

Componentes	Porcentaje en Peso
<b>Papeles y Cartones</b>	<b>18,03%</b>
Diarios y Revistas	2,97%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,77%
Papel Mezclado	4,27%
Cartón	8,95%
Envases Tetrabrick	1,06%
<b>Plásticos</b>	<b>12,04%</b>
PET (1)	2,03%
PEAD (2)	1,11%
PVC (3)	0,55%
PEBD (4)	3,50%
PP (5)	1,41%
PS (6)	2,05%
Otros (7)	1,40%
<b>Vidrio</b>	<b>7,66%</b>
Verde	4,19%
Ámbar	1,47%
Blanco	2,01%
Plano	0,00%
<b>Metales Ferrosos</b>	<b>1,70%</b>
<b>Metales No Ferrosos</b>	<b>0,34%</b>
<b>Materiales Textiles</b>	<b>5,34%</b>
<b>Madera</b>	<b>0,78%</b>
<b>Goma, cuero, corcho</b>	<b>3,15%</b>
<b>Pañales Descartables y Apósitos</b>	<b>4,48%</b>
<b>Materiales de Construcción y Demolición</b>	<b>2,33%</b>
<b>Residuos de Poda y Jardín</b>	<b>14,84%</b>
<b>Residuos Peligrosos y Patológicos</b>	<b>0,14%</b>
<b>Desechos Alimenticios</b>	<b>27,56%</b>
<b>Misceláneos Menores a 12,7 mm</b>	<b>1,23%</b>
<b>Aerosoles</b>	<b>0,39%</b>

**Tabla 13 – Composición Física de los RSD de la localidad de Junín de los Andes**

Componentes	Porcentaje en Peso
<b>Papeles y Cartones</b>	<b>16,77%</b>
Diarios y Revistas	3,31%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,63%
Papel Mezclado	3,99%
Cartón	7,73%
Envases Tetrabrick	1,12%
<b>Plásticos</b>	<b>11,70%</b>
PET (1)	2,01%
PEAD (2)	1,07%
PVC (3)	0,54%
PEBD (4)	3,27%
PP (5)	1,37%
PS (6)	2,01%
Otros (7)	1,43%
<b>Vidrio</b>	<b>7,90%</b>
Verde	4,18%
Ámbar	1,70%
Blanco	2,02%
Plano	0,00%
<b>Metales Ferrosos</b>	<b>1,80%</b>
<b>Metales No Ferrosos</b>	<b>0,38%</b>
<b>Materiales Textiles</b>	<b>4,72%</b>
<b>Madera</b>	<b>0,86%</b>
<b>Goma, cuero, corcho</b>	<b>3,67%</b>
<b>Pañales Descartables y Apósitos</b>	<b>4,71%</b>
<b>Materiales de Construcción y Demolición</b>	<b>2,47%</b>
<b>Residuos de Poda y Jardín</b>	<b>5,80%</b>
<b>Residuos Peligrosos y Patológicos</b>	<b>0,17%</b>
<b>Desechos Alimenticios</b>	<b>37,57%</b>
<b>Misceláneos Menores a 12,7 mm</b>	<b>1,21%</b>
<b>Aerosoles</b>	<b>0,30%</b>

Junto con otras instituciones de la localidad participa en la Mesa de Desarrollo de Organizaciones de la Sociedad Civil (Fundación Cruzada Patagónica, Centro Joven, y Unmay) lleva adelante este proyecto de concientización en el manejo de la basura.

El taller, distribuye cestos de recolección diferenciada de residuos en puntos estratégicos de la ciudad, y realiza campañas de concientización. El mismo, cuenta, con la ayuda de personal municipal y voluntarios que trabajan en el taller.

Allí, se recolectan, separan y limpian los materiales, los cuales se organizan, enfardan, compactan y luego son vendidos a diferentes plantas recicladoras, dentro de la provincia de Neuquén.

Actualmente, el taller se encuentra en la búsqueda de realizar productos con la materia prima disponible, que tengan valor agregado, alto rendimiento y diseño para poder venderlos y obtener ganancias económicas, junto con la venta de fardos de PET. A su vez busca formar recursos humanos y fomentar la integración de jóvenes con capacidades diferentes y de aquellos que tienen dificultades para insertarse laboralmente, a un sector productivo, concientizando sobre el uso de los residuos.

Amulen provee datos para la elaboración del presente trabajo, aporta el material para las experimentaciones y el espacio físico para realizar algunos micros experimentales, con el fin de poder utilizar conocimientos adquiridos, para aplicarlos en el taller. (Taller Productivo Amulen, 2013)

## Caso de estudio taller productivo AMULEN

El Taller productivo AMULEN, se crea en el año 2008, a partir de una instancia pedagógica propuesta por la escuela especial Nro. 9 de la ciudad de Junín de los Andes, con el objetivo de realizar un programa de integración social de jóvenes con capacidades diferentes al ámbito productivo.

Dentro del taller se desarrollan diversas actividades de índole socio/ambiental tales como eco-arte, eco-leños, producción de huertas junto con INTA y Junín no tira Recicla. AMULEN ha obtenido de diversos premios, por los productos realizados, en el taller.

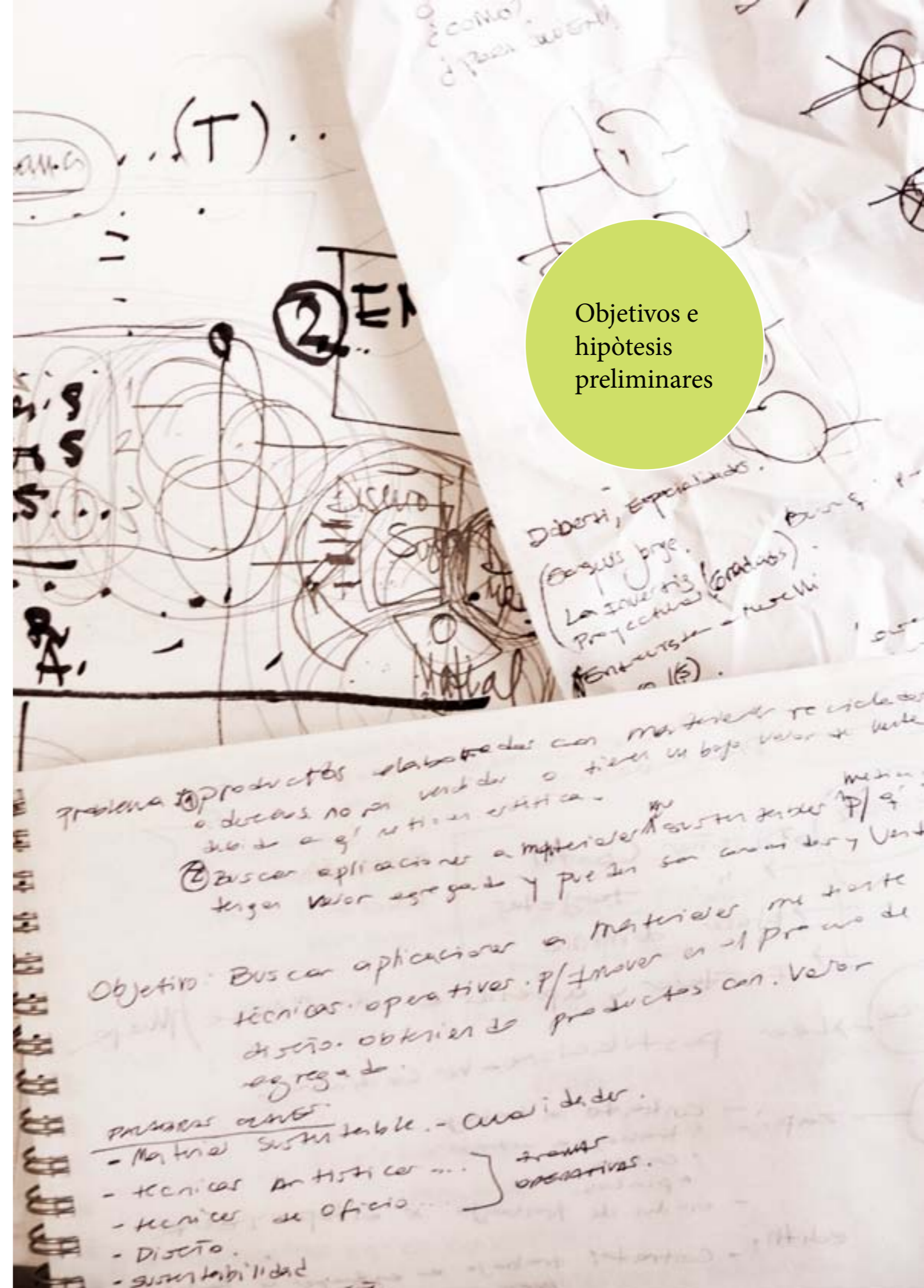
El mismo, recibe voluntarios de diversas partes del país y otros países. Organiza, talleres de capacitación y formación abiertos, con el fin de fomentar e integrar sus actividades.

### Junín no tira, recicla





Figura 1: imagen elaborada a partir de fotografías otorgadas por el taller AMULEN



## 2) HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son las estrategias para aprovechar el recurso PET proveniente de residuos sólidos urbanos existente en la región, agregando valor al mismo mediante su aplicación en el diseño de productos sustentables?

### Objetivo general

Buscar oportunidades al polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, durante el proceso de diseño y sus posibilidades de transformación y aplicación en el diseño de productos sustentables

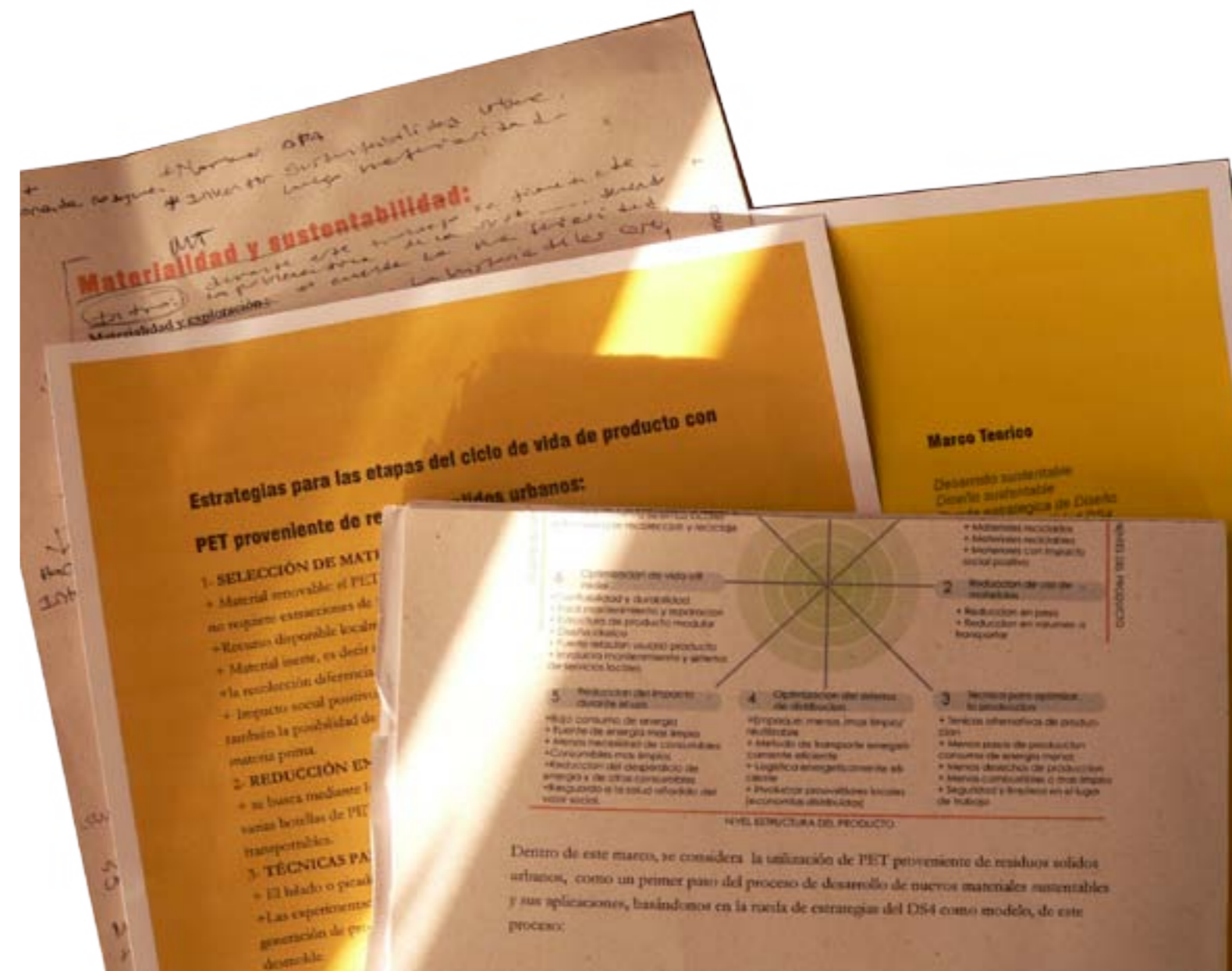
### Hipótesis general

La exploración con PET proveniente de residuos sólidos urbanos, como instrumento operativo en el proceso de diseño, posibilita variables y alternativas al material. Para su aplicación innovadora y sustentable en productos dentro de la región sur de Neuquén, otorgándole un nuevo rol al material en la cadena de valor.

### Objetivos particulares

1. Estudiar el contexto de producción de PET y reconocer las oportunidades y disponibilidades locales
2. Conocer y registrar propiedades físicas y mecánicas del material. (cantidad, composición, lugar de producción, peso específico, posibles condiciones de utilización).
3. Registrar cualidades y posibilidades del polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos procesándolo en escamas e hilos, sometiéndolo a calor de diferentes fuentes (pistola de calor, fuego directo y hornos)
4. Experimentar la combinación con otras materias como agregado en matrices cementicias o poliméricas, como también la combinación con estructuras de refuerzo, generando hibridaciones.
5. Caracterizar los resultados de exploraciones de probetas y seleccionar materiales de acuerdo a sus ventajas y desventajas en relación a la región y el diseño sustentables.
6. Diseñar alternativas de aplicaciones de diseño sustentable en la región y estudiar la viabilidad del proyecto a escala piloto.

Marco teórico



### 3) MARCO TEÓRICO

#### El desarrollo sustentable, la materia y el diseño sustentable

##### Desarrollo sustentable

Los recursos naturales son las materias o energías disponibles en la naturaleza, utilizables por el hombre, el procesamiento de dichos recursos naturales, que hacen posible el desarrollo humano, por lo tanto, de las relaciones que establezcamos entre sociedad y naturaleza dependerán nuestros recursos naturales futuros, teniendo en cuenta, que el desarrollo se establece cuando tenemos un acceso equitativo a bienes y servicios.

El crecimiento demográfico, acarrea con sigilo pautas culturales de consumo, que conllevan también, a un crecimiento económico. Esto implica utilizar cantidades considerables de materia y energía, para poder abastecer a la población actual, generando gran cantidad de residuos, pero a su vez, resulta difícil asegurar que el medio no sufrirá impacto sin crecimiento económico.

Desde 1987 se debaten estas problemáticas: “la comisión mundial del medio ambiente y desarrollo, elaboró un informe que se centraba en el estudio de la población, en el suministro de alimentos, en la extinción de especies, en los recursos genéticos, en la energía, en la industria y en los asentamientos... este desarrollo sustentable debe asegurar el reparto equitativo de los recursos y re orientar la tecnología para reducir tensiones entre medio ambiente y progreso” (Seonez Calvo, 2000). A partir de la interrelación de todos los factores, la comisión de Brundtland elabora el concepto de desarrollo sustentable: “satisfacer las necesidades de generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las del futuro, para atender sus propias necesidades.

Este, es continuamente debatido. En Manitoba (1992) se plantearon directrices para el desarrollo sustentable, en el mismo año en la cumbre sobre medio ambiente en Río de Janeiro donde se planteó en uno de sus documentos base. En proposición de la agenda local 21, Peter Neijkamp alude a las tres esferas de la sustentabilidad: económica social y ambiental (Gatani, Reciclar / reusar, 2013)



Figura 2: Agentes involucrados en el desarrollo sustentable

Por lo tanto el equilibrio entre sociedad, ambiente y economía es fundamental para el desarrollo sustentable. Ninguna de estas esferas está desligada de la otra. Una acción sobre la esfera social, indudablemente impactará positiva o negativamente sobre las demás. En ese caso, este impacto debe procurar, ser lo menos perjudicial posible para poder mantener el equilibrio en ellas.

Afortunadamente, esta problemática ha adquirido gran conocimiento. Actualmente es abordada desde diferentes ámbitos como la educación, la investigación, la producción, la planificación y también el consumo.

Si bien la explotación de los recursos naturales, como materia prima para la generación de productos no va a dejar de existir, se trabaja sobre estas tres esferas, para reducir el impacto que nuestra actividad genera sobre los ecosistemas, optimizando el uso de los recursos extraídos, ya sea de energía o materias. Como la utilización de recursos renovables, la reducción de uso de energías en su extracción y procesamiento, generación de productos de bajo consumo energético, reutilizables, reciclables, bio degradables, larga durabilidad, como también el uso de residuos o descartes como materia prima para la generación de productos, muchas son las estrategias para disminuir el uso de recursos naturales.

En este trabajo final se estudiara el uso de residuos como materia prima para la generación de productos en un contexto social específico, en este caso el taller productivo AMULEN como una manera de reducir el uso de recursos naturales y generar una fuente laboral.

## Reciclado en contexto de producción consumo y desarrollo

Como plantea Ezio Manzini (1992), en su libro *Artefactos: hacia una nueva ecología del ambiente artificial* existen límites ecológicos debido a la escasez de recursos y la emisión de crecientes cantidades de desechos en el ambiente, imposibilitando utilizar los mismos de manera ilimitada para la generación de productos, esto llevara a tener que verificar los procesos de producción y consumo.

La industria actúa sobre el medio ambiente, al igual que cualquier otra actividad humana generando un impacto. Esta misma trabaja sobre materias primas generando productos elaborados o semi elaborados, los cuales generan residuos en forma de energía o materia, los cuales deben ser recuperados o reutilizados en pos de reducir el impacto generado por las actividades industriales, debido a que los ciclos naturales de reciclado en la naturaleza pueden absorber parte de la actividad humana, pero la intervención del hombre sobre la naturaleza y la velocidad con la que interviene supera los ciclos que esta puede llevar a cabo para reciclar.

Por lo tanto el uso de recursos naturales, como la generación de residuos debe ser tenido en cuenta en un proceso de producción haciendo hincapié en generar un ciclo cerrado de producción o generar residuos con destino a nuevos usos, trabajando también en las formas actuales de producción y consumo.

Esto también requiere de una educación de consumo, uso y cuidado de recursos en general, acarreada por otras problemáticas sociales más profundas. Una de las maneras de reducir los impactos es trabajar sobre los procesos de producción.

Gomez Navarro (2002) plantea el concepto de ecología industrial, como un “paradigma para obtener un desarrollo sostenible. Se podría definir la ecología industrial como una estructura económica y física y una actitud de los agentes implicados en la sociedad industrial tal que se consigue un equilibrio sostenido con la biosfera. La ecología Industrial consigue que el consumo de materia primas y energías se reduzca hasta unos valores tales que la biosfera pueda reemplazarlos y que las emisiones de residuos se reduzcan hasta unos valores tales que la biosfera pueda asimilarlos.”

Actualmente, si bien algunas industrias trabajan para alcanzar estos ideales, es complejo completar estos ciclos en un 100 %. Existen diversas estrategias para el diseño respetuoso con el medio ambiente, para la mejora medioambiental de un producto, tales como las que plantea C Van Hemel 1997, LCD (life cycle design) propuesto por Keoleian, 1996 y DS4 (design for sustainability, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA 2007). Este último es un método reconocido a nivel mundial basado en el método

propuesto por Van Hemel para las empresas con el fin de mejorar los márgenes de beneficio, la calidad del producto, oportunidades de mercado, desempeño ambiental y los beneficios sociales. Esta no se trata de una herramienta de ayuda para toma de decisiones, sino una fuente de ideas para abordar problemas medio ambientales en el desarrollo de productos.

Manzini, Ezio (1992) también lo plantea en su libro *Artefactos, hacia una nueva ecología del ambiente artificial*:

“tender hacia una nueva ecología del ambiente artificial, haciendo referencia a la actitud ecológica de los diseñadores como un modo de pensar y de actuar en base al cual orientar el proceso del proyecto y de producción. Requiere de un cambio profundo que implique al conjunto de los actores del sistema del proyecto, producción y consumo.

Siguiendo esta línea, podemos interrogarnos acerca de la propia estructura del proyecto: ¿Cómo pensar, por ejemplo en un producto que no solamente pueda ser fácilmente montado, sino también igual de fácilmente desmontado en sus partes elementales, reutilizables o eficazmente reciclables? ¿Cómo conferir calidades técnicas y culturales a los productos de reciclaje?”

