

EJE TEMÁTICO 3: Ecología y Medio Ambiente

DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS UTILIZANDO RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: TUBOS DE CARTÓN ESPIRALADO

Palabras clave: Residuos Sólidos – Diseño – Componentes Constructivos – Tubos De Carton

Hortensia Gallardo, Adriana N. Salvatierra, Juan G. Leguizamon, Lucrecia Pelli

Cátedra: Tecnología - Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán – San Miguel de Tucumán-Argentina
Avda. Roca 1900 – 4000 S. M. de Tucumán – Tel. 0381-4364093 int. 7907

INTRODUCCION

El mundo de hoy vive uno de los problemas más graves en la historia: la degradación del medio ambiente. El desafío para el futuro es, por tanto, conseguir compatibilizar el desarrollo económico de la sociedad con la preservación del medio ambiente que la sustenta; es lo que se conoce como desarrollo sostenible.

El crecimiento de la población mundial y el mejoramiento del standard de vida intervienen directamente en el deterioro ambiental. Esto tiene como consecuencia una acumulación mayor de residuos y una mayor diversificación de los mismos superando la capacidad del ecosistema de degradar los residuos aportados a él.

El sistema actual de gestión de residuos se encuentra en crisis debido a la gran cantidad de residuos sólidos que se disponen en basurales, rellenos “sanitarios” e incineradores, de un modo que no permite que sean aprovechados, y contaminando el ambiente. El mal manejo de este crecimiento desmesurado pone en peligro la capacidad de la naturaleza para degradarlos.

La deforestación es, también, una práctica contaminante, al igual que la basura, desde el momento que propicia la extinción de especies vegetales y animales, a las que les destruye sus hábitats.

Si evaluamos cuantitativamente el problema, solo en América Latina la producción de basura se duplicó en los últimos 30 años, con participación creciente de materiales tanto no degradables como tóxicos.

Los investigadores afirman un crecimiento económico de alrededor del 8% anual, lo cual significará para 2025 un incremento en cantidad de basura producida superior al 24%. La grave situación evidencia la necesidad de hacer un cambio profundo en el modelo de manejo de residuos sólidos urbanos, de modo tal de disminuir al mínimo sus consecuencias.



Figura 1. Deforestación sin control



Figura 2. Vertedero incontrolado a cielo abierto

Los impactos que los RSU generan en el medio son cada vez más importantes, tanto desde la perspectiva de su eliminación o almacenaje como del consumo de recursos naturales, hecho que deriva de una mala gestión de los residuos y en consecuencia en la alteración del equilibrio ecológico establecido en un ecosistema.

Qué hacer con la basura es uno de los principales problemas que deben resolver las grandes urbes del mundo.

Es necesario que los arquitectos sean capaces de formular modelos o aplicar técnicas de diseño y crear sistemas constructivos de bajo impacto y nula toxicidad

Es así que dentro del marco de esta investigación, se estudiaron algunas propuestas viables de nuevos materiales de construcción y nuevos componentes constructivos que incorporen residuos sólidos urbanos reciclados o reutilizados. Uno de ellos es el cartón, material que se obtiene de la madera, considerando que los árboles son recursos renovables muy lentos y su tala afecta al microclima

El cartón se presenta en distintas formas: tubos, placas, cajas, planchas, etc., dependiendo de la función que haya cumplido durante su vida útil.



Figura 3. Diferentes formas de presentación del cartón

Particularmente se trabajó con tubos de cartón, que pueden ser reutilizados o reciclados con pequeñas manipulaciones. Estos tubos de cartón son los empleados en la industria como soporte de rollos de material textil, papel o films.

Se encaró una propuesta de diseño muy simple, que puede dar respuesta casi inmediata de cobijo, a las necesidades derivadas de desastres naturales propios de una región, desbordes de ríos, etc., es decir para cons-

trucciones de rápido montaje y poca durabilidad. Las variantes pueden ir desde el refugio temporario hasta espacios comunes.

Se consideró la posibilidad de usar estructuras de barras como la tipología estructural más adecuada, con diferentes posibilidades de resolución de uniones entre los tubos.

MATERIALES Y METODOS

Los impactos que los RSU generan en el medio son cada vez más importantes, tanto desde la perspectiva de su eliminación o almacenaje como del consumo de recursos naturales, hecho que deriva de una mala gestión de los residuos y en consecuencia en la alteración del equilibrio ecológico establecido en un ecosistema.

Con respecto a la situación en Argentina, el grueso de la información disponible en materia de residuos es provista por CEAMSE y corresponde a la recolección de residuos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 36 Municipios del Conurbano Bonaerense. Fig.4



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Cuentas Nacionales y CEAMSE

Figura 4.