El uso de residuos como materia prima para la producción, es una de las maneras de abordar las problemáticas ambientales y una posibilidad para el desarrollo sostenible en los procesos de producción. Reduce el consumo de recursos naturales, ahorra suelo y energía y disminuye la contaminación. A su vez, agregándole valor al material mediante el diseño, pueden ser incorporados en un mercado competente, generando concientización respecto al ciclo de consumo y producción.

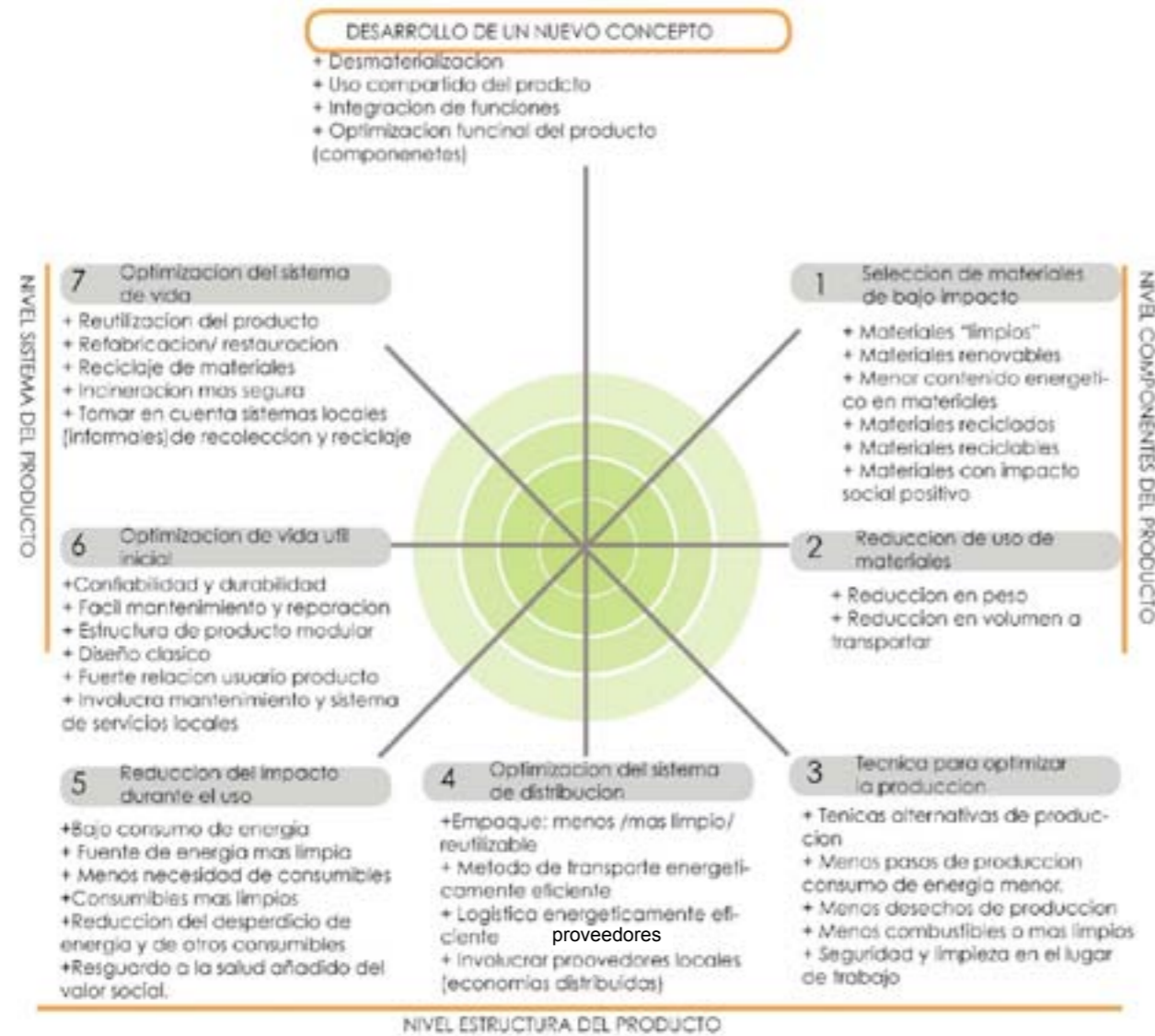
## Materiales y sustentabilidad

Muchos materiales que actualmente utilizamos provienen de la revolución industrial y del periodo entre la primera y segunda guerra mundial. En estos periodos, se han observado grandes desarrollos en el campo de los materiales, los cuales seguimos utilizando hasta la actualidad, debido a que son considerados tradicionales, confiables y seguros. Conocidos como materiales convencionales o industrializados, muchas veces no responden a requerimientos regionales, como es el caso de la construcción y su relación con el clima, o deben recorrer grandes distancias para poder llegar a diferentes destinos. Estos materiales, a su vez, provienen de recursos naturales no renovables y generan gran impacto ambiental en su extracción, procesado y uso. “La emisión de gas carbónico y otros poluentes como resultado del proceso de fabricación de materiales industrializados que consumen oxígeno y liberan anhídrido carbónico responsables de las lluvias ácidas... el consumo de grandes

cantidades de energía en materiales como el acero, el aluminio y la industria cerámica... la gran cantidad de residuos que estos producen, como escorias en el proceso de fabricación de aceros, descartes de productos en la industria de la cerámica..." (Gatani, 2013) generan grandes impactos, como también la tala de bosques nativos para la cocción de cerámica, e industrias madereras, que impactan en el proceso de desertificación regional. Así mismo sucede en la industria de los plásticos y con la gran cantidad de residuos no degradables que estos generan.

Todos ellos tienen descartes y residuos, algunos con posibilidades de ser recuperados y reutilizados y otros con dificultades de ser reincorporados a la naturaleza, dispuestos en terrenos baldíos, ríos y rellenos, generando una gran degradación ambiental. Es indispensable el estudio de proceso de producción, el destino de los residuos de los mismos, utilizándolos como materia prima para la generación de otros productos, como así, el uso de nuevos productos, ampliando el elenco de materiales disponibles, adecuándolos a cada requerimiento, reduciendo el volumen de residuos y el uso de recursos no renovables.

**Figura 3:** Rueda estratégica para el diseño de productos (DS4 PNUMA 2007, Propuesta de las Naciones Unidas para el Medio ambiente) Van Hemel (1998)



Los grandes volúmenes de residuos sin destino o con destino a quema o relleno sanitario, son una gran fuente de materias primas posibles de sustituir recursos no renovables, incorporándolos a un proceso de producción. Según Seonez Calvo (2000) "un residuo sin problemas se convierte en insostenible cuando aparece en grandes volúmenes, cuando se presenta donde no debe estar, cuando se mezcla o asocia con lo que no debe o cuando está en el momento que no debe."

Para desarrollar materiales sustentables siguiendo los conceptos de sustentabilidad y ecología industrial, deben tenerse en cuenta, la durabilidad del producto, su interacción con la industria generadora de residuos y sus aspectos sociales. Mariana Gatani, (2013) afirma que los residuos urbanos pueden aplicarse a prácticas no tradicionales para el desarrollo del sector de construcciones, en cada medio, la abundancia de residuo sólidos urbanos o los provenientes de industrias como el calzado, plásticos, embalajes son oportunidades para promover y desarrollar materiales.

De aquí la importancia de estudiar la materia y sus posibilidades para la construcción de nuevas aplicaciones de materiales provenientes de residuos. Como plantea Ezio Manzini (1986) en la materia de la invención, "nuevos materiales son aquellos que nacen de la combinación creativa de materiales conocidos. Esta combinación, gracias a una elaboración más refinada de la materia y de la energía, desemboca en soluciones con un mayor contenido de información y con más alta densidad de prestaciones.

De modo empírico y aleatorio, estos nuevos materiales no son necesariamente el fruto de la investigación de grandes laboratorios (no obstante la caracterización de las propiedades de estos nuevos materiales dependen de laboratorios altamente equipados) su producción puede proceder de cualquier punto del sistema proyectual y productivo, en el cual, la nueva cultura de los materiales se mezcla con la capacidad creativa. Actúa como instrumento operativo en el proceso de diseño y producción, la experimentación con materiales puede incorporarse en un proceso para estudiar nuevas posibilidades para los mismos, en el caso de los residuos antes de transformarse en residuos o ser depositados como tales.

El conjunto de cualidades que, en diversa medida, invisten todo el cuadro de los materiales, incluidos los de usos más antiguos, colocándolos de una manera nueva en el interior de los procesos productivos, pueden generar nuevos usos o nuevos productos innovadores.

El estudio de la materia y sus posibilidades de conformar estos nuevos materiales o sus nuevos usos, es indispensable en la experimentación con materiales proveniente de residuos sólidos urbanos. Estos materiales, tienen una forma conferida o un uso destinado, la experimentación con su materia nos permitirá estudiar las propiedades que tienen y la posibilidad de ser aplicados en productos. Cesar Naselli, (2005) define a la materia como "todo aquello de lo que están hechas las cosas, tangibles e intangibles, corpóreas o incorpóreas pero con existencia real o irreal... Todo aquello susceptible de adquirir forma y esto porque la materia sin forma es incomprendible para el intelecto humano y la forma para ser perceptible debe materializarse". La experimentación con las materias nos permite entender y conocer las diferentes maneras en que se comporta y las posibilidades que estas presentan y que nuevas formas y usos pueden adquirir. Como es el caso de la madera: "El tablón es una geometría técnica constructiva que se le ha dado una materialidad que llamamos madera. Son cosas muy distintas pero que tiene su coexistencia, porque a la madera la percibo como tablón, como rollizo, como escama, como astilla. Siempre está unida a una forma." (Naselli, 2005)

En el caso de los residuos sólidos urbanos, todos los materiales tienen una forma ya definida, y por esto también es interesante experimentar con la materia y buscarles nuevas posibilidades de que continúe su vida útil, a través de conocer sus propiedades y sus probabilidades de adquirir formas y así ser aplicadas a un nuevo producto, re incorporándolas a un proceso de producción, el cual también deberá responder a estrategias para no generar un impacto en su proceso, mayor al que estaba generando como residuo.

En este trabajo se plantea el uso de PET proveniente de residuos sólidos urbanos como materia a ser estudiada para la generación de nuevos productos o poner en valor el material

para ser aplicado a nuevos procesos en un contexto social determinado, así como el uso de recursos existentes aporta al desarrollo sustentable, la incorporación de estos productos a un ámbito productivo y social donde jóvenes con capacidades diferentes tengan la posibilidad de insertarse en un ámbito productivo.

## **Sustentabilidad y sociedad**

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo sustentable involucra factores ambientales, económicos y sociales, indudablemente, el trabajo sobre la esfera ambiental y económica, como venimos tratando, con el uso de residuos como materia prima para la generación de productos, se centra en la esfera ambiental, aportando al cuidado de recursos, como también en la económica, buscando, mediante el diseño definir interfaces entre usuarios y productos. Usualmente, a partir de un buen diseño, se ofrece una respuesta rentable, que ofrece a los requerimientos de fabricantes y usuarios. Esto afecta también en la esfera social, debido a que aporta capacitaciones y concientización sobre el uso de recursos, teniendo en cuenta las necesidades locales.

Según el informe de Brundtland, "... no se trata solo de la relación de la sociedad con el ambiente y los recursos naturales sino también de las relaciones internas de la sociedad". Esto implica, mantener niveles satisfactorios de educación, capacitación y concientización, garantizar una situación de equidad entre el hombre y la mujer, facilitar la creación y diversidad cultural, promover solidaridad entre personas y comunidades, garantizar espacios laborales dignos y estables, con el objetivo de mejorar y equilibrar las relaciones humanas que afectan directamente al ambiente. "la solución de los problemas ambientales no es solo técnica, porque en su mayor parte, esconden a su vez problemas más profundos y ocultos de desigualdad, pobreza y falta de desarrollo equitativo." (Reboratti, 1999)

En este trabajo con PET, dentro de la Ong. AMULEN se hace un fuerte énfasis en la esfera social, debido a que AMULEN se centra en la inserción de jóvenes con capacidades diferentes, convictos y jóvenes en general en un ámbito productivo. Con actividades de separación y venta de residuos, realización de huertas, talleres y productos a partir de residuos. Teniendo en cuenta que los principios del desarrollo sustentable también buscan "valorar cuestiones éticas como la justicia social y los derechos para futuras generaciones" (Charter y Tischner, 2001)

Utilizar materiales y procesos ecológicos es solo una parte de la solución para crear una sociedad más respetuosa con el medio ambiente. El trabajo y experimentación con PET proveniente de residuos sólidos urbanos, agregaría un eslabón al proceso existente en el taller, para la elaboración de productos, con valor comercial mediante el diseño que

posibiliten formación de personal y capacitación laboral teniendo una herramienta más de interacción social. De esta manera también pueden detectarse necesidades existentes en su territorio y satisfacerlas mediante la elaboración de diseños con fuerte relación territorial, utilizándolos, también, como objeto de comunicación respecto al uso de residuos como materia prima, el consumo y uso responsable de productos.

“La adecuación socio técnica de productos y procesos constituye, en la práctica, un motor de generación de procesos de diferenciación de productos y diversificación de procesos. La respuesta socio técnicamente adecuada a las concretas condiciones locales tiende a consolidar acumulativamente trayectorias diferenciales de diseño, explotación de potenciales locales (materiales, calificación de mano de obra, integración de contenidos culturales, utilización de materias primas, etc.)” (Thomas, 2011) La integración del diseño a un grupo de inserción socio productiva, abren posibilidades de un proceso innovador utilizando recursos existentes y capacidades locales con la idea de integrar conciencia ecológica con diseño e igualdad social. En la búsqueda de apoyar al taller en sus objetivos de equidad, integración y solidaridad.

### Exploración material + Impacto ambiental + Ong. Amulen = Diseño sustentable



Figura 4: Desarrollo sustentable en la región.

En el trabajo de explorar con PET y en sinergia con la oportunidad de insertar este desarrollo en un marco productivo como el taller AMULEN, se busca validar conceptos propuestos por la definición de desarrollo sustentable de referencia. Se busca vincular los

tres agentes involucrados en el diseño sustentable en la región sur de Neuquén: mediante el trabajo con AMULEN y la experimentación con PET como recurso existente en la región y su posibilidad de ser aplicado a productos, verificando el impacto ambiental que este genera en su procesamiento. Con el fin de re insertarlo en el proceso actual, generando un eslabón más y agregando valor al mismo en la cadena de reciclado existente.

Se busca abordar las tres esferas trabajando en los aspectos que se mencionan a continuación:

#### Aspectos ambientales:

- + La utilización de desechos como materia prima para la experimentación en productos, agrega valor cualitativo y de concientización a los mismos.
- + Uso de un recurso existente en la región
- + Reducción del volumen de residuos sólidos urbanos, desechos con destino a ser quemados o utilizados como relleno sanitario.
- + Realización de productos de manera artesanal, disminuyendo pasos en el proceso de producción y reduciendo desechos provocados en el proceso.
- + Ciclo cerrado del uso de los residuos residuo-producto-residuo.

#### Aspectos económicos:

- + Valorización del desecho, agregando valor al material, el cual es un recurso no aprovechado en la región.
- + Apoya al crecimiento económico local, aprovechando el circuito de separación y venta de residuos, agregando un eslabón de producción de objetos otorgando más valor a la cadena del reciclado.
- + Generación de posibles fuentes laborales, como micro emprendimientos de recolectores o productores y crecimiento en puestos de trabajo en los centros recolectores/ separadores de residuos.
- + Optimización del uso del desecho evitando el costo de su transporte para ser reutilizado, realizando una reutilización local y posterior venta de productos elaborados.

#### Aspectos ético/sociales:

- + Brinda la posibilidad de capacitación, o especialización en mano de obra local

- + Genera una concientización del re-uso de los desechos y sus posibilidades de ser utilizados como materia prima de productos, agregando valor al mismo y reduciendo su volumen.
- + Concientización sobre los límites en cuanto a consumo y uso responsable de productos.
- + Posibilidad de detección de necesidades del lugar, para ser satisfechas con productos de este tipo.
- + Nuevas posibilidades de actividades para insertar jóvenes con capacidades diferentes en un entramado productivo.
- + Capacitaciones para jóvenes con capacidades diferentes.

Se considera la utilización de PET proveniente de residuos sólidos urbanos, como un primer paso del proceso de desarrollo de nuevos materiales sustentables y sus aplicaciones, basándonos en la rueda de estrategias del DS4 PNUMA (página 19, figura 3) como modelo, de este proceso.

### **Estrategias para las etapas del ciclo de vida de producto con PET proveniente de residuos sólidos urbanos:**

#### 1- SELECCIÓN DE MATERIALES DE BAJO IMPACTO:

- + Material renovable: el PET proveniente de residuos sólidos urbanos, es un material que no requiere extracciones de fuentes naturales.
- + Recurso disponible localmente.
- + Material inerte, es decir que tiene alta durabilidad, con una biodegradación muy lenta.
- + La recolección diferenciada requiere bajo consumo de energía
- + Impacto social positivo: material que se agregara valor mediante el diseño, otorgando también la posibilidad de generar ingresos y concientizar sobre el uso de residuos como materia prima.

#### 2- REDUCCIÓN EN USO DE MATERIALES

- + Se busca mediante la molienda o el hilado del PET disminuir su volumen reutilizando varias botellas de PET en un producto. Se busca generar productos de tamaño fácilmente transportables.

#### 3- TÉCNICAS PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN

- + El hilado o picado de PET, es una técnica de bajo impacto y que genera baja cantidad de residuos.
- + Las experimentaciones se realizan de manera artesanal, lo que requiere pocos pasos para la generación de productos: hilado o picado de PET, mezcla con otro compuesto, moldeo y desmolde.
- + La realización de un ciclo cerrado en el taller amulen implica la utilización de la mínima generación de residuos debido a que allí se acopia para su venta y la utilización de recursos existentes en ese mismo lugar generando un circuito cerrado de recursos- residuos.

#### 4- OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

- + Se preverá realizar productos de fácil traslado, como también su empaque, reduciendo el volumen de productos a trasladar y la reutilización o posible reciclado de su empaque.

#### 5 -REDUCCIÓN DEL IMPACTO DURANTE EL USO

- + Se tendrá en cuenta que los productos tengan un impacto mínimo durante su uso.

#### 6-OPTIMIZACIÓN DE LA VIDA DEL PRODUCTO:

El PET es un producto de larga duración y bajo mantenimiento, se preverá realizar productos de fácil reparación para optimizar la vida útil del mismo.

#### 7- OPTIMIZACIÓN DEL FIN DE VIDA DEL SISTEMA

El PET es un producto que puede ser reutilizado y aplicado a diferentes productos.

En base a la rueda estratégica DS4 PNUMA (Propuesta de las Naciones Unidas para el Medio ambiente) se realizaron cuadros de evaluación de los materiales y productos obtenidos teniendo en cuenta los parámetros antes mencionados para hacer una evaluación particular de cada material experimentado, en la cual se clasifica en deficiente, óptimo, o regular según su grado de cumplimiento con cada parámetro.



## Metodología

En el proceso de esta investigación relacionada a la materia PET (Polietileno Tereftalato), el conocimiento se adquiere mediante experimentaciones con el material, de manera intuitiva, utilizando la **crítica**, la **experimentación** y la **síntesis** como instrumentos a lo largo de todo el proceso de investigación: planteo de hipótesis, objetivos, en las etapas de exploración, caracterización de resultados y conclusiones.

### Investigación proyectual

Se basa en la intuición como instrumento mediante el cual se inventa, se generan hipótesis, demostrándolas mediante la lógica. Generando conocimientos mediante la práctica y la teoría, aplicables a un mundo artificial.

#### Crítica:

La crítica permite poner en dudas el material PET, su proceso de reciclado desestabilizando lo ya conocido o en la manera que es concebido, en un contexto determinado, para poder plantear alternativas sobre el mismo.

Naselli, Cesar (2013) define a la crítica como: “Este concepto, y la definición de otro concepto incluso, el de crisis, son instrumentos para el desarrollo del siguiente, el de proceso y ambos fundamentales para el desarrollo de la idea estructurante de este sub proyecto: EL PROCESO DE DISEÑO

La crítica según sus diversas etimologías tiene el sentido de ser una crisis, es decir, sería el factor externo que, incidiendo sobre algún rasgo u objeto de la realidad, que tiene un proceso interno, evidente o no, de cambios, transformación, alteración, mutación o anulación y/o destrucción del sistema entero – o de alguna de sus partes- lo lleva al punto crítico= punto de crisis, donde culmina el proceso y pasa de un estado a otro de una naturaleza a otra.

Esto lo hace, de algún modo desestabilizando la seguridad o la fe en el conocimiento consagrado del sistema. Al poner en evidencia este conocimiento interno, introduciendo entonces la duda, como hipótesis (lo cual es distinto de agresión o de descalificación) de la verdad o de la estabilidad actual del sistema. Esta es la fase del análisis y del diagnóstico, sin las cuales no es posible hacer el pronóstico, punto final de la crisis del sistema, si no se interviene en el mismo. Y esta es la fase final del proceso crítico: la opción, la elección, el partido, la toma de posición, que define y resuelve la crisis en un sentido determinado. También tiene el término otros sentidos en la cultura oriental, complementarios a los expuestos: Riesgo y oportunidad.

La opción mencionada más arriba, puede tomarse solamente después de la evaluación, donde se valoran las diversas tendencias que se observan en el interior del sistema, sus puntos de crisis, y las consecuencias que implican. Esto es posible en relación a un núcleo ético – ideológico de intenciones- necesidades; propuestas y objetivos- finalidades. De allí emergerá esta elección entre las alternativas posibles o las nuevas.”

#### Exploración:

Podemos considerar, entonces que la exploración es una herramienta dentro del proceso de diseño y de investigación, que busca mediante el método experimental, generar conocimientos. Explorar es desglosar un elemento o introducirse en la esencia del mismo para comprenderlo adquiriendo conocimientos.

Explorar con PET proveniente de residuos sólidos urbanos, nos permitirá adquirir conocimientos sobre el mismo, sus cualidades y capacidades de ser transformado mediante diferentes acciones, para generar una alternativa al material dentro del proceso de reciclado.

El conocimiento se construye desde la propia experiencia (fenomenología) a partir de la observación y registro de sucesos y procesos del fenómeno explorado. Se establecen consecuencias de dichas observaciones para luego incorporar datos e información proveniente de la cultura (hermenéutica) a modo de fragmentos semánticos. (Naselli, Cadena de significados, 2010)

#### Síntesis:

La síntesis es utilizada en este caso como una herramienta de traducción, uniendo datos, exploraciones, observaciones y experimentaciones realizadas, para conformar nuevos conocimientos respecto al PET y sus posibilidades como material en un contexto determinado. Naselli, Cesar en los apuntes del workshop para la MDPI, Síntesis, (2013) la define como: “Composición de un todo (unidad compleja) por la reunión (integración/combinación) de sus partes (más sencillas). Desde este enfoque la síntesis es algo más que la suma de partes.

Pueden identificarse leyes y principios organizativos que determinan el modo y la forma en que las partes se integran para conformar algo nuevo como unidad compleja.

La síntesis es una acción desarrollada en todo proceso de aprendizaje. Es también una acción fundamental en todo proceso de diseño: en diferentes instancias de TRADUCCIÓN (interfaces de la idea al concepto, textual e icónico; entre lenguajes

diversos, entre materias de naturaleza diversa) la acción realizada constituye una síntesis. Se trata de crear algo nuevo a partir de partes.”

Estas herramientas fueron utilizadas a lo largo del proceso de investigación y en cada instancia de la misma como se hace referencia más adelante en un cuadro síntesis del proceso metodológico (páginas 51 y 52)



## 4) ANTECEDENTES

Para conocer y entender con qué materiales estamos trabajando, es necesario conocer las propiedades del PET, como está compuesto, para que se ha utilizado, su historia como se llegó al uso del PET. Cuáles son sus usos actualmente, como este impacta en el ambiente, cuál es su proceso de reciclado y el uso de los productos derivados del proceso de reciclado, también las posibilidades del material de ser re utilizado en el campo del diseño.

### Historia

A partir de la necesidad de suplantar los productos realizados en marfil, debido a la masividad de su uso y las consecuencias ecológicas que esto provocaba, en 1863 comienza la indagación en el mundo de los polímeros sintéticos, de la mano de J Wesley Hyatt, en 1869. Luego de años de ensayo y error, crea a partir de un polímero natural (la celulosa de algodón), el celuloide. Este se utilizó para fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográficas, lo cual trajo aparejado la reducción de costos de dichos productos y la llegada de los mismos a un público que previo a este descubrimiento, no podía acceder a los mismos.

En 1924 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de interés comercial, inventado para sustituir una sustancia natural escasa: la laca. La baquelita fue el primer polímero auténticamente sintético.

Los resultados alcanzados por los primeros polímeros incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear nuevos polímeros.

Durante 1920 y 1930, llegó una avalancha de nuevos materiales procedente de laboratorios de todo el mundo: acetato de celulosa, el poli estireno, nylon (Dupont), teflón, kevlar, en 1933 el polietileno (Imperial Chemical, gran Bretaña) y sus derivados polietileno de baja densidad (PBD), polietileno de alta densidad (PAD).

### La Segunda Guerra Mundial (1939- 1945)

Durante la Segunda Guerra Mundial, el suministro de materias primas se vio reducido, la industria de los polímeros logro generar infinidad de productos sustitutos.

Alemania, por ejemplo, perdió sus fuentes naturales de látex, lo que llevo al desarrollo de un caucho sintético utilizable. Como también la incorporación de Japón al conflicto, conllevo a que Estados Unidos quedara sin suministros de caucho natural, seda y muchos metales asiáticos, llevándolo a un desarrollo en el ámbito de los polímeros, lo que dio como

resultado, el nylon como una de las principales fuentes de fibras textiles y los poliésteres, que fueron utilizados para la fabricación de materiales blindados.

Durante los años de la posguerra se mantuvo el elevado ritmo de los descubrimientos y desarrollos de la industria de los polímeros. Tuvieron especial interés los avances en polímeros, como los policarbonatos, los acetatos y las poliamidas.

El PET, fue producido por primera vez en 1941 por los científicos británicos R. Whinfield y J.T Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras, en la búsqueda de un sustituto para el algodón proveniente de Egipto, el cual escaseaba debido a que el país se encontraba en plena guerra.

A partir de 1946 se empezó a utilizar industrialmente como fibra anti arrugas y los textiles, siguen siendo, el uso final de la mayoría de los poliésteres.

En 1952 se comenzó a emplear en forma de filme para envasar alimentos.

Luego tuvo otros usos: en películas fotográficas y radiografías, y en cintas de audio y video.

Pero en la aplicación en que más se ha utilizado hasta el momento fue la fabricación de botellas, a partir de 1976. Debido a que estos envases ligeros, transparentes, y resistentes, impiden la entrada de oxígeno y permiten la salida de dióxido de carbono que producen las burbujas de las bebidas carbonatadas. (Freinkel, 2012)

### PET proveniente de residuos solidos urbanos.

El proceso de reciclado del PET proveniente de residuos sólidos urbanos, comienza por la separación y recolección diferenciada.

Las técnicas de reciclado de esta materia prima son fundamentalmente tres:

#### Reciclado mecánico

Consiste en la separación, por color, retirado de etiquetas y tapas, lavado y molienda de los envases. (Figura 5)

Las escamas, resultantes, se pueden destinar en forma directa, sin necesidad de volver a hacer pellets, en la fabricación de productos por inyección o extrusión, también se realizan, hilos de PET, para ser utilizados como flejes o en escobas y cepillos. (Figura 8 y 10)

Con un proceso más en este mismo reciclado, también se obtiene fibras, las cuales son utilizadas para la industria textil (rellenos, guata, polar) (figura 9)

Los mismos son productos no aptos para envasar alimentos.

Pueden ser utilizados como capa intermedia en botellas inyectadas con material virgen (figura 11).

El reciclado mecánico es el más utilizado, en Argentina debido a que la infraestructura necesaria y procesos para el mismo, son de menor costo que en el reciclado químico. Los productos que se obtienen son diferentes, y con un valor inferior, ya que en el reciclado químico, el PET es vuelto a utilizar como materia virgen.

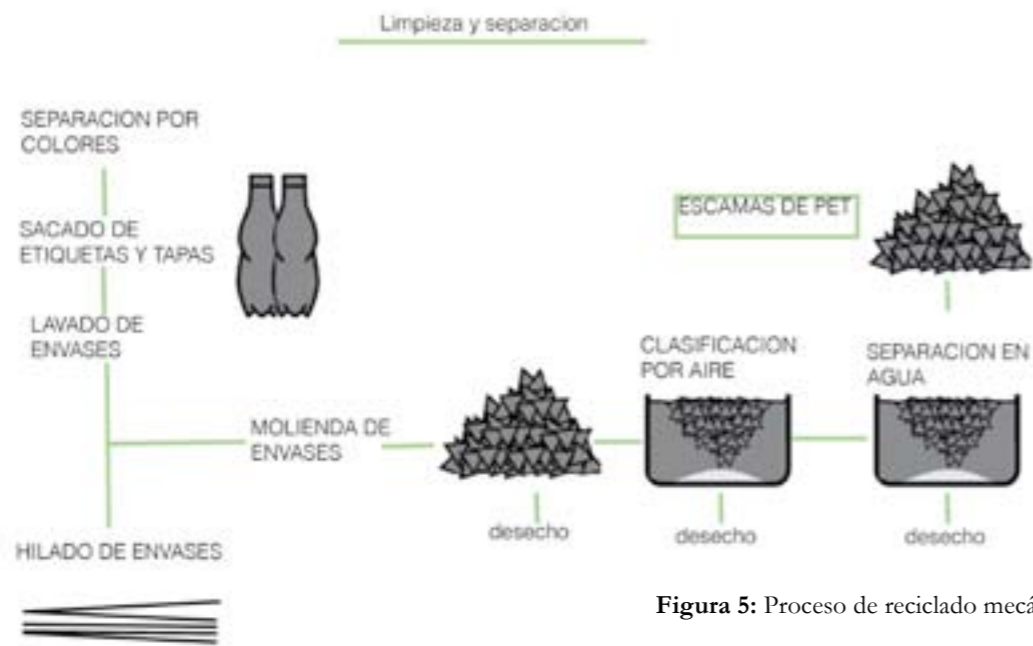


Figura 5: Proceso de reciclado mecánico

### Reciclado Químico

Consiste en la separación de los componentes básicos de la resina (etilenglicol y ácido tereftálico) y la síntesis de nueva materia virgen, lo cual permite ampliar la gama de materiales a reciclar y el sustancial ahorro de gas y petróleo, que son las materias primas básicas del PET. Existen en este sentido varios procesos, de los cuales los más importantes son: metanólisis, glicólisis e hidrólisis. (Figura 6)

El reciclado químico, implica una planta de grandes dimensiones y altos costos, la misma se justifica para grandes volúmenes a reciclar. En Argentina el más utilizado es el reciclado mecánico, o la exportación de materia prima para reciclado químico en otros países.

Existe otro sistema de reciclado químico, utilizado en escala relativamente pequeña, en pequeños reactores. Es la esterificación para componer resinas insaturadas utilizadas para fabricar láminas plásticas moldeadas en frío como las destinadas a techos y recubrimientos de guardabarros de automóviles. Con este sistema no se obtiene materia prima virgen, tampoco se realiza en Argentina.



Figura 6: reinterpretación de proceso de metanólisis extraído de la pagina web arpet 2012



### Otros Usos del PET

Tanto el PET apto para reciclar, como el conjunto de otros polímeros, que son inertes, es decir que no producen contaminación, pueden ser enfardados, compactados y utilizados para relleno de terraplenes.

Ejemplos de aplicaciones son los caminos rurales en el Municipio de Laprida, o como es el caso del anfiteatro del parque público en el Municipio de Trenque Lauquen (figura 7).

Fuente: Pisoni, M. B.-M. (2007), Asociación civil Argentina, Pro reciclado de PET. (Enero de 2013), INTI. *Recuperación de plásticos postconsumo y su reciclado.*



Flejes de PET/Escobas y cepillos

Figura 3



Fibra corta de poliéster PET / realización de fibras para relleno

Figura 5



Flakes o escamas de PET utilizada para extrusion o inyeccion

Figura 4



Flakes o escamas de PET/ Pretormas

Figura 6

## Caracterización del material tereftalato de polietileno (PET)

El PET es un polímero que se obtiene a partir de dos materias primas derivadas del petróleo; etileno y paraxileno. Los derivados de estos compuestos (respectivamente, etilenglicol y ácido tereftálico) son sometidos a una reacción de poli condensación<sup>1</sup> entre el ácido tereftálico y el etilenglicol para obtener la resina PET en estado amorfo.

Es un **polímero termoplástico**, esto indica que al ser sometidos a temperaturas (hasta 255 grados centígrados, temperatura de fusión en el caso del PET), se pueden reblandecer (plastificar) y endurecer al enfriarse de manera reiterada. Es decir que pueden ser conformados a temperaturas elevadas, enfriados y después recalentados o reconformados sin afectar el comportamiento del polímero, esto se debe, a que los enlaces entre las macromoléculas de estos no se modifican radicalmente con la temperatura.

Constan con un **alto grado de cristalinidad**, como todos los termoplásticos, pueden ser procesados mediante extrusión, inyección y soplado de preforma y termo conformado. Para evitar el crecimiento excesivo de las esferulitas y lamelas de cristales este material debe ser rápidamente enfriado, con esto se logra una mayor transparencia, la razón de su transparencia al enfriarse rápido consiste en que los cristales no alcanzan a desarrollarse completamente y su tamaño no interfiere («scattering» en inglés) con la trayectoria de la longitud de onda de la luz visible.

El PET tiene una **alta transparencia**, aunque admite cargas de colorantes y una alta resistencia química y térmica. Puede ser reciclable pero el PET-reciclado tiene propiedades mediocres comparadas con las del PET original.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas. (REAL, 2012) (JQ INDUSTRIA, Plásticos de Ingeniería, 2013)

---

<sup>1</sup> **Polimerización:** Es el proceso químico por el cual, mediante el calor, la luz o un catalizador, se unen varias moléculas de un compuesto para formar una cadena de múltiples eslabones de aquellas y obtener una macromolécula (polímero). Una de ellas es la polimerización por condensación (poli condensación) que es la utilizada para la obtención de la macromolécula de PET. (Real, 2012)

## PROPIEDADES DEL PET

- Alta transparencia, admite cargas de colorantes.
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aceptable barrera a oxígeno (O<sub>2</sub>) y la humedad.
- Liviano, permite que una botella pese 20 veces menos que su contenido.
- Impermeable.
- Resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.
- No es biodegradable.
- Elevada resistencia a la fluencia
- Elevada dureza de la superficie
- Muy apropiado para ser pulido
- Elevada estabilidad dimensional
- Resistencia a la abrasión
- Buen comportamiento como aislante eléctrico
- Elevada resistencia a sustancias químicas.

**Propiedades del PET**

PROPIEDADES MECÁNICAS A 23°C		
	UNIDAD	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr./cm <sup>3</sup>	1.39
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm <sup>2</sup>	900 / --
RES. A LA COMPRESIÓN ( 1 Y 2 % DEF)	Kg/cm <sup>2</sup>	260 / 480
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Kg/cm <sup>2</sup>	1450
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	15
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCIÓN)	Kg/cm <sup>2</sup>	37000
RES. AL DESGASTE POR ROCE		MUY BUENA
PROPIEDADES TÉRMICAS		
	UNIDAD	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal./Kg.°C	0.25
TEMP. DE FUSIÓN	°C	255
COEF. DE CONDUCCIÓN TÉRMICA	Kcal./m.h.°C	0.25
PROPIEDADES ELÉCTRICAS		
	UNIDAD	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		3,4
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		3,3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		3,2
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	0,25

PROPIEDADES QUÍMICAS	OBSERVACIONES
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	BUENA 0,25
RESISTENCIA A ÁCIDOS DÉBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA
RESISTENCIA A ÁLCALIS DÉBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA
EFECTO DE LOS RAYOS SOLARES	ALGO LO AFECTAN
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	SI
COMPORTAMIENTO A LA combustión	ARDE CON MEDIANA DIFICULTAD
PROPAGACIÓN DE LLAMA	

Fuente: Industria JQ. Plásticos de ingeniería ,2011.

## Antecedentes de diseño aplicado PET proveniente de residuos sólidos urbanos

Para la selección de antecedentes de diseño aplicado del PET proveniente de residuos sólidos urbanos, se consideraron tres disciplinas: Diseño Industrial, Diseño Arquitectónico y Diseño de indumentaria. A su vez se realizó una selección en estos ejes teniendo en cuenta el PET y sus diferentes maneras de transformarlo, mediante el reciclado, tomándose como criterio la materia en forma de escamas, en hilos, fibras y en su estado líquido para preforma.

### Escamas

#### Centro Experimental de la Vivienda Económica - CEVE, nuevos materiales para la construcción. Córdoba Argentina.



Propone una nueva alternativa tecnológica para la producción de la vivienda de interés social, más ecológica que otros sistemas constructivos tradicionales. Se basa en un reciclado integral de los polímeros, para la fabricación de elementos constructivos, triturados y mezclados con cemento portland, en reemplazo de los áridos de un hormigón tradicional.

#### Mana Bernardes- Rio de Janeiro, Brasil. 2006/2009

Actualmente, la mayor parte de su trabajo está realizado con materiales de desechos. Este material, aterriza en cada pieza deslastrado de su forma original para ser convertido en uno nuevo. Esta operación en la materia, concreta los resultados en un material reconvertido, sin rastros de las ideas de productos para los que fue utilizado originalmente. Aplicar un proceso (industrial o artesanal) sobre un material que permita obtener nuevos productos, es probablemente, uno de los trabajos que convierten las piezas en objetos más interesantes. Todo lo contrario a los productos donde es evidente la utilización del material en su forma original; están montados sobre un discurso muy primario: mover la basura de lugar.



Arquitectura

Diseño industrial

### Fibras

Arquitectura

#### Arihiro Miyake - FORT .Helsinki, Finlandia 2009



El estudio Arihiro Miyake realizó un sistema de divisiones acústicas, realizado en fibras de PET proveniente de botellas. El montaje de cada pieza, se realiza mediante imanes de alto rendimiento integrados, lo que permite una fácil modificación y capacidad de ampliación ilimitada del sistema.

#### Diseño Indumentaria ECOALF - Madrid España

ECOALF es una compañía cuya meta no es seguir utilizando recursos naturales del planeta de una forma indiscriminada, sino reciclar los ya utilizados. Invierte en I+D+i para crear tejidos, suelas, cordones, etiquetas, aislantes térmicos, forros y todos aquellos elementos necesarios para la fabricación de colecciones a través de procesos de reciclaje de materiales de desecho tan diversos como redes de pesca, neumáticos, algodón post industrial, café y botellas PET.



Diseño de Indumentaria





## Fibras

Benjamin Huber-Pod Londres, Inglaterra. 2009 - Silla de fieltro de Fibra de PET reciclado



Benjamin Hubert dirige un equipo de diseñadores industriales que trabajan en una amplia gama de sectores, incluyendo mobiliario, instalaciones de iluminación, bienes de consumo, de arquitectura y dirección de arte. Benjamin Hubert trabaja a nivel internacional en una variedad de mercados, incluyendo Europa, Asia, Australia, Brasil y los EE.UU.

El estudio trabaja con los ideales de "Manejo de materiales, proceso de desarrollo económico y diseño Industrial" Centrándose en la investigación de la construcción, contexto y la aplicación de nuevos materiales.

## Fluido

Marcel Wanders – SPARKLING. 2010

Es una silla armable creada por el diseñador industrial Marcel Wanders para la firma Magis. La silla Sparkling está hecha de PET y producida mediante la técnica de moldeo por soplado misma comúnmente usada para las botellas de agua. Después del moldeo por soplado las piernas y el asiento, son llenados con aire a alta presión que crea componentes muy fuertes y estructurales.



111 Navy Chair 2006

La "111 Navy Chair" está basada en el modelo original Emeco Navy Chair de aluminio, diseñada en 1944 para la Marina de EUA. En 2006, Coca-Cola se acercó a Emeco con la idea de convertir sus botellas de plástico PET en algo hermoso, y así nació la "111 Navy Chair™". Cada silla contiene una mezcla de plástico de 60% de rPET (Plástico PET reciclado) y una combinación especial de otros materiales como pigmento y fibra de vidrio los cuales sirven para otorgarle fuerza.



## Hilos

Proyecto Paraguas-Quinua Arquitectura- Córdoba, Argentina.



Quinua Arquitectura es un estudio fundado e integrado por los Arquitectos Pablo Capitanelli, Diego Dragotto y Florencia Orellana. La idea es contar y mostrar nuestros trabajos respecto a Arquitectura bioclimática, Tecnología Social, Diseño participativo, Reciclaje, Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, y otros. Uno de los productos elaborados fue el "Paraguas", una estructura tejida con PET reciclado, proceso en el que intervinieron cooperativas de cartoneros de los barrios de Villa Urquiza y San Vicente, y cesteros de Copacabana y Deán Funes

Quinua Arquitectura- Córdoba, Argentina.



Satori Lab. Buenos Aires Argentina, 2008



Cartera realizada con telar

Cinta entrelazada con una lámpara

Tejido telar tensado a estructura de hierro

Alejandro Sarmiento es diseñador industrial y durante la década del '90 concibió un sistema para reutilizar envases PET (botellas de plástico) y luego, junto con su colega Miki Friedenbach, lo incorporó en el proyecto Contenido Neto.