El Gran San Miguel de Tucumán, genera alrededor de 750 toneladas de basura por día. En cuanto a la composición de los RSU generados en S. Miguel de Tucumán, el gráfico a continuación muestra una incidencia de residuos orgánicos del 79%, siguiendo en importancia el papel/ cartón con un 7%, dato que constituye un indicador clave para la investigación. Fig.5



Figura 5.

Fue posible estimar que en el GSMT se generan más de 40 toneladas de cartón de empaque por semana. Se consideró que la cantidad justifica que se encarere el estudio para su reciclado.

A partir de la investigación realizada surge “el tubo de cartón” como un nuevo material a reutilizar y/o reciclar incorporándolo en nuevos elementos constructivos.

Se seleccionaron los tubos de cartón espiralados como elementos sustitutos de las barras estructurales de madera, haciendo referencia a los tubos que se utilizan como elemento auxiliar en la industria gráfica. Estos generalmente se emplean como soporte de rollos de papel o films que pueden ocupar el lugar de tirantes de madera. Fig.6



Figuras 6.

Con el objeto de Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tubos de cartón, se ensayaron probetas de estos tubos en el Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) de la FAU-UNT. Las pruebas

se efectuaron sobre muestras de distintos diámetros, espesores y longitudes, recibidas en el LEME, de las cuales se prepararon probetas de distintas longitudes.

El trabajo se desarrolló conforme al siguiente proceso metodológico:

- > Identificación de las muestras en función de sus características geométricas: espesor, diámetro y longitud.
- > Determinación de las características físicas previas y posteriores a ser ensayadas: espesor, diámetro, longitud, peso y estado de humedad.
- > Determinación de las propiedades físicas y mecánicas: deformaciones transversales, longitudinales, resistencia máxima a rotura por flexión y compresión simple.

Se separaron las muestras en función de su espesor, diámetro exterior y longitud de la siguiente manera:

SERIE A I: 11 muestras de 3 mm de espesor, 6 cm de diámetro exterior y 12 cm de longitud.

SERIE A II: 4 muestras de 3 mm de espesor, 6 cm de diámetro exterior y 18 cm de longitud.

SERIE B I: 4 muestras de 13 mm de espesor, 10 cm de diámetro exterior y 20 cm de longitud

SERIE B II: 2 muestras de 13 mm de espesor, 10 cm de diámetro ext. y 30 cm de longitud

De cada serie se prepararon probetas de longitudes diferentes, manteniendo una relación 1:2 y 1:3 - diámetro: longitud - denominándolas I y II a cada una de ellas.

Se determinó para cada una de las probetas: espesor, diámetro, longitud y peso, antes y después de cada ensayo.

Se ensayaron las probetas a compresión simple mediante el auxilio de una prensa manual con aro dinamométrico.

Se registraron los resultados en tablas para su posterior análisis.

ENSAYOS REALIZADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS. Los ensayos se realizaron con el instrumental disponible en el LEME, el cual se encuentra debidamente calibrado y con sus correspondientes certificados de inspección.

Características físicas de las muestras: Las características geométricas se determinaron con un calibre electrónico digital marca "Starrrett" serie 727 de 40 cm de alcance y 0,01 mm de apreciación.

El peso se determinó con una balanza electrónica de 3 kg de capacidad y 0,5 gramos de apreciación. Fig. 7



Figuras 7.

Fuente. Fotos equipo de investigación

Ensayos a compresión. Se utilizó una prensa marca "Cosacov" con aros dinamométricos de 3000 Kg y 5000 Kg, con reloj de medición marca "Starrett" serie 3025-257J, con rango de apreciación de 0,001 mm a 1 mm de deformación.

Los datos obtenidos se volcaron en tablas numeradas N° 1 - 2 - 3 y 4, y de las que a posteriori resultaron parte de las conclusiones.

De los ensayos de Laboratorio resultó que los tubos tienen muy buen comportamiento a compresión con una resistencia promedio de entre 70 y 157 kg/cm², según la sección del tubo. También se determinó el peso promedio de un tubo de cartón de 1,20m de longitud: 0,417 kg.

De la información obtenida sobre las características resistentes y, haciendo un estudio comparativo con las estructuras de barras de madera, se extrajeron interesantes conclusiones, tales como: al igual que la madera (material con el que se fabrica la pasta de papel), se trata de un material cuya resistencia se modifica con la duración de la carga (reduciéndose los valores admisibles un 50% para cargas de larga duración). El módulo elástico es más reducido que el de la madera (del orden de 1/5), mientras que al igual que esta última, el comportamiento mecánico es diferente para cargas de compresión y flexión.