Este emprendimiento, de acuerdo a los datos relevados, apunta recolectar el amplio campo de materiales que se descartan, para luego analizar cómo recuperarlos aplicando diferentes procedimientos para lograr su transformación (resignificación de objetos).

## Consecuencias observacionales

El PET proveniente de residuos sólidos urbanos es un material utilizado, de manera masiva en formato de botella y contenedores de alimentos, el cual puede ser procesado por distintos medios para ser desintegrado y tomar nuevos formatos.

Mediante diferentes procesos (químico o mecánico), se obtienen escamas, hilos, fibras o se trabaja el mismo de manera fluida para ser re utilizado.

El PET presenta: resistencia química, resistencia a la abrasión, bajo nivel de absorción de humedad, combustión y no es bio degradable, entre otras propiedades. Estas lo convierten en un material con cualidades interesantes para ser explorado en su aplicación, en este caso, de equipamiento con características sustentables. Sumado a que el mismo, es recuperado pero no es reciclado en la región sur de Neuquén.

En el campo del diseño, en Argentina se utiliza de manera tejida o en combinación con cemento, en otros países, se aplica de manera tejida, moldeado, fluido o transformado en textiles.

En este trabajo se plantea experimentar con el material desintegrándolo en hilos y escamas y verificar de qué manera puede ser transformado, utilizando recursos locales. Comprobando las cualidades que este presenta para ser aplicado a equipamientos, como así también verificar el impacto ambiental que estos generan en su procesamiento.



Materiales y métodos

## 5) MATERIALES Y MÉTODOS

### Proceso metodológico

En el cuadro “síntesis de proceso metodológico” se plantea el punto de intersticio que se detectó en el proceso de reciclado que se realiza en la región sur de Neuquén. Planteando a partir de allí distintas etapas de exploración, con una revisión crítica relacionada a la región y a la sustentabilidad. Para poder realizar, a posterior, una selección de materiales y sus posibles aplicaciones.

#### En una primera instancia se realizó una etapa descriptiva:

Realización de análisis crítico de los usos y procesos del PET en la región sur de Neuquén.

Registro de propiedades físicas y mecánicas del material. (Cantidad, composición, lugar, peso específico, posibles condiciones de utilización).

Descripción de antecedentes y usos del PET.

Descripción de cualidades y posibilidades del polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos sin procesar.

A partir de allí se plantearon hipótesis y objetivos.

#### En una segunda instancia se procedió a una etapa experimental dividida en tres etapas:

##### Primera etapa:

- Se realizaron exploraciones con el polietileno tereftalato (PET), trabajando con el material en forma de escamas e hilos, sometiendo a diferentes fuentes de calor (fuego directo, pistola de calor, horno y mufla). Estiramiento en el caso del hilo. Escamas de PET en combinación con otros materiales como la resina poliéster, resina ureica, látex y cemento, como agregado a estas mezclas, colocándolos en moldes y dejándolos fraguar. Se realizaron, también, exploraciones con hilos de PET, de manera tejida y en forma aleatoria, ambas en combinación con otros materiales, como resina poliéster, látex y cemento. Se observaron, las cualidades y límites del material y las posibilidades que el PET otorga.
- Luego se realizaron dos cuadros: uno comparativo de las ventajas y desventajas que el material presenta para ser aplicado a equipamientos y el otro evaluando cada

ensayo, en una grilla que se elaboró en base a las pautas que plantea la rueda estratégica DS4 PNUMA para el diseño sustentable.

En esta etapa se obtuvo el PET en formas de escamas del Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) y se diseñó una **Herramienta: Dispositivo hilador de botellas de PET** para obtener los hilos de PET a utilizar en las exploraciones.

Este dispositivo está compuesto por dos partes sobre un soporte de madera: una que sostiene la botella de PET en la cual se corta la misma y otra donde se junta el PET hilado en forma de ovillo. Esta, fue realizada con un soporte de madera en el cual está sujeto con una planchuela metálica otra pieza de madera en forma vertical y con una ranura en el medio. En esta, se introduce la botella de PET a la cual se le tiene que recortar el fondo previamente. Esta misma pieza consta con una ranura horizontal donde se inserta una hoja afilada que será la que corta la botella de PET conformando hilos. En la ranura vertical se colocó una planchuela metálica, atornillada, la cual se puede mover de manera vertical regulando el ancho del hilo que se quiera conseguir para que el mismo se obtenga de manera pareja. En el otro extremo del soporte se colocó una manivela, la cual ayuda con la tarea de tirar del hilo para que la botella gire y siga hilándose con un ancho constante y a su vez se ovillo en su eje. Esto permite disponer de hilos de PET parejos y continuos.

#### Segunda etapa:



- En una segunda instancia se exploró con los materiales que mejores cualidades presentaban para ser aplicados a equipamientos y a pautas de diseño sustentable. Se realizaron probetas, para luego verificar las cualidades mecánicas y físicas del mismo, sometiendo las probetas a compresión, pruebas de hinchamiento y

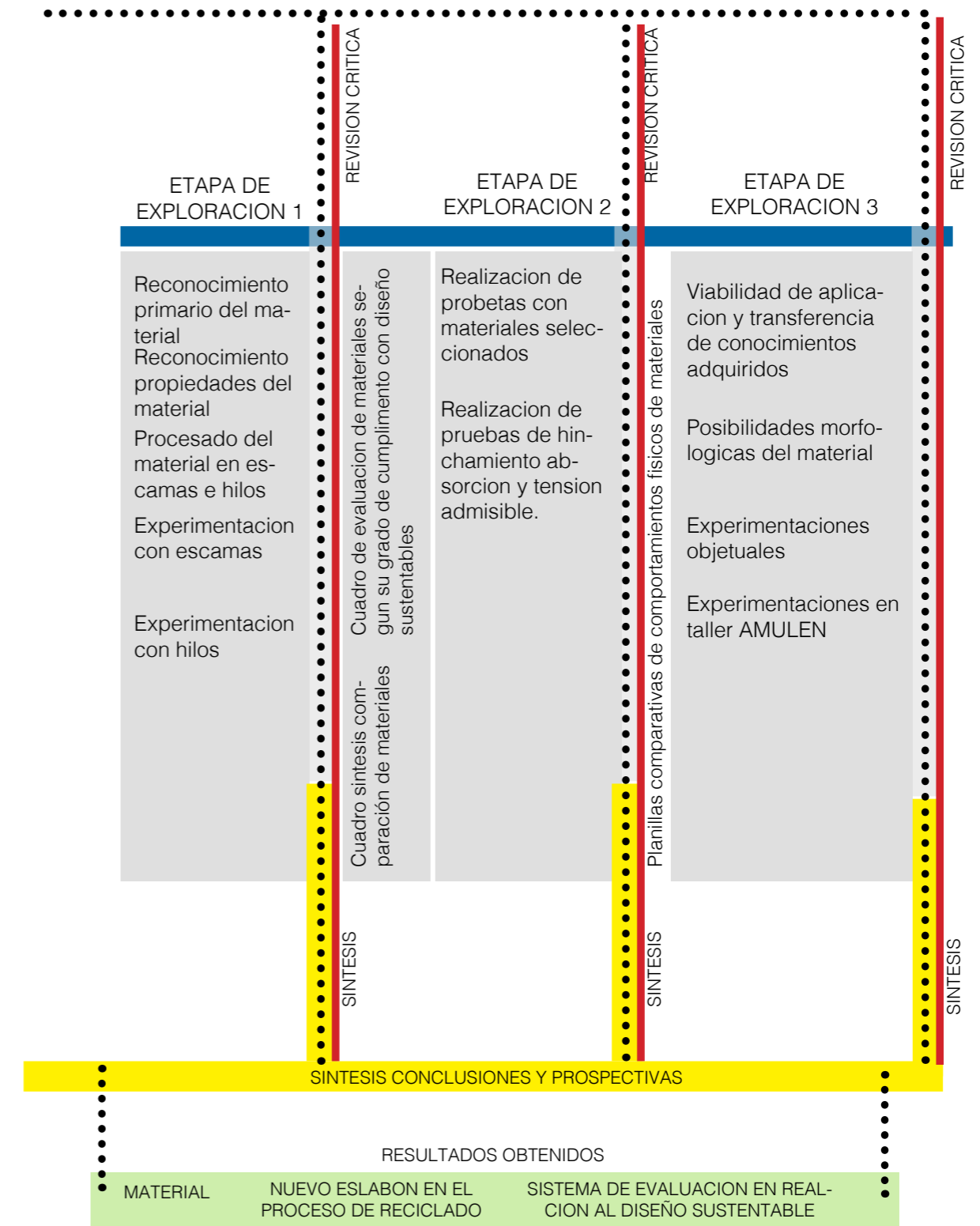
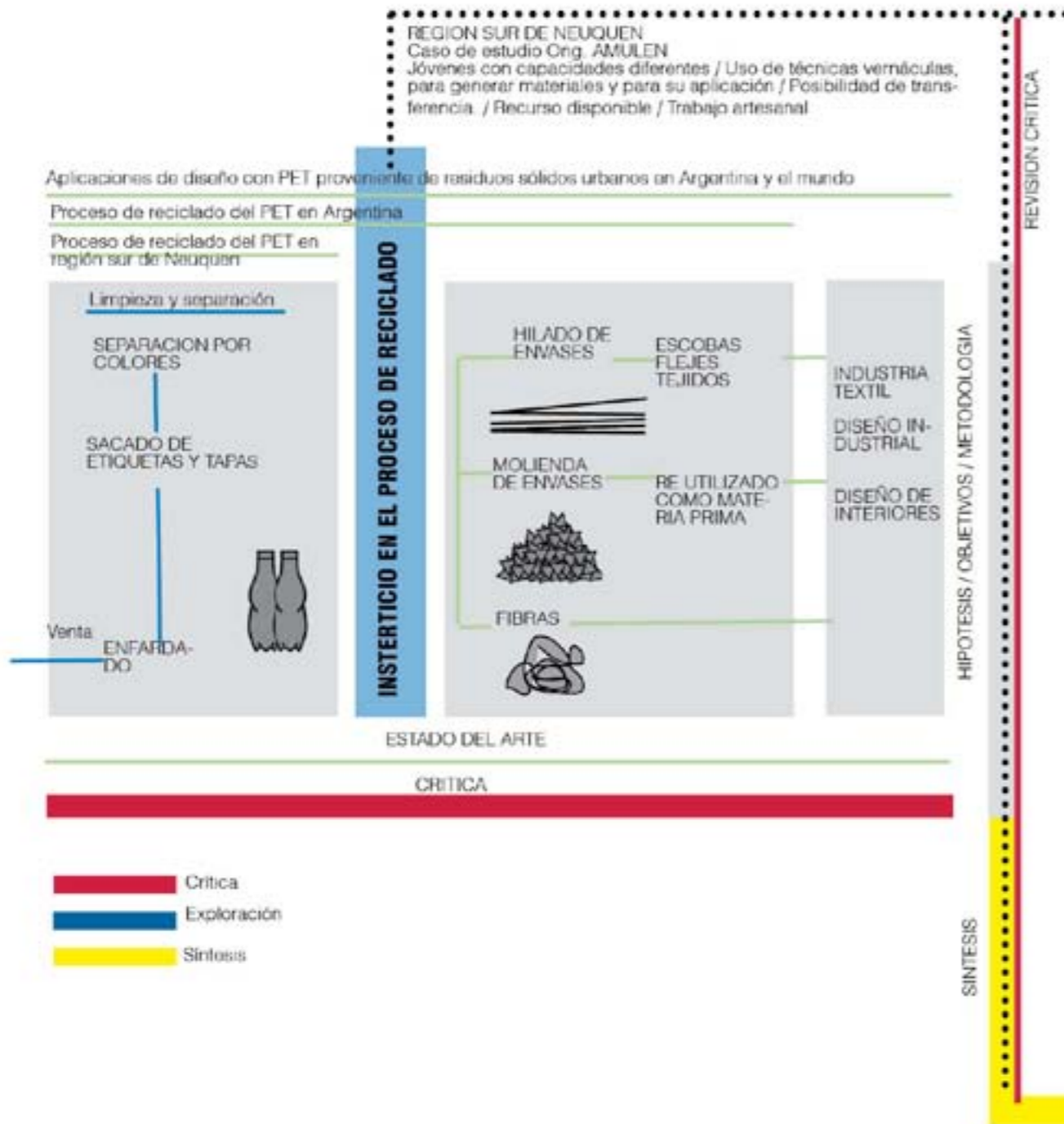
absorción, realizadas en el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE).

#### Tercera etapa:

- Se experimentó con el material, verificando sus posibilidades morfológicas y la demanda de material que cada alternativa presenta.
- Se realizaron experimentaciones de viabilidad y transferencia del material disponible en la región de manera anual, en posibles aplicaciones y la cantidad de producción que podría realizarse.

Se estudió la viabilidad del proyecto a escala piloto, mediante un micro experimental en el taller productivo AMULEN verificando, la posibilidad de que el taller incorpore este nuevo rol del material al proceso de reciclado existente.

**CUADRO SINTESIS PROCESO METODOLOGICO**



Resultados  
proceso de  
exploración



## 6) RESULTADOS DEL PROCESO DE EXPLORACIÓN

### Primera etapa explorar desde las posibilidades compositivas de la materia.

Se experimentó con escamas de PET en combinación con diferentes ligantes (cemento, resina poliéster, resina uréica, yeso) y registro las posibilidades que este otorga. Las posibilidades de transformar el material PET proveniente de residuos sólidos urbanos en materia para la composición de nuevos materiales. Registro de las consecuencias observacionales y realización de conclusiones parciales de las propiedades elementales del PET y sus posibilidades, para ser aplicadas en una siguiente etapa de exploración

#### Micro exploratorio 01: Escamas de PET

Reconocimiento primario de la materia / materiales compuestos

#### Actividad N 01

#### Escamas de PET + resina poliéster

#### Método:

Se colocaron ambos componentes, (40 % de resina y 60 % de escamas de PET) en un recipiente luego se volcó sobre un molde impermeabilizado de yeso y se dejó fraguar durante 28 Hs. aproximadamente.

#### Resultados obtenidos

Se observa una placa rígida, que permite el paso de luz. la misma es expuesta a la



intemperie sin observarse modificaciones en la estructura de la misma. Se visualizan sus dos componentes.

#### Escamas de PET + resina ureica

#### Método:

Se realiza la mezcla de escamas de PET con resina uréica (70% Escamas de PET 30% resina uréica) la misma se vuelcan en un molde, y se deja fraguar aproximadamente 28 Hs.

#### Resultados obtenidos:

Se observa una placa compacta, la misma se desgrana al manipularla, debido a la dificultada de adherencia de las escamas entre si con la resina y a la ausencia de prensa y calor en el moldeo.



#### Escamas de PET + silicona de caucho

#### Método:

Se colocaron en un recipiente 50 % de escamas y 50 % de silicona de caucho, se procedió a realizar la mezcla y verterla en un molde, la misma se dejó fraguar durante 28 HS. aproximadamente.

#### Resultados obtenidos:

Luego de fraguada y moldeada la mezcla se observa una gran adherencia de las escamas de PET entre si, generando una placa homogénea, lisa, altamente flexible. La misma no permite el paso de la luz y no modifica su estructura al ser expuesta a la intemperie. Pueden visualizarse sus dos componentes, la silicona y las escamas de PET.



52

### Escamas de PET + látex líquido

#### Método:

Se realizó la mezcla de los componentes (40 % látex líquido 60% escamas de PET) luego se los volcó en un molde y se lo dejó fraguar sin prensar cercano a una fuente de calor.

#### Resultados obtenidos:

Al fraguar, se presenta como una placa de textura rugosa, altamente flexible, permite el paso de la luz y pueden percibirse sus dos componentes (escamas de PET + látex), conserva su estructura expuesta a la intemperie.



53





### Escamas de PET + cemento blanco

#### Método:

Se utilizaron las escamas de PET como agregado a mezcla cementicia, (30% cemento 10% agua, 20 % arena 40% escamas de PET) se mezclaron estos componentes en un recipiente y se los volcó a un molde dejándolos fraguar durante 24 Hs. aproximadamente.

#### Resultados obtenidos:

Al desmoldarlo, se presenta como una placa homogénea rígida, es opaca y no permite el paso de la luz. Resiste a la exposición a la intemperie.



### Escamas de PET + yeso

#### Método:

Se mezclaron escamas de PET con yeso (60% escamas de PET 40% yeso preparado), se colocaron en un molde, y se dejó fraguar durante 24 Hs. aproximadamente.

#### Resultados obtenidos:

Se presenta como un elemento homogéneo, opaco, rígido, el cual no permite el paso de la luz, se visualizan sus dos componentes. Y el mismo no presenta variaciones, en la intemperie, si una gran absorción de agua en períodos de lluvia



### Escamas de PET+ Calor de diferentes fuentes

#### Método:

Se colocaron escamas de PET en 5 recipientes y luego se los sometió a diferentes fuentes de calor:

Fuego directo: 10 segundos

Pistola de calor: 2 minutos

Horno 100 Grados centígrados aproximadamente: 15 minutos

Agua hirviendo: 27 minutos



### Calor externo Plancha/ Pistola de calor/ Horno



Escamas de PET sometidas a fuente de calor



Hilos de PET tensados con calor

**Resultados obtenidos:**

El PET sometido al calor, se modifica parcialmente sin llegar a fundirse, el mismo presenta una deformación leve y una rigidización generada por la contracción del material perdiendo su grado de flexibilidad y transparencia inicial, lo que lo hace un material más frágil a la flexión que en su estado inicial, el mismo no permite fundirse con otros materiales poliméricos, debido a sus diversas temperaturas de fusión, se torna dificultoso obteniendo materiales quemados en áreas donde los polímeros tienen una temperatura de fusión menor.

**Micro exploratorio 02: Hilos de PET**

**Actividad N 01**

**Elementos intervinientes:**

**PET + Calor de diferentes fuentes**

Pistola de calor: 10 minutos

Horno 100 grados centígrados aproximadamente: 3 minutos

Agua hirviendo: 5 minutos

Plancha de vapor: 12 segundos

**Método:**

El PET es cortado en placas de aproximadamente 100 x 50 mm. Se armo con tela en un caso y alambre en el otro. Luego se los plegó al medio y se los colocó en una placa metálica para moldearlo de forma plana. Se procedió a sumergirlo en agua hirviendo durante 3 minutos.

Los hilos de PET fueron cortados de aproximadamente 7 mm. De espesor y colocados en un recipiente con agua hirviendo durante 3 minutos

.....

La palca número 2 se la colocó entre papeles y se colocó una plancha a vapor durante dos segundos sobre ella.

.....

Hilos de PET fueron colocados sobre placas metálicas y dentro un horno durante 5 min. Y con pistola de calor durante 10 minutos aproximadamente tensándolo en uno de sus extremos.

**Resultados obtenidos:**

En el caso de las placas e hilos de PET sumergidos en agua hirviendo, el PET mantiene su forma plana, se deforma levemente, pero no se funde con los elementos colocados dentro de el, manteniendo su transparencia y flexibilidad.

Con el calor de la plancha a vapor, la placa se deforma, se flexiona manteniendo su flexibilidad y transparencia.

**P1 PLACAS DE PET + CALOR**



Hervido 100 grados centígrados Aprox.



Calor externo Plancha/ Pistola de calor/ Horno

A fuego directo, el hilo de PET se flexiona, en partes se funde, perdiendo su flexibilidad y adquiriendo una textura rugosa. Pierde su transparencia en las zonas de contacto con el fuego. El mismo se vuelve más rígido y se quiebra con facilidad. Sometidos a pistola de calor y horno, se torsiona, manteniendo su transparencia y flexibilidad. Se vuelve más rígido que en su estado inicial.



**P2 HILOS DE PET + CALOR**

**Actividad N 02**

**Combinación de hilos de PET con otros materiales**

**Método:**

Se cortaron hilos de PET de aproximadamente un cm. de espesor, se envolvió un alambre con el mismo y se fija con pistola de calor. En el caso del PET con el alambre, puede visualizarse ambos elementos y el PET actúa como elemento protector del alambre, amoldándose a las formas que esta adquiera.

En otro caso, Se colocó hilo de PET dentro de un envase de PAD (polietileno de alta densidad) y en otro de PS (Poli estireno) y se los introdujo dentro de un horno para fusionarlos con calor.

**Resultados obtenidos:**

En el caso de los hilos de PET +polietileno de alta densidad y PET +Poli estireno, el PET tiende a modificar su espesor pero no logra fundirse con los otros materiales, estos si se funden incorporando el PET por superposición.



P4 PET + ALAMBRE



P4 PET + POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

#### Actividad N 03

##### Hilos de PET + telar

###### Método:

Se cortan hilos de PET de aproximadamente 6 mm de espesor, este es tejido en un telar entrecruzándolo y conformando de esta manera una trama.

###### Resultados obtenidos:

La trama obtenida, se presenta muy resistente a la flexión, permeable a la luz y con posibilidad de conformar placas.



P1 PET ESTRUCTURA TEJIDA

#### Actividad N 04

##### Tejido en PET + resina poliéster

###### Elementos intervinientes:

Hilos de PET en trama 32 gr. (13% de PET)

Resina Poliéster 250 gr

###### Método:

Se realizo una placa de 12 cm X 24 cm. De PET entramado, luego se coloco en un molde y se volcó la resina poliéster de manera homogénea sobre este, se procedió a prensarla, secado durante 24 hs.

###### Resultados obtenidos:

Se observa una placa homogénea que contiene el tejido de hilos de PET, los cuales pueden actuar como elemento de refuerzo dentro de la resina poliéster, se observa exceso de resina, pudiendo reducirse la misma en un 30%.



**Elementos intervinientes:**

Hilos de PET en trama abierta 30 gr. (17% de PET)

Resina Poliéster 180 gr.

**Método:** Se realizó una placa de 24 cm X 48 cm, se colocaron hilos de PET, de manera entrecruzada en un molde ranurado, luego se procedió a rellenar las ranuras, que contienen los hilos de PET, fraguado durante 24 Hs.

**Resultados obtenidos:**

Se pudo observar que los hilos de PET actúan como nervios dentro de la resina poliéster, conformando una red, la misma se presenta muy frágil ante su manipulación a la flexión y el movimiento.

**Hilos de PET + Resina poliéster**

**Método:**

Hilos de PET de aproximadamente 6 mm. de espesor, son cortados de manera aleatoria, y colocados en un molde de chapa, en el cual se vierte la resina poliéster. (30 % hilos de PET + 70% resina poliéster) la misma se deja fraguar durante 48 Hs. aproximadamente.

**Resultados obtenidos:**

Se observa una placa homogénea donde los hilos de PET pueden visualizarse a través de la resina poliéster, permite el paso de la luz y resiste a su exposición a la intemperie.

Trama compuesta por Hilos de PET

*Exploración con polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables. Romina Mendaña*



**P2 HILOS DE PET + RESINA POLIÉSTER**



Hilos de PET + Resina Poliéster, su comportamiento frente a la luz natural.

### Hilos de PET + resina poliéster 3

#### Elementos intervinientes:

Hilos de PET de manera aleatoria 100 gr. (28 % de hilos de PET)

Resina Poliéster 350 gr.

Se realizó una placa de 24 cm X 48 cm. Colocando los hilos de PET de manera aleatoria y rellenando sus intersticios con arcilla, de manera de generar vacíos en la placa de Resina, luego se procedió a volcar resina poliéster sobre ellos de manera de cubrirlos y prensarlos, fraguado 24 Hs.

#### Resultados obtenidos:

Se observa una placa homogénea, que permite el paso de la luz, en la que se pueden observar los hilos de como elementos de refuerzo en la misma, se pudo deducir en esta actividad, que en este caso el uso del PET es mínimo.



## Micro exploratorio 03: CEVE

### PET sometido a calor + PET en combinación con otros materiales

#### Actividad N 01

##### Elementos intervinientes:

Hilos de PET 14grs. En cada prueba

Mufla a 200/225/ 250 grados

##### Método:

Se realizaron tres pruebas con Hilos de PET colocados en moldes y dentro de una mufla a diferentes temperaturas, entre 200 °C y 250 °C.

##### Resultados obtenidos:

En el primer caso se funden los hilos de PET conformando una placa homogénea, en su textura, manteniendo la transparencia del material, en el segundo caso, se conforma una pastilla homogénea en su textura y color.

El tercer caso se colocaron escamas de PET las cuales se fundieron, llegando a quemarse.



#### Actividad N 02

##### Elementos intervinientes:

Hilos de PET 60 gr.

Pistola de calor

##### Método:

Se colocaron hilos de PET en un molde y se procedió a calentarlos con pistola de calor.

##### Resultados obtenidos:

Los hilos de PET sometidos a pistola de calor, comienzan a contraerse y fundirse entre ellos, disminuyendo el volumen original y adquiriendo más rigidez que la inicial. El conjunto se percibe como una placa compacta, heterogénea en cuanto a su textura y su transparencia.



#### Actividad N 03

##### Hilos de PET 20 gr. + Resina poliéster 100 gr.

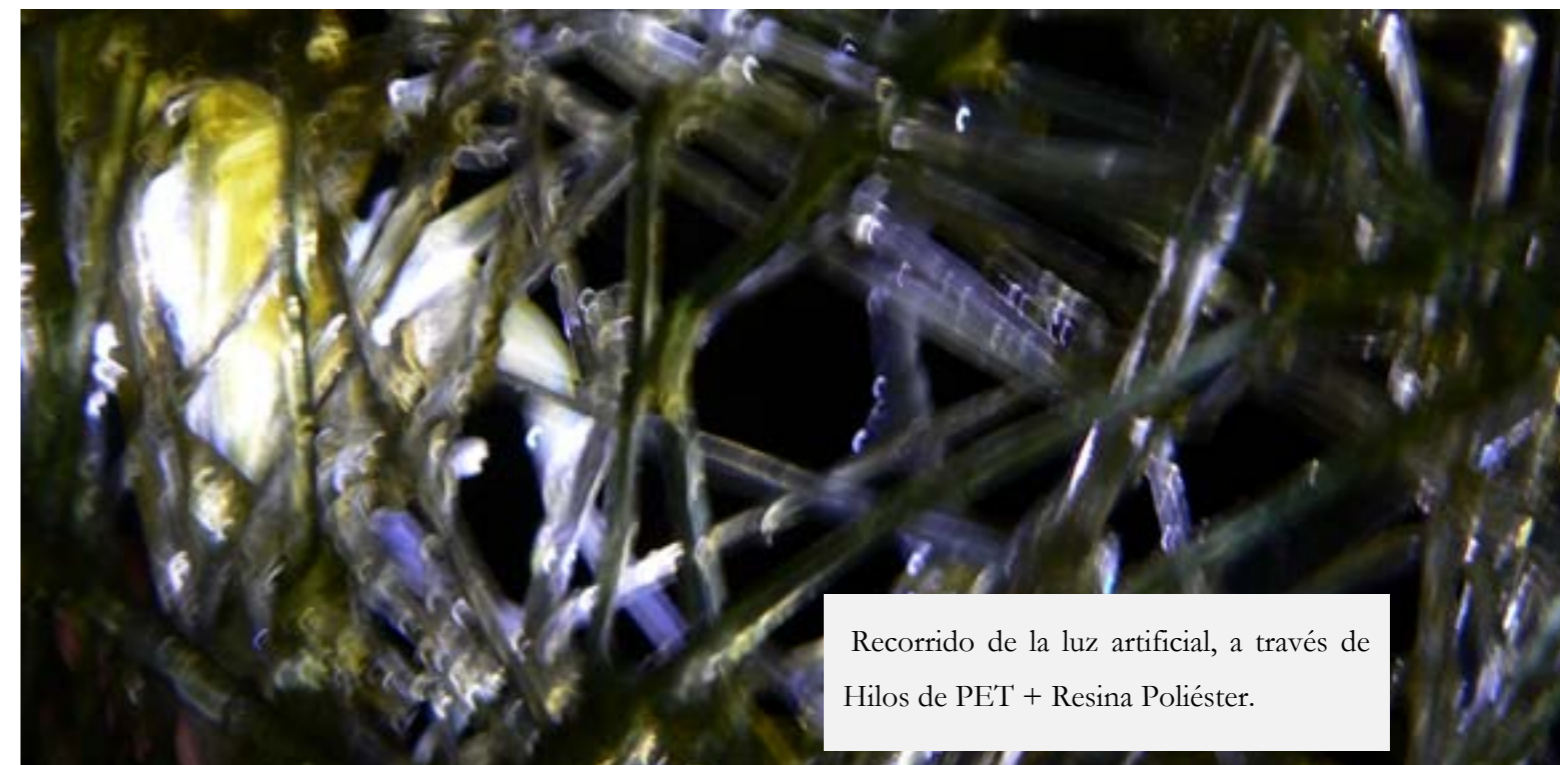
**Método:** Hilos de PET de aproximadamente 5 mm. de espesor, pre moldeados con pistola de calor, sobre una tabla que permitía tensarlos, realizando formas aleatorias con el hilo. Luego se colocaron en un molde de chapa y se volcó resina poliéster para unificarlos conformando una placa.

##### Resultados obtenidos:

El molde no era el apropiado, por esta razón la resina se filtró por las juntas del mismo, quedando los hilos vinculados por pequeñas cantidades de resina.



Con esto se encontró otra opción, de hilos de PET vinculados con resina formando redes, las mismas pueden conformar placas volúmenes, utilizando menos cantidad de resina poliéster que la propuesta en el comienzo de la actividad.



### Conclusiones preliminares micro exploratorio 1- 2-3

- El PET, tanto en escamas como en hilos sometido al calor menor a 230 grados centígrados, se modifica parcialmente sin llegar a fundirse.
- Presenta una deformación leve y una rigidización generada por la contracción del material perdiendo su grado de flexibilidad y transparencia inicial. Esto lo hace un material más frágil a la flexión que en su estado inicial.
- A 230 grados centígrados, se funde obteniendo un material compacto y rígido. Es fácilmente moldeable con calor, para fundirlo, se requiere de hornos especiales.
- No se funde con otros materiales como textiles u otros polímeros, debido a las diversas temperaturas de fusión, que estos presentan,
- Las escamas de PET en combinación con ligantes presentan un buen comportamiento: con resina poliéster, resina ureica y cemento se obtienen materiales rígidos con las cuales se conforman placas y volúmenes, son moldeables con facilidad.
- El caso de la resina ureica, la misma se desgrana con el transcurso del tiempo, requiriendo de un prensado mecánico para mejorar sus cualidades.
- En el caso de las escamas de PET en combinación con silicona de caucho y látex, conforman materiales, también plásticos, moldeables y sumamente flexibles.
- Reduce una etapa en el proceso de reciclado :no hace falta limpiar, sacar etiquetas ni tapas a la botella.
- Los hilos de PET presentan sus mejores cualidades de manera tejida: se pueden realizar placas de diversos tamaños y formas, con buena resistencia a la flexión.
- En el caso de hilos de PET en combinación con ligantes, como el látex no se puede obtener un material compuesto. En combinación con resina poliéster, se conforman materiales compuestos con el PET como elementos de refuerzo: en estos casos, el porcentaje de resina supera al de PET y el proceso de fabricación es más extenso en relación al trabajo con escamas. Este material es moldeable tanto en placas como en volúmenes.

Se desarrolló esta etapa de exploración en Taller AMULEN y en taller propio.

### Cuadros síntesis primera etapa de exploración:

En el **primer cuadro** se formuló una comparación de los ensayos realizados, en cuanto a sus propiedades perceptuales, las ventajas y desventajas de cada material en relación a su capacidad de conformar materiales aplicables al diseño de equipamiento.

El **segundo cuadro comparativo**, se confeccionó en base a la rueda estratégica DS4 (Rueda estratégica para el diseño de productos, Propuesta de las Naciones Unidas para el Medio ambiente 2007) Van Hemel (1998), (ver página 13.) con el objetivo de seleccionar los materiales más aptos y que mejor respondan al diseño sustentable en el proceso de generación de productos a incorporar en el proceso de reciclado existente en la región, teniendo en cuenta, el porcentaje de uso de PET, la capacidad de trabajarlos de manera artesanal y la economía de recursos materiales, como también el impacto ambiental de los materiales utilizados. Clasificándolos con un puntaje según su grado de cumplimiento con las pautas del diseño sustentable en óptimo (1), regular (2) y deficiente (3). Calificando cada material en relación a su comportamiento respecto a parámetros que respondan al diseño sustentable.

De esta manera se seleccionaron los materiales que generan un impacto bajo a medio y a su vez conforman materiales aplicables al diseño de equipamiento de manera artesanal, utilizando la mayor cantidad de PET posible.

Asesor químico en etapas de exploración: Dr. Ricardo Arguello

**Cuadro comparativo 1 : Síntesis primera etapa de exploración**

**ESCAMAS DE PET**

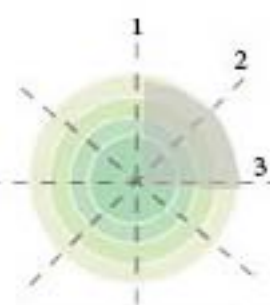
	Diferentes fuentes de calor	Latex	Resina Ureica	Cemento	Silicona de caucho	Resina poliéster
						
						
<b>Propiedades</b>	Opaco Textura rugosa Heterogeneo	Permite el paso de la luz Textura rugosa Heterogeneo Flexible	Opaco Textura rugosa Heterogeneo	Opaco Textura rugosa Heterogeneo Rigido	Opaco Textura rugosa Homogenea Flexible	Opaco Textura rugosa Homogeneo Rigido
<b>Ventajas</b>		Permite conformar estructuras flexibles en volúmenes o placas	Permite conformar estructuras elasticas moldeables	permite conformar estructuras rígidas y moldeables en volúmenes y placas	Forma estructuras flexibles permitiendo moldearlas en volúmenes y placas	Estructuras rígidas y moldeables. Posterior a su fraguado, las estructuras son compactas y livianas. Permitiendo conformar volúmenes y placas
<b>Desventajas</b>	Las escamas de PET sometidas a calor directo y en agua caliente, no logran fusionarse ni conformar estructuras	No presenta desventajas en relación a su posibilidad de ser aplicado a equipamientos	Se desgrana al tacto y tiene baja resistencia a la compresión dificultando su uso en equipamientos	No presenta desventajas en relación a su posibilidad de ser aplicado a equipamientos	Es un ligante costoso en comparación con otros con características similares como el latex.	No presenta desventajas en relación a su posibilidad de ser aplicado a equipamientos

**HILOS DE PET**

	Tejidos	Tejidos + Resina poliéster	Resina poliéster	Diferentes fuentes de calor	
					
					
					
<b>Propiedades</b>	Permeable Rugoso Flexible	Translucido Textura lisa Homogeneo Rigido	Translucido Textura rugosa Rigido	Permeable Textura rugosa Elastica	Opaco Textura Lisa Homogeneo Rigido
<b>Ventajas</b>	Permite conformar placas con alta resistencia a la flexion	Buena resistencia a la flexion, puede servir de estructura de refuerzo en plasticos reforzados conformando un material compuesto, adaptable a diversas morfologias	Permite adaptarse a diversas formas, trabajando como estructura de refuerzo en resina poliéster	En esta tecnica los hilos de PET permiten conformar placas de diversos tamaños y tramas	El PET sometido a una temperatura de 250 C comienza a fusionarse posibilitando ser moldeado de diversas maneras
<b>Desventajas</b>	Cubre superficies limitadas Debe ser combinada con otras estructuras de refuerzo	No presenta desventajas en relación a su posibilidad de ser aplicado a equipamientos Requiere muchos pasos de trabajo	la cantidad de PET a utilizar es muy poca en relación a la cantidad de resina poliéster a utilizar en esta tecnica	Es una tecnica que requiere mucho trabajo, es difícil su moldeo y prensado	Se requiere de hornos especiales para poder realizar esta tecnica Se pueden conformar placas pequeñas Tiene poca resistencia a la flexion

Cuadro comparativo 2 : Evaluación de materiales

**ESCAMAS DE PET**



	Diferentes fuentes de calor	Latex	Resina Ureica	Cemento	Silicona de caucho
Porcentaje de uso de PET	2	2	2	3	3
Economía de recursos materiales	2	2	2	2	2
Materiales limpios	2	2	2	1	2
Materiales renovables	2	2	2	2	2
Menor contenido energético en materiales	2	2	2	2	2
Materiales reciclados	2	2	2	2	2
Materiales reciclables	2	2	2	2	2
Materiales con impacto social positivo	2	2	2	2	2
Reducción de peso	2	2	2	2	2
Reducción de volumen a transportar	2	2	2	2	2

**HILOS DE PET**

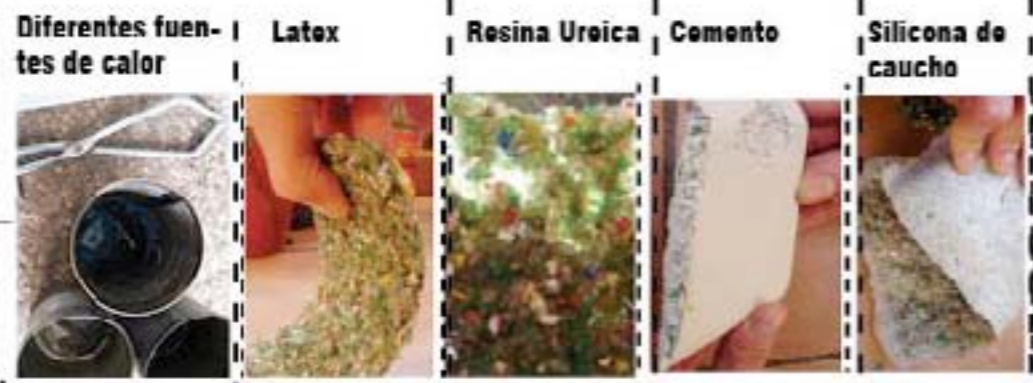
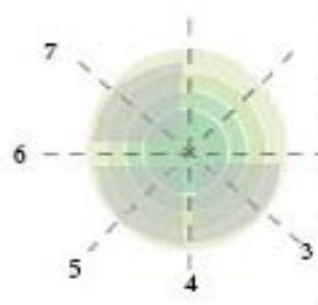


	Resina poliester tejidos	Tejidos + Resina poliester	Resina poliester	Diferentes fuentes de calor
Porcentaje de uso de PET	2	3	3	2
Economía de recursos materiales	2	3	3	2
Materiales limpios	2	3	3	2
Materiales renovables	2	2	2	2
Menor contenido energético en materiales	2	2	2	2
Materiales reciclados	2	2	2	2
Materiales reciclables	2	2	2	2
Materiales con impacto social positivo	2	2	2	2
Reducción de peso	2	2	2	2
Reducción de volumen a transportar	2	2	2	2

Referencias

- 1 Cumplimiento Optimo
- 2 Cumplimiento Regular
- 3 Cumplimiento Deficiente

### ESCAMAS DE PET



	Diferentes fuentes de calor	Latex	Resina Ureica	Cemento	Silicona de caucho	
<b>Técnicas para optimizar la producción</b>	Técnicas alternativas de producción	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	Menos pasos de producción	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange
	Menos desechos de producción	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Menos combustibles o mas limpios	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Seguridad y limpieza en el lugar de trabajo	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Optimización de vida útil inicial</b>	Confiable y durabilidad	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow
	Facil mantenimiento y reparación	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	Involucra mantenimiento y sistema de servicios locales	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Optimización del sistema de vida</b>	Reutilización del producto	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Reciclaje de materiales	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	28	28	27	28	28	

### HILOS DE PET



	Resina poliester tejidos	Tejidos + Resina poliester	Resina poliester	Diferentes fuentes de calor				
<b>Técnicas para optimizar la producción</b>	Técnicas alternativas de producción	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Red		
	Menos pasos de producción	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Orange
	Menos desechos de producción	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
	Menos combustibles o mas limpios	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Orange
	Seguridad y limpieza en el lugar de trabajo	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow
<b>Optimización de vida útil inicial</b>	Confiable y durabilidad	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Red
	Facil mantenimiento y reparación	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange
	Involucra mantenimiento y sistema de servicios locales	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
<b>Optimización del sistema de vida</b>	Reutilización del producto	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Yellow
	Reciclaje de materiales	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow
	27	26	35	34	31	28	29	

## Segunda etapa caracterización de materiales. realización de probetas, ensayos físicos y mecánicos

Se seleccionaron los materiales que mejor desempeño presentaron. En los cuadros de selección y comparación en relación al diseño sustentable y los que más ventajas presentaron en cuanto a su rapidez y facilidad para ser procesados, aplicados a productos e insertarlos en el proceso de reciclado existente en la región.

### Escamas de PET + Resina poliéster

#### Elementos intervinientes:

Escamas de PET 455 gr.

Resina Poliéster 150 gr. (30%)

#### Método:

Escamas de PET en combinación con ligantes: se realizaron mezclas con escamas de PET y resina ureica, resina poliéster y látex, las mismas se colocaron en moldes de 12 cm. X 24 cm., se prensaron con el peso de ladrillos de hierro de aproximadamente 10 Kg. cada uno.

Una vez fraguada la mezcla se procedió a realizar ensayos de tensión, capacidad de absorber agua y cambio de volumen de las probetas.

Se realizó una placa de 12 cm X 24 cm., la misma fue fraccionada en 6 probetas de 4 cm. x 8 cm. aproximadamente.

Tres probetas fueron sometidas a pruebas de tensión y tres a pruebas de absorción (capacidad de absorber agua) e hinchamiento (cambio de volumen de la probeta).

Posterior a las pruebas se realizó la comparación y promedio de datos obtenidos.

### Escamas de PET +Resina ureica

Se realizó una placa de 12 cm X 24 cm. La misma fue fraccionada en 6 probetas de 4 cm. X 8 cm Aproximadamente.