A partir de toda esa información, se encontró que el material posee la calidad adecuada para encarar una investigación tendiente a definir pequeñas estructuras, sin embargo se encontró que este material tiene una característica indeseada, la cual es su absorción por capilaridad, siendo una manera de disminuirla hacerles un tratamiento previo con pintura asfáltica disuelta en tinner como método de protección. También se podría "recubrir" los tubos con materiales impermeables o pinturas plásticas. Sin embargo, el mayor problema se presenta en los extremos de los tubos, que deben tratarse con materiales sellantes para su impermeabilización.

Pautas para definir el diseño del "Nuevo Componente". La propuesta es la de diseñar elementos constructivos y prototipos a partir del reciclado y/o reutilización del cartón que hubiera sido

rescatado de entre los RSU. Los elementos podrán ser estructurales, de cerramiento, o cumplir ambas funciones a la vez; tendrán la característica de ser removibles, de fácil montaje y estibaje, definiendo un hecho constructivo estructural simple.

Se considerará la acción de las cargas y la resistencia del material, además de hacer referencia a sus características aislantes. Se tendrá especial cuidado en la resolución de la vinculación entre partes, que se resolverán mediante ensamblajes, encastrados, conectores metálicos, uniones pasantes, etc.

La premisa será la de "dignificar el material a reciclar" (cartón). Lo demás será un proceso de indagación, en el cual toda posibilidad será tomada, estudiada y verificada, constituyendo el comienzo de nuevas indagaciones, creyendo siempre en las amplias virtudes que posee el material, y de las cuales todavía no se ha tomado conciencia sería en nuestro país.

Pautas Tecnológicas:

- > Las vinculaciones serán simples y sistematizadas.
- > El sistema constructivo diseñado deberá permitir el montaje y desmontaje (armado, traslado, etc.) de manera simplificada.
- > El material deberá ser adecuadamente utilizado, según sus características dimensionales y propiedades tecnológicas (optimización).
- > En lo posible, los diseños obtenidos, además de su resolución constructiva, deberán cumplir con el acondicionamiento térmico, hidrófugo y acústico necesario según la función a cumplir (vivienda para zonas de catástrofes).

Pautas Constructivas Estructurales: A los fines de la investigación, los elementos a utilizar como componente estructural (principalmente tubos de cartón fueron sometidos a ensayos y pruebas de resistencia a la compresión y flexión, verificando su comportamiento ante cargas estáticas (peso propio y sobrecargas). También se evaluará la incidencia de la humedad en la resistencia del material. Además se tomarán todas las precauciones en lo

que a arriostramiento se refiere, con el objeto de contrarrestar los efectos de las cargas dinámicas, muy importante en este tipo de estructuras livianas cuyo peso propio se considera despreciable.

Las cargas estáticas actúan distribuidas linealmente. Las cargas dinámicas, específicamente el viento, actúan en dirección arbitraria, por lo que para su análisis se consideran actuando en plano paralelo y perpendicular a la estructura. Se adicionarán en este caso elementos que rigidicen la misma, o bien se le dará la forma adecuada para que absorban los empujes horizontales provocados por el viento.

PROPUESTAS DE DISEÑO



Figuras 8. Estudio de modelos

Se trabajó sobre modelos estructurales en escala 1:100 (FIG. 8). Se determinó un primer módulo piramidal definido por 4 triángulos equiláteros de 3m de lado y 2,6m de altura, con los que se generó una pirámide de 2,06m de altura en el punto más alto.

El montaje de estos elementos piramidales se realiza sobre prismas de hormigón de aproximadamente 0,35m de lado con el propósito de anclar la estructura y agregar altura a la pirámide.

Se propone un cerramiento con lona, acompañando la forma del diseño de la estructura a los efectos de que sirva de refugio de emergencia.

Otra alternativa estudiada fueron los módulos piramidales de base cuadrada, generada con los mismos tubos. Esta forma ofrece la posibilidad de vincular 2 módulos a los efectos

de conseguir un espacio de mejores características de uso.