Tres probetas fueron sometidas pruebas de tensión y tres a pruebas de hinchamiento y absorción.

Posterior a las pruebas se realizó la comparación y promedio de datos obtenidos.



### Escamas de PET + Látex líquido

Se realizó una placa de 12 cm. x 24 cm. la misma fue fraccionada en 6 probetas de 4 cm. x 8 cm aproximadamente.

Tres probetas fueron sometidas a pruebas de hinchamiento y absorción.

### Escamas de PET + cemento

#### Elementos intervinientes:

Escamas de PET 500gr.

Arena 150 gr.

Cemento 195 gr. (30%)

Agua 200 gr.

**Método:**

Se mezclaron todos los componentes, volcándolos en una placa de 12 cm. x 24 cm. con desmoldante. La misma fue fraccionada en 6 probetas de 4 cm. x 8 cm. aproximadamente. Pasados 28 días tres probetas fueron sometidas a pruebas de hinchamiento y absorción.



**Resultados obtenidos: sistematización de datos y realización de gráficos de las pruebas físicas y mecánicas realizadas.**

Se confeccionaron planillas con los datos iniciales de cada probeta, su hinchamiento y absorción en contacto con el agua, durante dos y veinticuatro horas. La primera planilla se presenta con todos los datos para poder comparar fácilmente los cuatro materiales probados. Luego se procedió a realizar gráficos comparativos para visualizar de manera rápida y fácil la información obtenida.

Con este mismo método se realizaron pruebas de compresión con probetas de resina ureica y resina poliéster.



Medición y peso de probetas

Caracterización de probetas con escamas de PET : Hinchamiento y absorción a las 2 y 24 Hs.

E1 Resina Poliester	a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.
E1a	3,95	cm	7,88	cm	3,15	cm	98,047	cm3	54	gr.	0,551	gr/cm3
E1b	3,81	cm	7,79	cm	3,1	cm	92,008	cm3	54	gr.	0,587	gr/cm3
E1c	3,9	cm	7,9	cm	3	cm	92,430	cm3	59	gr.	0,638	gr/cm3
PROMEDIOS											0,592	gr/cm3

E2 Resina Ureica	a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.
E2a	3,89	cm	7,7	cm	2,8	cm	83,868	cm3	42	gr.	0,501	gr/cm3
E2b	3,85	cm	7,8	cm	2,95	cm	88,589	cm3	46	gr.	0,519	gr/cm3
E2c	3,9	cm	7,8	cm	3,05	cm	92,781	cm3	50	gr.	0,539	gr/cm3
PROMEDIOS											0,520	gr/cm3

E3 Latex	a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.
E3a	4	cm	8,5	cm	3,2	cm	108,800	cm3	55	gr.	0,506	gr/cm3
E3b	4,4	cm	8,2	cm	3,3	cm	119,064	cm3	63	gr.	0,529	gr/cm3
E3c	4,1	cm	8,5	cm	3,2	cm	111,520	cm3	60	gr.	0,538	gr/cm3
PROMEDIOS											0,524	gr/cm3

E4 Cemento	a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.
E4a	4,5	cm	8	cm	2,9	cm	104,400	cm3	95	gr.	0,910	gr/cm3
E4b	4,9	cm	7,9	cm	3,2	cm	123,872	cm3	105	gr.	0,848	gr/cm3
E4c	4,5	cm	8,3	cm	2,7	cm	100,845	cm3	83	gr.	0,823	gr/cm3
PROMEDIOS											0,860	gr/cm3

Hinchamiento y absorción a 2Hs.

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		2HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E1a	3,95	cm	7,880	cm	3,150	cm	98,047	cm3	71	gr.	0,724	gr/cm3		
E1b	3,810	cm	7,800	cm	3,150	cm	93,612	cm3	71	gr.	0,758	gr/cm3		
E1c	3,900	cm	7,900	cm	3,100	cm	95,511	cm3	79	gr.	0,827	gr/cm3		

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		2HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E2a	3,89	cm	7,75	cm	2,9	cm	87,428	cm3	61	gr.	0,698	gr/cm3		
E2b	3,85	cm	7,8	cm	2,95	cm	88,589	cm3	62	gr.	0,700	gr/cm3		
E2c	3,9	cm	7,8	cm	3,05	cm	92,781	cm3	72	gr.	0,776	gr/cm3		

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		2HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E3a	4	cm	8,5	cm	3,2	cm	108,800	cm3	80	gr.	0,735	gr/cm3		
E3b	4,5	cm	8,4	cm	3,4	cm	128,520	cm3	92	gr.	0,716	gr/cm3		
E3c	4,1	cm	8,5	cm	3,2	cm	111,520	cm3	92	gr.	0,825	gr/cm3		

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		2HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E4a	4,5	cm	8	cm	2,9	cm	104,400	cm3	124	gr.	1,188	gr/cm3		
E4b	4,9	cm	8	cm	3,2	cm	125,440	cm3	140	gr.	1,116	gr/cm3		
E4c	4,5	cm	8,6	cm	2,7	cm	104,490	cm3	108	gr.	1,034	gr/cm3		

ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	
33,333	%	0,254	%	31,481	%	2 horas	0,000	%
31,481	%	4,147	%	31,481	%		1,743	%
33,898	%	24hs	3,333	%	24hs		3,333	%
32,904	%	24hs	2,578	%	24hs		1,692	%

ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	
47,619	%	5,800	%	45,238	%	2 horas	4,244	%
43,478	%	1,356	%	34,783	%		0,000	%
44,000	%	24hs	1,157	%	24hs		0,000	%
45,032	%	24hs	2,771	%	24hs		1,415	%

ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	
47,273	%	8,906	%	45,455	%	2 horas	0,000	%
55,556	%	11,014	%	46,032	%		7,942	%
53,333	%	24hs	9,045	%	24hs		0,000	%
52,054	%	24hs	9,655	%	24hs		2,647	%

ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	ABSORCION	unid.	HINCHAMIENTO	unid.	
37,895	%	3,448	%	30,526	%	2 horas	0,000	%
37,143	%	5,736	%	33,333	%		1,266	%
37,349	%	24hs	15,127	%	24hs		3,614	%
37,462	%	24hs	8,104	%	24hs		1,627	%

Hinchamiento y absorción 24 Hs.

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		24HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E1a	3,95	cm	7,9	cm	3,15	cm	98,296	cm3	72	gr.	0,732	gr/cm3		
E1b	3,9	cm	7,8	cm	3,15	cm	95,823	cm3	71	gr.	0,741	gr/cm3		
E1c	3,9	cm	7,9	cm	3,1	cm	95,511	cm3	79	gr.	0,827	gr/cm3		

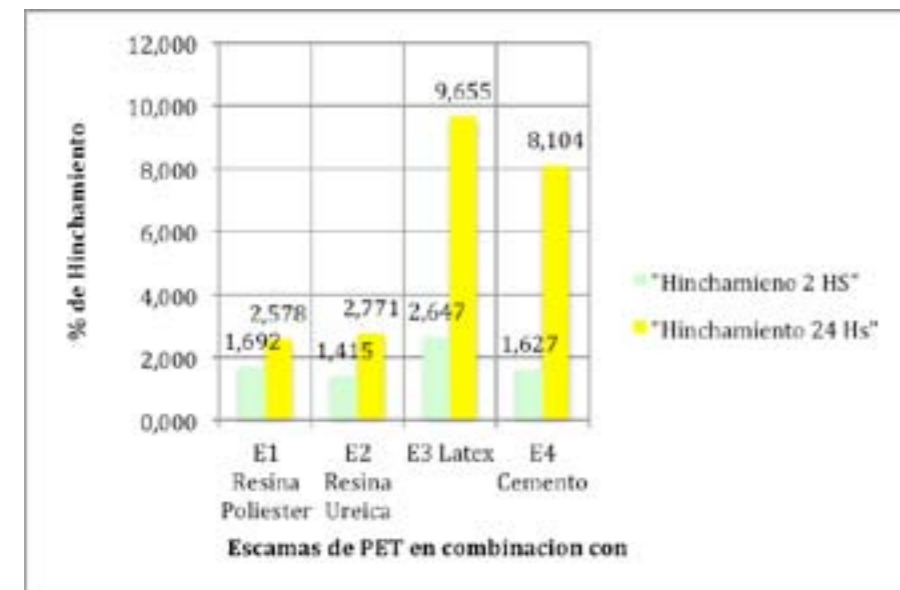
HINCHAMIENTO												ABSOSCION		24HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E2a	3,95	cm	7,8	cm	2,88	cm	88,733	cm3	62	gr.	0,699	gr/cm3		
E2b	3,85	cm	7,8	cm	2,99	cm	89,790	cm3	66	gr.	0,735	gr/cm3		
E2c	3,92	cm	7,85	cm	3,05	cm	93,855	cm3	72	gr.	0,767	gr/cm3		

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		24HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E3a	4,1	cm	8,5	cm	3,4	cm	118,490	cm3	81	gr.	0,684	gr/cm3		
E3b	4,55	cm	8,3	cm	3,5	cm	132,178	cm3	98	gr.	0,741	gr/cm3		
E3c	4,31	cm	8,55	cm	3,3	cm	121,607	cm3	92	gr.	0,757	gr/cm3		

HINCHAMIENTO												ABSOSCION		24HS
a	unid.	l	unid.	e	unid.	volumen	unid.	peso	unid.	PESO ESPECIFICO	unid.			
E4a	4,5	cm	8	cm	3	cm	108,000	cm3	131	gr.	1,213	gr/cm3		
E4b	4,9	cm	8,1	cm	3,3	cm	130,977	cm3	144	gr.	1,099	gr/cm3		
E4c	4,5	cm	8,6	cm	3	cm	116,100	cm3	114	gr.	0,982	gr/cm3		



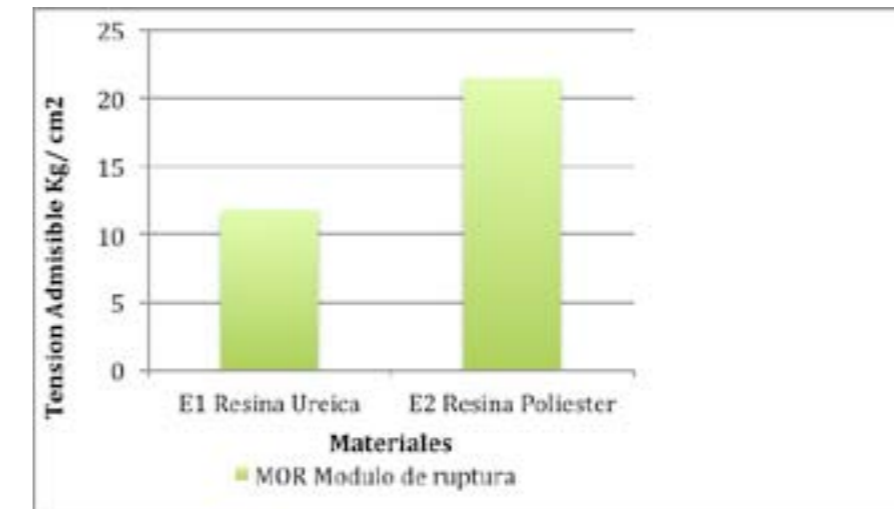
Gráficos comparativos de densidad, hinchamiento y absorción



E1 Resina Ureica							
	a	unid.	l	unid.	e	unid.	Superficie
E1a	3,86	cm	7,84	cm	3,12	cm	12,0432
E1b	4,01	cm	8,37	cm	2,91	cm	11,6691
E1c	3,92	cm	8,16	cm	3	cm	11,76

E2 Resina Poliester							
	a	unid.	l	unid.	e	unid.	Superficie
E2a	4,05	cm	7,9	cm	3,24	cm	13,122
E2b	4,02	cm	7,96	cm	3,25	cm	13,065
E2c	3,94	cm	7,96	cm	3,28	cm	12,9232

Gráficos comparativos de tensión admisible



unid.	volumen	unid.	Carga de maxima tension	unid.	Tension Admisible	unid.
cm2	94,419	cm3	180	Kgr.	14,9461937	kgr/cm2
cm2	97,67	cm3	160	Kgr.	13,7114259	kgr/cm2
cm2	95,962	cm3	80	Kgr.	6,802721088	Kgr/cm2
PROMEDIOS					11,82011356	kgr/cm2

unid.	volumen	unid.	Carga de maxima tension	unid.	Tension Admisible	unid.
cm2	103,66	cm3	254	kgr.	19,35680537	Kgr/cm2
cm2	104	cm3	300	kgr.	22,96211251	Kgr/cm2
cm2	102,87	cm3	284	kgr.	21,97598118	Kgr/cm2
PROMEDIOS					21,43163302	kgr/cm2

## **Conclusiones preliminares**

- Las escamas de PET en combinación con resina poliéster son las que mejores cualidades presentan en relación a la absorción de agua e hinchamiento en promedio entre 2 y 24 Hs en comparación con las otras mezclas.
- Las mezclas con resina ureica presentan buen comportamiento frente al hinchamiento, en comparación a las mezclas con cemento y látex, pero más deficiente que las mezclas con resina poliéster. Tienen un alto grado de absorción de agua indicando que necesitaría un tratamiento especial en este aspecto. Presentan una baja densidad.
- Las mezclas con cemento son las que demuestran tener más densidad. Tienen una absorción de agua menor que las mezclas con resina ureica en promedio entre 2 y 24 hs. pero un gran hinchamiento entre 2 y 24 hs. Esto indica que este material necesitaría un tratamiento de protección, utilizado en áreas con humedad o agua.
- Las escamas de PET en combinación con látex son las que más porcentajes de absorción de agua e hinchamiento en contacto con ella presentan en 2 y 24 hs. Con una baja densidad, es el material más liviano de las pruebas realizadas. Este debe ser aplicado en áreas con baja humedad.
- En cuanto a la tensión admisible, las mezclas con resina poliéster conforman un material más rígido en comparación con las mezclas con resina ureica que conforman materiales más flexibles.
- Las escamas de PET en combinación con resina poliéster presenta cualidades óptimas para su aplicación en equipamiento tanto en interiores como en exteriores: posee una densidad media, un bajo porcentaje de absorción e hinchamiento y buen comportamiento frente a cargas de ruptura. Responde con dificultad a fuertes impactos por tratarse de un material rígido.

## **Tercera etapa viabilidad de aplicación y transferencia del conocimiento y experiencias adquiridos**

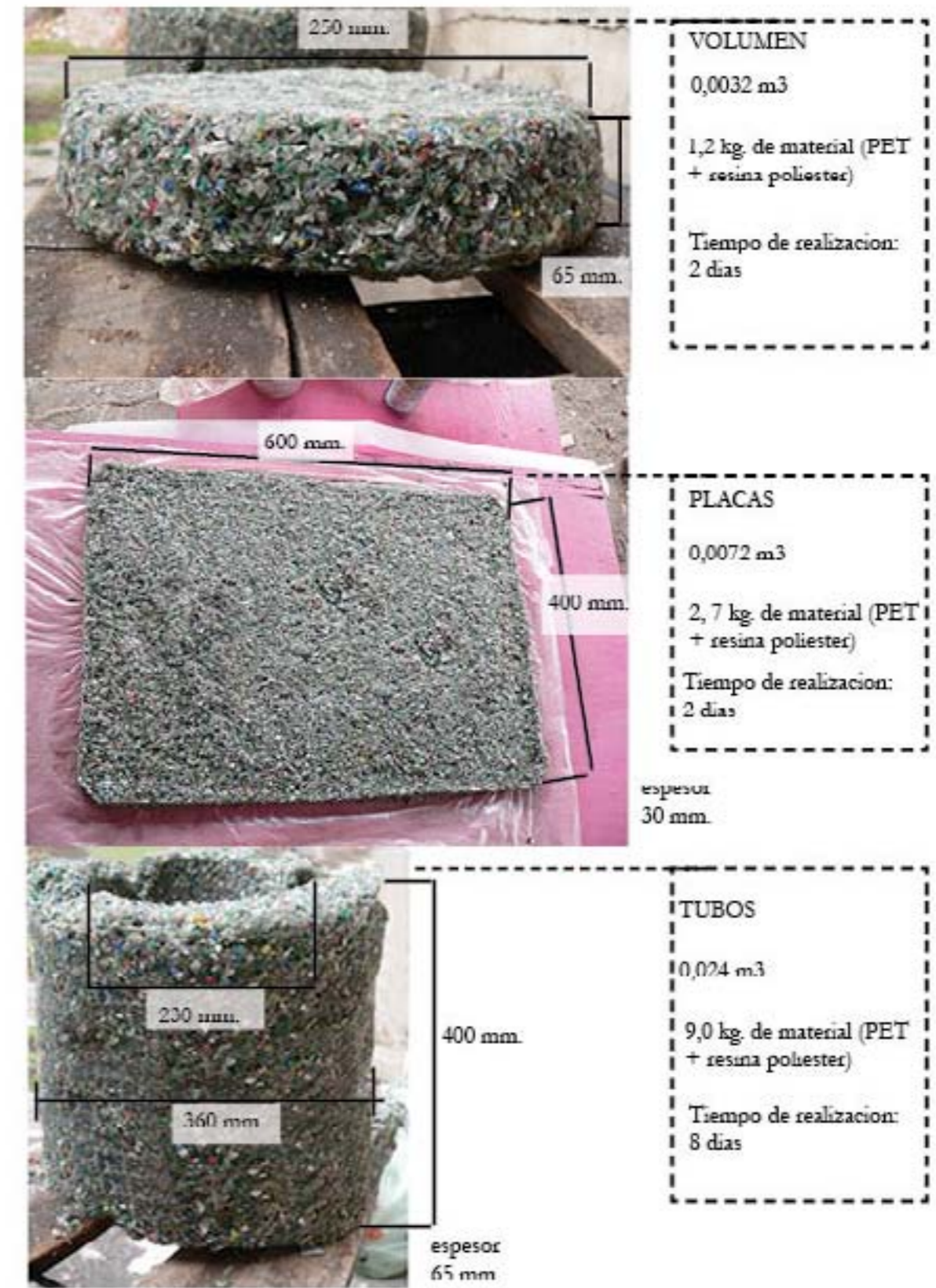
Las mezclas con escamas de PET son las que presentan menos pasos para su producción debido a que no requieren lavado, separación ni limpieza del material, ni mano de obra especializada para realizar las mezclas, por lo tanto, responden a un proceso simplificado.

Las escamas de PET en combinación con resina poliéster, es el material que mejor se adapta a la búsqueda de la combinación materia, material, técnicas simples, reducción de pasos de producción, tecnologías simples, diseño sustentable, posibilidades morfológicas, cualidades físicas y mecánicas, abriendo posibilidades de aplicaciones innovadoras en el formato del material, y una nueva aplicación del mismo en la región.

En esta etapa se experimentó con las escamas de PET en combinación con resina poliéster, moldeando el material, en diferentes formatos, por tratarse de un material sumamente plástico. Se experimentó verificando las diferentes posibilidades y alternativas que este presenta.



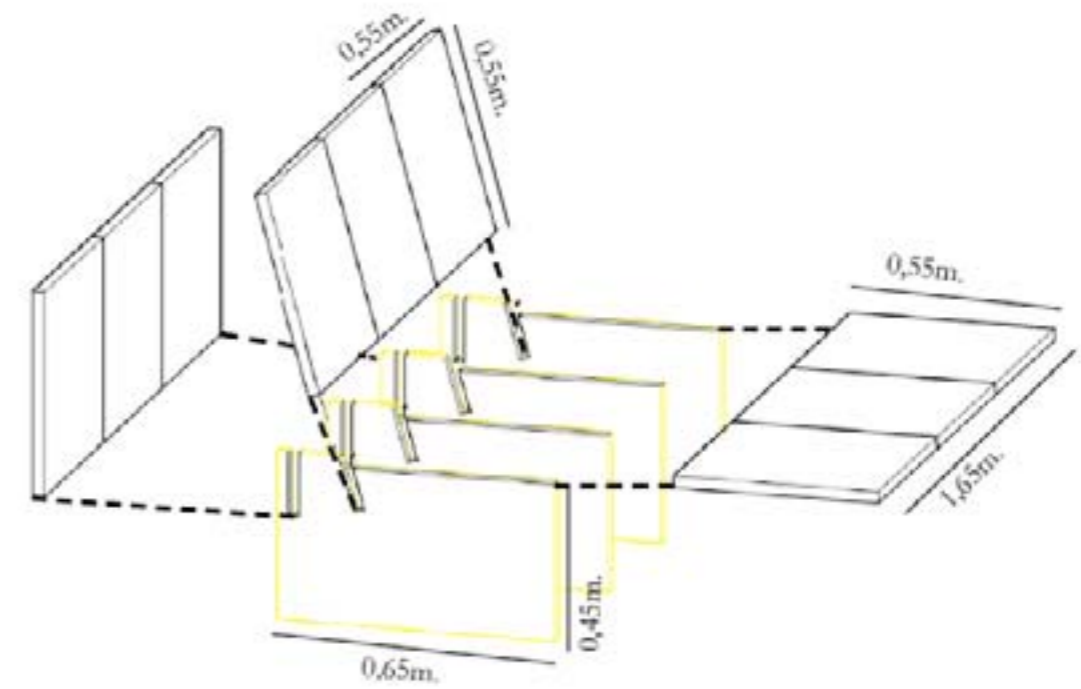
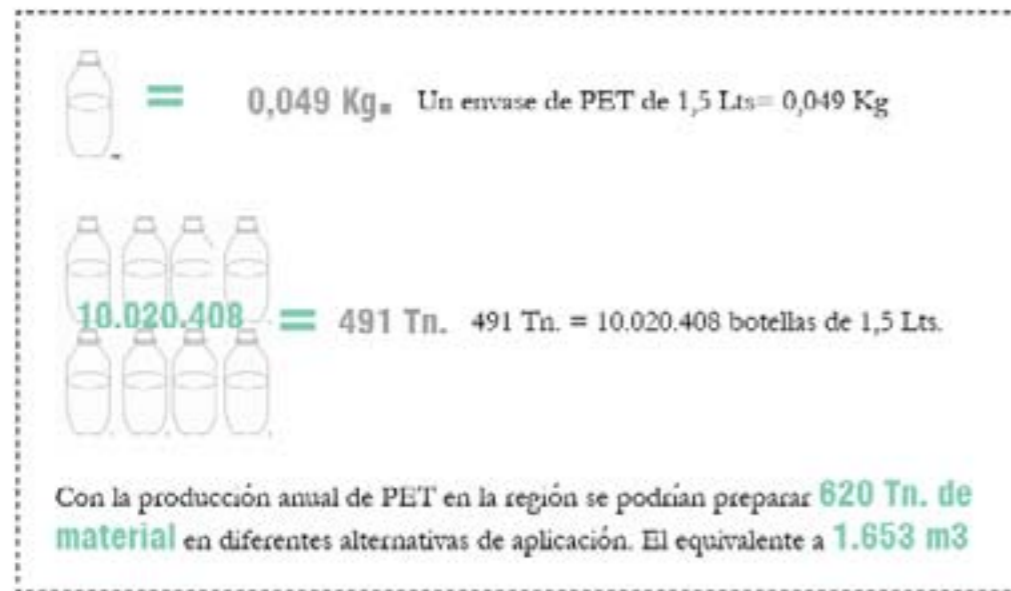
Ensayos con escamas de PET + resina poliéster en diferentes estructuras: placas, volúmenes y tubos.

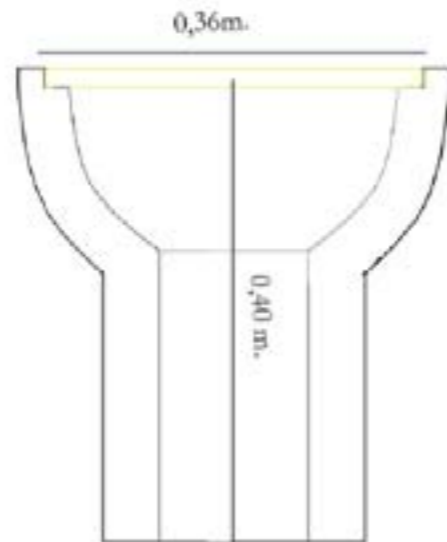
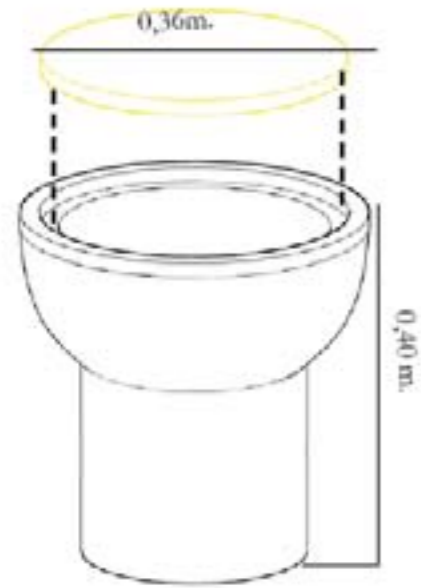


El material (escamas de PET +resina poliéster) ofrece alternativas heterogéneas de aplicación, por tratarse de un material plástico – moldeable. Este insume diferente tiempo y complejidad de trabajo, según la estructura que se conforme. Permite, de esta manera, conformar productos o elementos componentes de productos, con características de durabilidad, adaptable a interiores y exteriores, debido a que se trata de un material inerte. Soporta condiciones de humedad, temperaturas entre -8 y 35 grados centígrados aproximadamente.

Esto abre la posibilidad de exploración en diversos objetos moldeados con escamas de PET + resina, aplicables a bancos o sillas de diversas morfologías.

Pueden realizarse: tablas para mesas, tanto de interiores o exteriores, paneles divisorio de ambientes, revestimientos, etc. Se realizaron exploraciones objetuales con el material como producto y como elemento componente de productos, teniendo en cuenta la cantidad de PET generado en la región (491 Ton. Anuales (GETINSA,IAPA, IATASA, 2007)

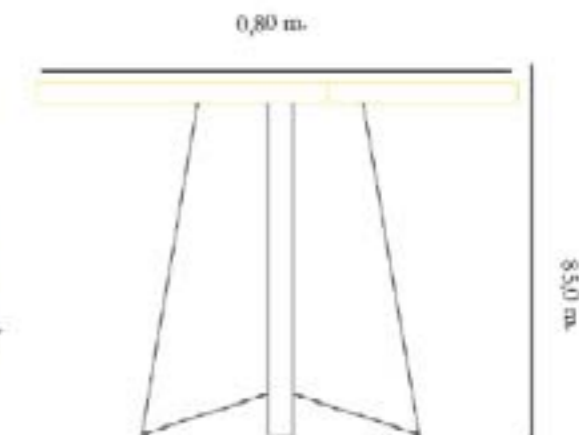
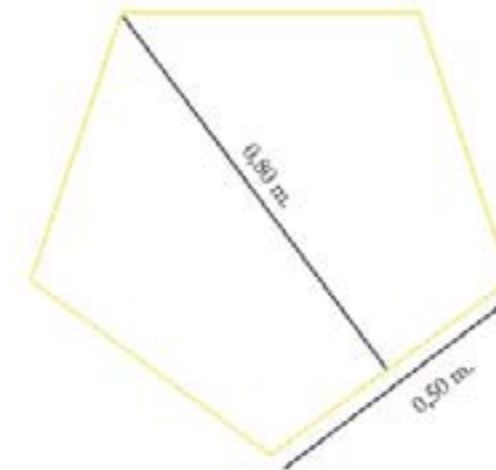




68.875 TABURETES  
0,36 m. d x 0,40 m. h=  
0,024 m<sup>3</sup> de material c/u.

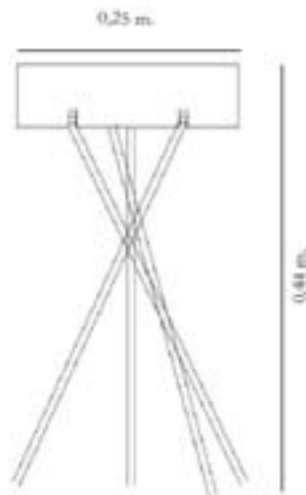


53.322 MESAS PENTAGONALES  
0,80 m. x lado x 0,03 m. espesor=  
0,030m<sup>3</sup> de material c/u.

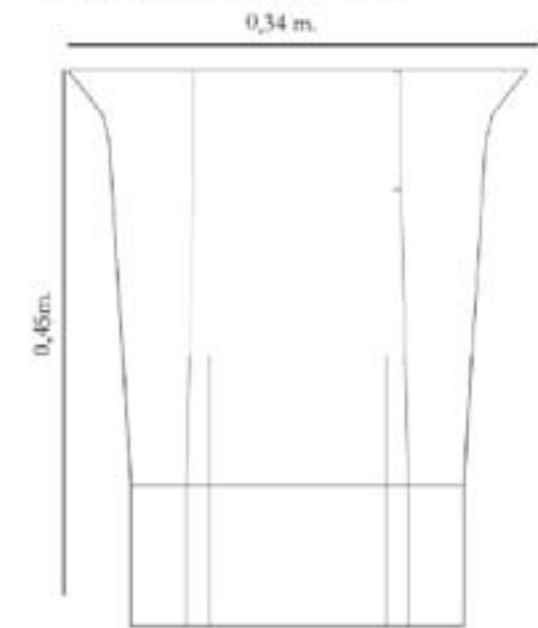
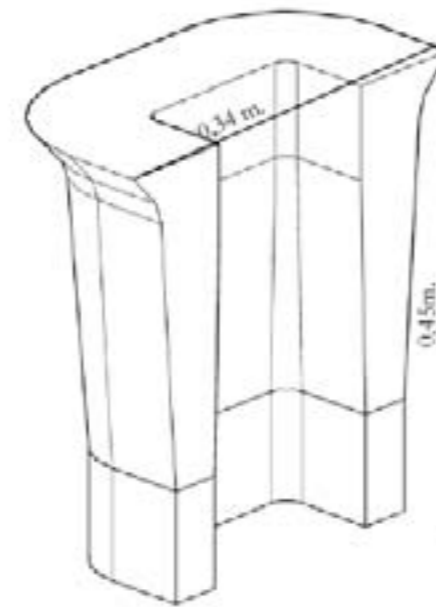




33.734 BANCOS  
0,25 m diam x 0,05 m.  
espesor =  
0,049 m<sup>3</sup> de material c/u.



34.437 BANCOS  
0,34 m. x 0,34 m. x 0,45 m.  
aprox =  
0,048 m<sup>3</sup> de material c/u.





98

55.099 m<sup>2</sup> PANELES DIVISORIOS O REVESTIMIENTOS  
Placas de 0,60 m. x 0,40 m. x 0,03 m. = 0,0072 m<sup>3</sup> de material  
c/u.



14.349 PARADAS DE COLECTIVOS O PUESTOS DE VENTAS

16 placas de 0,60 m. x 0,40 m. x 0,03 m. = 0,0072 m<sup>3</sup> de material o/u  
= 0,1152 m<sup>3</sup>





### Experiencia en Taller AMULEN- Junín de los Andes – Neuquén

La experiencia se realizó con los jóvenes que asisten al taller AMULEN donde se expuso el trabajo realizado y los posibles usos del PET, en conjunto con la directora se optó por experimentar con el formato de placas ya que es la que mejor se adapta para ser trabajada en este taller.

Los jóvenes demostraron interés, inquietudes, alto nivel de participación y entusiasmo en el taller. Se adaptaron al trabajo con el material sin dificultades, quedando abierta la posibilidad de incluirlo al trabajo que ellos desarrollan. Se abre, de esta manera, una alternativa más para la generación de productos que actualmente se desarrollan en el taller. Incorporando mano de obra local, artesanal y una alternativa más para la incorporación de los jóvenes en un entramado productivo, generando productos con valor agregado.

Se planteó la oportunidad de incorporar un taller semanal dedicado a la producción con el nuevo material en formato de placas y la posibilidad de incorporar posteriormente otras estructuras a medida que los jóvenes adquirieran experiencia con el uso del material.

### Algunas expresiones de los actores del proceso nos estimulan a continuar con la experiencia:

“...es interesante trabajar con el PET de esta forma pero debemos desarrollarlo más para que los jóvenes puedan adaptarse, en cuanto a el uso del material, las técnicas de moldeo y posibilidades de aplicar el material, vamos a empezar a trabajar con moldes simples.

Previamente debemos evaluar la posibilidad de desarrollar productos y gestionar un proyecto para la compra de una picadora de PET. Creemos que tiene mucho potencial y brinda nuevas alternativas a las personas a las que se nos hace difícil encontrarle una actividad acorde a sus capacidades en el taller...” Directora de taller Amulen M Rosa Teti.



Micro experimental en taller Amulen

También creemos en la sinergia que una nueva idea genera, impactando de manera positiva e incentivando a los participantes del taller Amulen a mejorar ideas, productos y procesos:

Publicación en Facebook del taller Amulen a un mes de realizar la experiencia.

Contribuciones y limitaciones



## 7) CONTRIBUCIONES Y LIMITACIONES

### En relación a la región:

El estudio se realizó sobre una ONG que es un caso significativo en la región, donde se pudo encontrar el recurso PET en conjunto con la necesidad de inserción de jóvenes en un entramado productivo.

No se evaluó la aplicación en otras ONGs que trabajen con jóvenes en condiciones diferentes, problemáticas sociales de diferentes índoles. Tampoco se verificó el trabajo con ONGs del mismo tipo en regiones diferentes.

Esta experiencia no se llevó a cabo con artesanos ni emprendedores. Se limitó el trabajo a la ONG Amulen, como caso de estudio quedando abierta la posibilidad de realizar esta investigación en ámbitos y grupo diferentes.

Se detectó que se generaron nuevas alternativas en la región: tanto en la concientización y uso de residuos como materia prima, reducción de volumen de residuos y generación de posibilidades laborales a partir de una nueva cadena de valor en el lugar, desde la recolección hasta la generación de productos.

Esta experiencia es aplicable a otras regiones y ámbitos como disparador de posibles fuentes de empleo, herramienta para reducir volúmenes de residuos y generación de productos regionales.

### En relación a la materia y el proceso

Se profundizó en el uso de las escamas de PET, ya que se reducen los pasos de producción y residuos, presentando condiciones óptimas para los usos que se requerían.

No se profundizó en el uso de hilos de PET, fibras y PET fluido quedando abierta la posibilidad de seguir experimentando con la materia en estos formatos verificando sus posibles usos y aplicaciones.

Se trabajó solo con el moldeo en volúmenes y placas del material y su aplicación en mobiliarios, debido a que se requerían técnicas simples, con bajos costos y que no requieran maquinaria especializada.

Fue necesario el trabajo de manera artesanal para poder adaptar su uso a la ONG Amulen. La experimentación puede ampliarse con diferentes formatos y técnicas de moldeo como también su aplicación en diferentes productos.

Esto abre la posibilidad de generar talleres de capacitación como también el desarrollo de **productos que sirvan como elementos de comunicación**, en relación a la sustentabilidad, el cuidado de recursos y el uso de residuos como materia prima para generar productos.

Se trabajó sobre un intersticio detectado en la etapa intermedia entre recolección / limpieza y envasado / venta de PET en el proceso de reciclado, en el que se planteó la experimentación con la materia ya que se consideró un punto clave en el proceso que se lleva a cabo en la región para mejorar el mismo y resolver diversas problemáticas.

Queda abierta la posibilidad de seguir experimentando dentro de otros puntos del proceso tanto con la materia, los productos, las técnicas, conceptos, entre otros para obtener nuevos resultados en procesos, materiales o productos.

### En relación a la sustentabilidad

Se evaluaron los materiales en relación al diseño sustentable con la rueda estratégica propuesta por C Van Hemel. Esta rueda es propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente como un método reconocido a nivel mundial para trabajar mejoras en relación al diseño sustentable.

Los materiales y productos realizados, pueden evaluarse con otras ruedas estratégicas para obtener críticas diferentes de los productos o procesos. Puede profundizarse, también, en diferentes puntos de la rueda estratégica utilizada.

Se trabajó con resina poliéster como ligante, debido a que el material confeccionado con esta, presentó mejores cualidades físico – mecánicas. A pesar de que esta emane gases tóxicos en su etapa de producción. Existe la posibilidad de experimentar con ligantes naturales.

Se abordaron, con este trabajo, las tres esferas de la sustentabilidad haciendo énfasis en la esfera social y ambiental, teniendo repercusiones sobre la esfera económica. Es posible de hacer énfasis en esta esfera o trabajarse, en otros aspectos de las esferas social y ambiental.

### En relación a la metodología

La experimentación, crítica y síntesis como herramientas en el proceso de investigación permiten, extraer en cada etapa la selección de elementos a seguir trabajando y nuevos planteos a resolver.

Puede profundizarse el uso de estas herramientas en el proceso de investigación y diseño para la generación de nuevas líneas de trabajo, como también su impacto en diferentes puntos o etapas de los procesos.

Puede evaluarse la utilización de estas herramientas en diferentes campos o investigaciones, regiones, materiales o disciplinas.

Se elaboraron cuadros de evaluación de productos y materiales en relación al diseño sustentable, basados en la rueda estratégica para el diseño sustentable PNUMA.

Se trata de una tabla de fácil aplicación que puede ser utilizada como herramienta de crítica y/o selección por parte de los productores. Esta, permite mejorar o evaluar los productos, materiales u otras elaboraciones en relación a su proceso y comportamiento en cuanto al diseño sustentable.



Conclusiones

## 8) CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS

### Conclusiones:

La complejidad se encuentra reflejada en esta Investigación a partir de una acción concreta en un proceso de diseño como es la experimentación con la materia, en un contexto específico.

Se disparan de manera simultánea acciones que impactan directamente en distintos ámbitos generando cambios en un sistema complejo: un entramado de actores, herramientas e instrumentos indisociable. En este punto una acción modifica las redes superpuesta entre recursos, región, actores, territorio y productos. Esto da como resultado nuevas herramientas, materiales y vínculos que permiten dar soluciones a problemáticas, abriendo un panorama de soluciones posibles a ser trabajadas en diferentes ámbitos, con una continua retroalimentación

La exploración como instrumento operativo en el proceso de diseño, permitió encontrar variables y alternativas al material PET proveniente de residuos sólidos urbanos. Esto posibilitó el uso del mismo en diferentes formatos, verificando sus cualidades y posibilidades. De allí surge la combinación de PET en escamas con resina poliéster obteniendo un nuevo material. Esto impacta de manera positiva y favorable en la cadena de reciclado en la región debido a que suma un eslabón a la misma, permitiendo obtener un nuevo producto para su venta y comercialización. A partir de esta acción, se desencadenan una serie de impactos favorables en la región:

### Generación de un nuevo material

- Las escamas de PET en combinación con ligantes presentan un buen comportamiento: con resina poliéster, resina ureica y cemento se obtienen materiales rígidos con las cuales se conforman placas y volúmenes, son moldeables con facilidad.
- Reduce una etapa en el proceso de reciclado: no hace falta limpiar, sacar etiquetas ni tapas a la botella.
- Las escamas de PET en combinación con resina poliéster presenta cualidades óptimas para su aplicación en equipamiento tanto en interiores como en exteriores: posee una densidad media, un bajo porcentaje de absorción e hinchamiento y buen comportamiento frente a cargas de ruptura. Responde con dificultad a fuertes impactos por tratarse de un material rígido.
- Facilita aplicaciones y combinaciones como producto o como elemento componente de productos. El material resultante es reciclable: moliéndolo nuevamente e incorporándolo en nuevas mezclas, conformando un circuito cerrado de producción.

- Responde a los parámetros de diseño sustentable, planteados por la PNUMA en diversos aspectos.

### Desarrollo sustentable:

- Aborda la esfera social, mediante la generación de herramientas y fuentes laborales, inclusión de jóvenes con capacidades diferentes en un entramado productivo.. Las **jornadas de trabajo en el taller AMULEN** permiten verificar la incorporación del material por parte de los jóvenes que participan del taller Amulen. La apropiación y utilización del mismo como una herramienta más de inserción de los jóvenes en la cadena productiva con este material.
- La esfera económica, a partir de generar valor agregado en un producto y en un material, mediante el diseño, nuevas aplicaciones y alternativas al material.
- La esfera ambiental, debido a que se utilizan recursos renovables como son los residuos no degradables. Se reduce el volumen de los mismos destinados a relleno sanitario, y se genera un circuito de producción cerrado con este material, reduciendo impactos durante su proceso.
- Se presentan **ventajas de producción de materiales y productos** que merecen ser desatacadas: reducción de pasos de producción, facilidad para elaborarlas de manera artesanal, o con tecnologías simples, reducción de uso de energías, circuito cerrado de producción.

### Nuevo proceso en la cadena de reciclado:

- A partir del intersticio detectado en el proceso de reciclado, se conforma un nuevo proceso con menos pasos, un circuito cerrado de producción y generación mínima de residuos.
- En este nuevo proceso, se optimizan los recursos existentes, agregando valor al PET proveniente de residuos sólidos urbanos en la cadena de valor actual generando productos sustentables con valor agregado.

### Incorporación del material en la cadena de valor:

- El PET toma un nuevo rol en la cadena de reciclado y de valor agregado en la región.
- El diseño incorporado en la cadena, constituye una herramienta para generar ventajas competitivas y permite desarrollar alternativas para mejorar los productos y

procesos. Entendemos, entonces, al diseño aplicado a este material como generador de valor agregado en los productos.

- En la cadena de valor se genera un nuevo proceso, con énfasis en la etapa de DISEÑO y PRODUCCION.
- El nuevo proceso, agrega valor a la cadena de reciclado, respondiendo a problemáticas ambientales, generando posibilidades laborales e incorporando el diseño para agregar valor al material y los productos que se realizan con el mismo.

#### **Aplicaciones innovadoras:**

- La modificación de un proceso existente generan nuevos resultados: un material utilizado con fines de comercialización es reciclado obteniendo un nuevo material.
- Genera productos con nuevas cualidades morfológicas y tecnológicas, con un proceso simplificado.
- Material aplicado en formatos, contexto y productos diferentes a los actuales.

Esto nos permite plantear prospectivas al trabajo abriendo nuevas líneas de investigación:

#### **Prospectivas:**

##### **En relación a la región:**

Esta investigación puede continuarse evaluando posibles campos de aplicación de la experimentación con PET, en trabajo con artesanos, artistas o emprendedores para la generación de posibles fuentes laborales.

Puede evaluarse como responde este proceso en otras regiones y actores.

Posibilita el dictado de talleres de capacitación en relación al uso del material y aplicaciones.

##### **En relación a materia y proceso:**

Desarrollo de procesos de diseño y alternativas con escamas de PET en combinación con resina, en sus diferentes formatos y alternativas.

Experimentación de técnicas de moldeo complejas con el material para ampliar sus posibilidades de aplicación.

Búsqueda de aplicaciones en diferentes ámbitos, arquitectura, diseño de indumentaria, entre otros.

Experimentar con la materia y sus posibles aplicaciones en formato hilos y fluidos.

Experimentar con la elaboración de productos como herramientas de comunicación en relación a la sustentabilidad y el uso de residuos como materia prima.

Trabajar en diferentes puntos del proceso para obtener nuevos resultados.

#### **En relación a la sustentabilidad:**

Mejorar los aspectos sustentables del material continuado con la experimentación de resinas naturales para suplantar la resina poliéster.

Profundizar sobre diferentes aspectos de ruedas estratégicas para el diseño sustentable como es el empaque transporte, vínculos, nuevos conceptos, de un producto específico.

Trabajar en otros aspectos de los agentes de la sustentabilidad para mejorar los productos y materiales en estos aspectos.

Trabajar sobre mejoras en la cadena de valor regional.

#### **En relación a la metodología**

Profundizar en la crítica experimentación y síntesis como herramientas en el proceso de investigación y diseño.

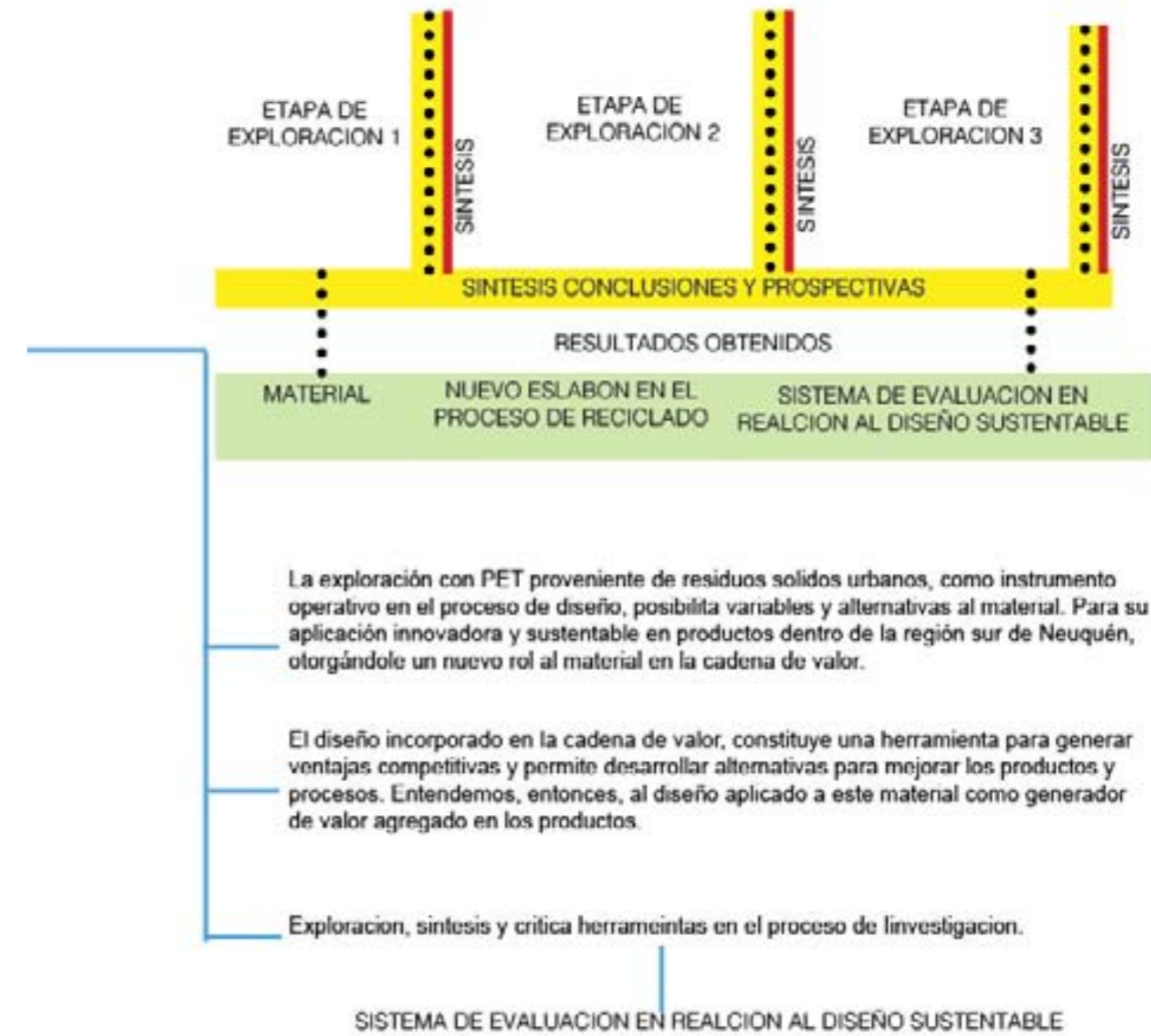
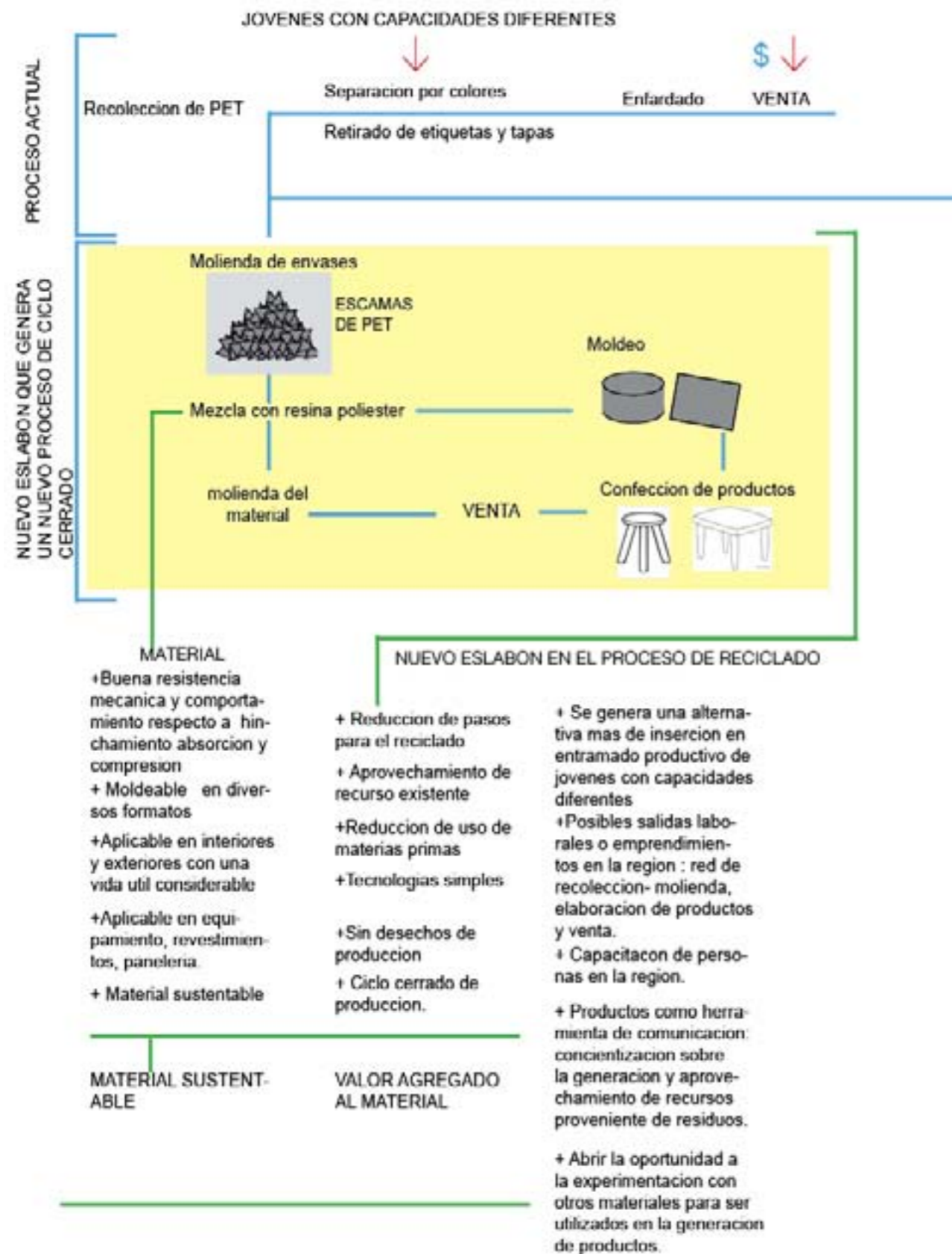
Evaluar el impacto de estas herramientas en distintos puntos del proceso de diseño e investigación y en diferentes procesos.

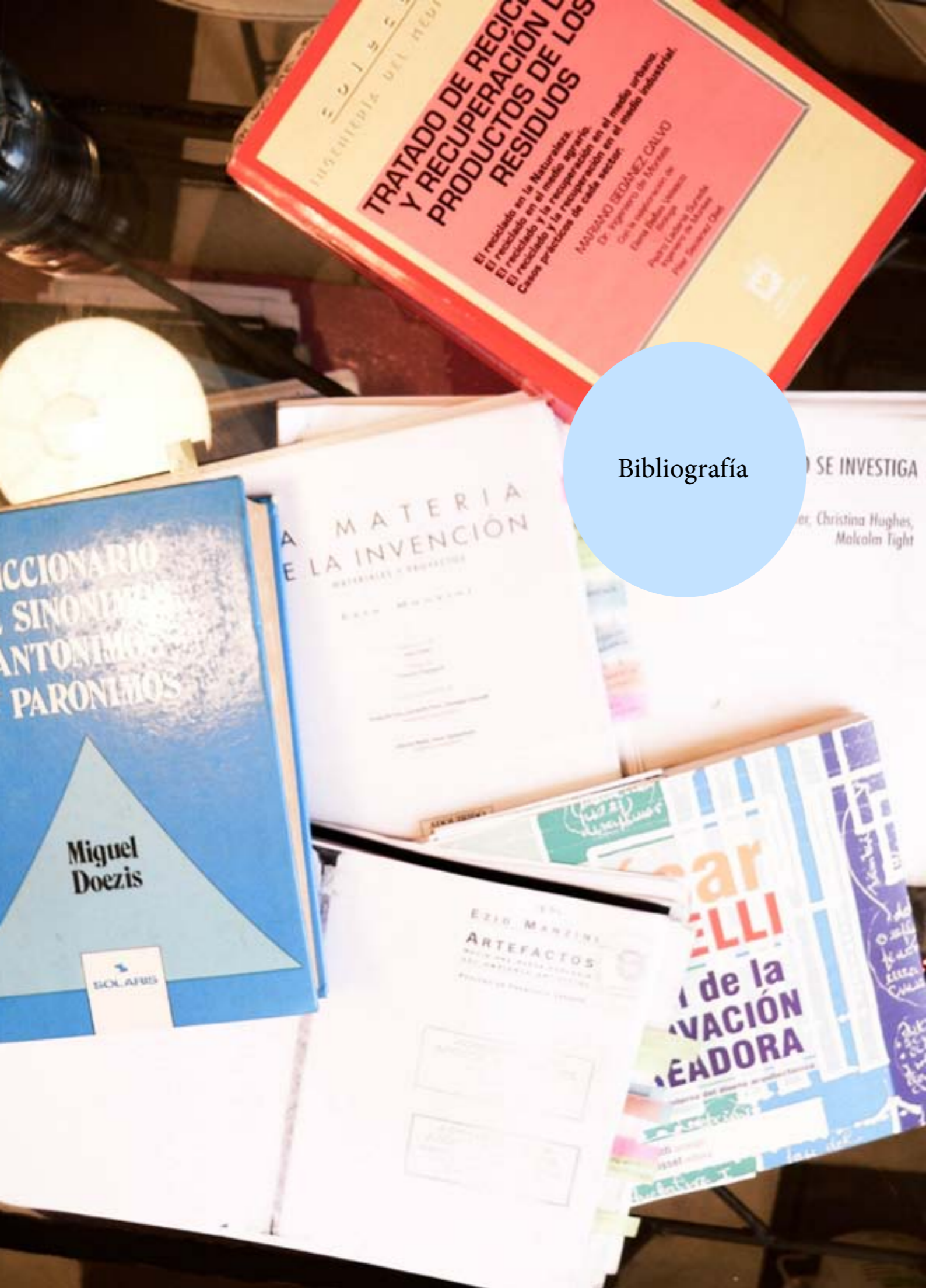
Evaluar la posibilidad de aplicar estas herramientas en otros campos o disciplinas.

Mejorar cuadros de evaluación de productos sustentables profundizando en aspectos técnicos y didácticos para que puedan ser aplicados en diversos ámbitos, empresas, estudiantes y emprendedores como herramienta de uso fácil y cotidiano al momento de generar productos, ayudando a concientizar y facilitar la producción de diseño sustentable.

Evaluar la posibilidad de utilizar estos cuadros en diferentes ámbitos, proyectos y disciplinas.

Verificar su posibilidad de ser utilizados para evaluaciones de impacto ambiental o de que manera pueden ser adaptados con estos fines.





## Bibliografía

Exploración con polietileno tereftalato (PET) proveniente de residuos sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables. Romina Mendaña

## 9) BIBLIOGRAFIA

### Armado de Proyecto:

**Doezis, M.** (1992). *Diccionario de Sinonimos Antonimos y Paronimos*. Madrid, España: Libsa.

**Enriquez G, & Barriga O.** (Septiembre de 2009). *Cinta de Moebio. La Presentacion del Objeto de Estudio* (17) . Santiago, Chile.

**GETINSA, IAPA, IATASA.** (2007). *Programa de manejo de residuos en municipios turisticos. Tendencia*. Junin de los Andes.

**Muñoz, Jacobo y Velarde, Julián: editores** (2000). *Compendio de Epistemología*. En J. Muñoz, & J. Velarde (Edits.). Madrid: Trotta.

**Yuni, J., & Urbano, C.** (2003). *Técnicas Para Investigar y formular Proyectos de Investigacion. El Problema de la Investigacion*. Cordoba, Cordoba, Argentina: Brujas.

### Metodología

**Blaxter, L., Hughes, C., & Tight, M.** (2008). *Como se Investiga*. (B. J. Asoizua, Trad.) Barcelona, España: Garo.

**Moisset de Espanes, I.** (2009). *La Investigacion Proyectual, como metodologia para generar conocimientos*.

**Naselli, C.** (Marzo de 2010). *Cadena de significados*. Cordoba, Cordoba, Argentina: MDPI.

**Naselli, C.** (Noviembre de 2013). *Sintesis*. Cordoba, Cordoba, Argentina: MDPI.

**Naselli, C.** (2013). *El rol de la innovacion creadora en la logica interna del diseño arquitectonico*. (I. Moisset, Ed.) Cordoba, Cordoba, Argentina: i+p, EDUCC.

**Sarquis, J.** (2005). *La investigacion proyectual. Precisiones. ponencia presentada en las jornadas sobre investigacion proyectual, organizadas por la secretaria de investigacion*. FADU UBA.

### Sustentabilidad -Diseño- Material

**Gatani, M.** (2013). *Reciclar / reusar*. 30-60 *cuaderno latinoamericano de arquitectura* (38), 09-10.

**Gatani, M.** (2010). *Apuntes workshop innovacion de productos* MDPI UCC ,Cordoba, Cordoba, Argentina.



**Gomez Navarro, T.** (2002). *Ecología industrial producción industrial sostenible*. En S. Capuz Rizo, T. Gomez Navarro, J. L. Vivancos Bono, R. Viñoles Cebolla, P. Ferrer Gisbert, R. Lopez Garcia, y otros, *Eco diseño ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sustentables* (pág. 33). Valencia, España: de la UPV.

**Manzini, E.** (1992). *Artefactos: hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Madrid: Celeste ediciones y Experimenta ediciones de Diseño.

**Reboratti, C.** (1999). *Ambiente y sociedad, conceptos y relaciones*. Buenos Aires, Argentina: Planeta, SAIC, Ariel.

**Seanez Calvo, M.** (2000). *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. Mexico: Mundi Prensa.

**Thomas, H.** (2011). *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*, MINCYT .

## Materia - materiales

**Manzini, E.** (1986). *La materia de la invención*. Milano, Italia: Ceac SA.

**Naselli, C.** (2005). Entrevista a Cesar Augusto Naselli. *30-60 Cuaderno latinoamericano de arquitectura* , 78-83.

## Antecedentes

**Asociación civil Argentina, Pro reciclado de PET.** (Enero de 2013). *Pro reciclado de PET* . Obtenido de [http://www.arpet.org/p\\_sobre\\_PET.html](http://www.arpet.org/p_sobre_PET.html)

**Evertis.** (s.f.). *evertis productos y aplicaciones sobre pet*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2012, de evertis productos y aplicaciones sobre pet: <http://www.evertis.com/sobre/sobre-pet/historia-do-pet/?lang=es>

**Freinkel, S.** (2012). *Plástico, un idilio tóxico*. (T. E. S.A, Ed., & V. O. Divi, Trad.) Sarandi, Buenos Aires, Argentina: Tusquets Editores S.A.

**Industria JQ, P.** (s.f.). *Industria JQ. Plásticos de ingeniería*. (I. J. ingeniería, Productor) Recuperado el Enero de 2013, de <http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/PET/dtecnicos/propiedades.htm>

**INTI.** *Recuperación de plásticos postconsumo y su reciclado*. INTI, Unidad de Extensión INTI - Córdoba.

**Pisoni, M. B.-M.** (2007). *Recomendaciones para RECICLAR una introducción al reciclado a gran escala de PET*. FADU - UBA , C Metodología Diseño Industrial FADU - UBA .

**Real, M.** (2012). *PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y MECÁNICA DE MEZCLAS PET-reciclado / POLIOLEFINAS*. Tesis . Catalunya, España.

## Antecedentes de diseño aplicado

### Arquitectura

**Arguello , R., Gaggino, R., Gatani, M., & Berretta, H.** (2008). *Larillos de plástico Reciclado, Una propuesta ecológica para la vivienda social* (1° ed.). (CEVE, AVE, & CONICET, Edits.) Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

**Miyake, A.** (s.f.). *estudio arihiro miyake*. Recuperado el enero de 2013, de <http://www.arihiromiyake.com/>

**Quinua, A.** (s.f.). *quinuar*. Recuperado el enero de 2013, de <http://quinuar.blogspot.com.ar/>

## Diseño de Indumentaria

**ecoalf.** (s.f.). *ecoalf*. Recuperado el febrero de 2013, de <http://ecoalf.com/web>

**ignaciourbina.** (enero de 2013). *di-conexiones*. Obtenido de <http://www.ignaciourbina.com/blog2012/manabernardes-utilizando-el-diseno-para-convertir-residuos-en-joyas/>

## Diseño Industrial

**EMECO, C.-C.** y. (s.f.). *mars.com*. Recuperado el diciembre de 2012, de <http://www.masr.com.mx/coca-cola-y-emeco-lanzan-la-111-navy-chair-hecha-60-de-pet-reciclado>.

**Hubert B.** (Septiembre de 2012). Obtenido de <http://www.benjaminhubert.co.uk/projects/pod/>

**Marcel, W.** (s.f.). *marcelwanders*. Recuperado el diciembre de 2012, de <http://www.marcelwanders.com/products/seating/sparkling-chair/>

**Marcel, W.** (s.f.). *blog y deco*. Recuperado el diciembre de 2012, de <http://blogydeco.blogspot.com.ar/2010/04/milan-design-week-2010-sparkling-marcel.html>

**Quinua, A.** (s.f.). *quinuar*. Recuperado el enero de 2013, de <http://quinuar.blogspot.com.ar/>

**Tu verde.** (s.f.). *Tu verde*. Recuperado el noviembre de 2012, de <http://www.tuverde.com/2009/06/marca-carcel-objetos-con-descartes-por-mujeres-presas/>