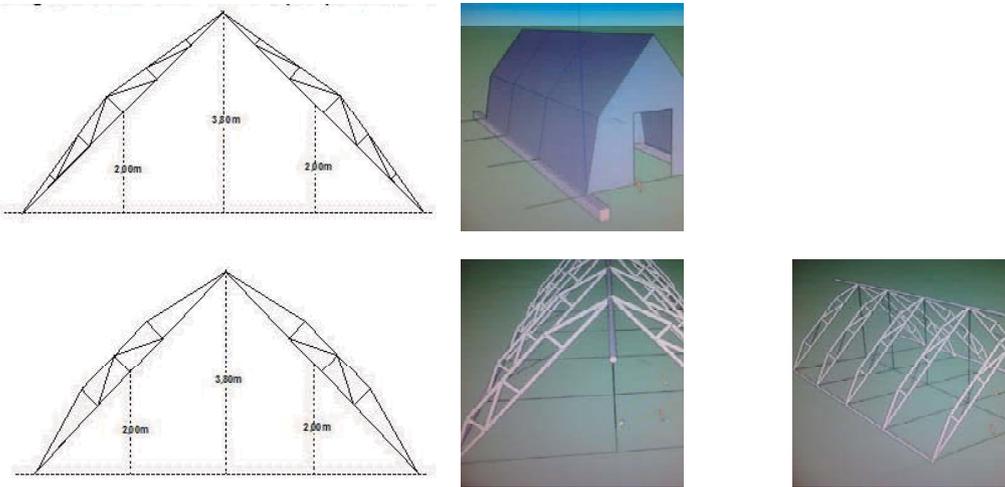
El agrupamiento requiere de un bloque de asiento diferente en el centro del lado más largo, debido a que aparece allí un empuje horizontal. El bloque de hormigón debe tener una superficie antideslizante en su base para absorber por rozamiento el empuje.

DISEÑO DE REFUGIOS TEMPORARIOS

Se estudiaron diferentes diseños considerando las características del material.

VARIANTE 1 (Fig. 9)

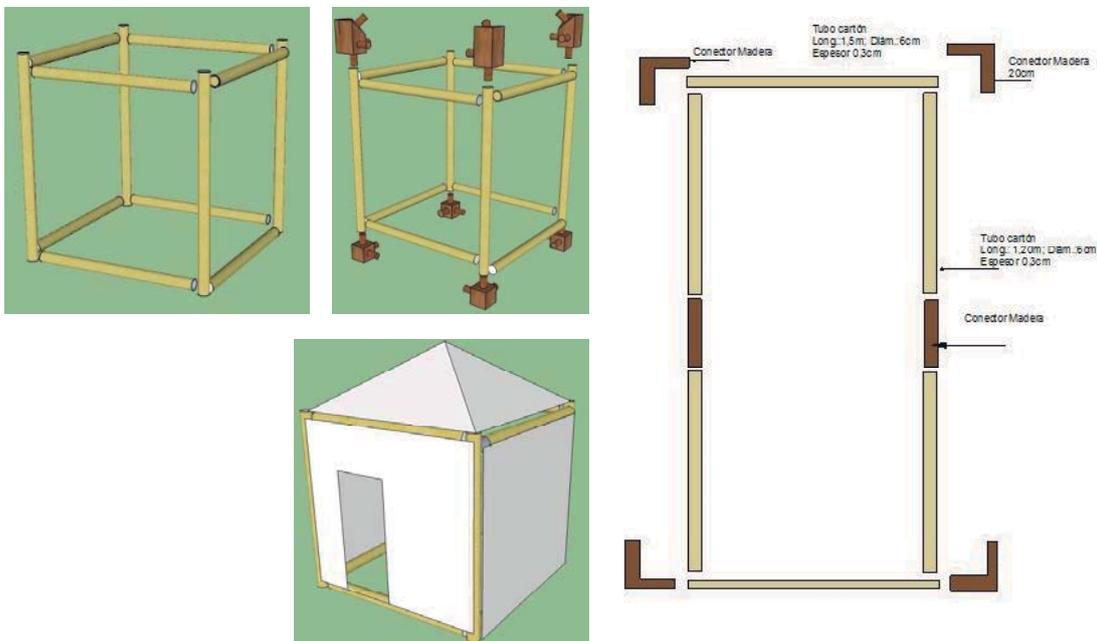
Se resolvió la estructura con reticulados, a los efectos de utilizar los tubos en su longitud original o bien con cortes que permitan el uso total de su longitud, evitando desperdicios.



Figuras 9. Variantes de diseño de la estructura

VARIANTE 2 (Fig. 10)

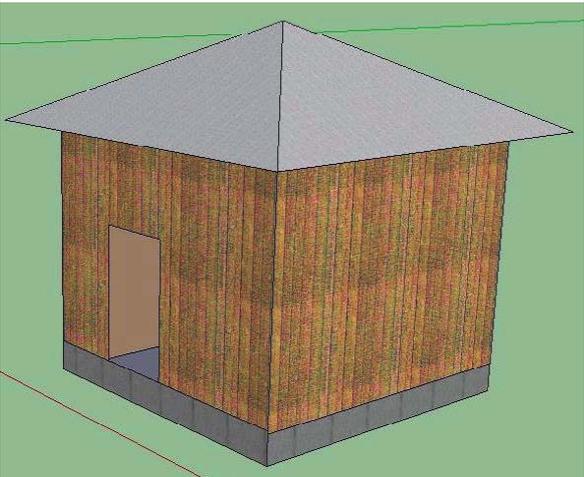
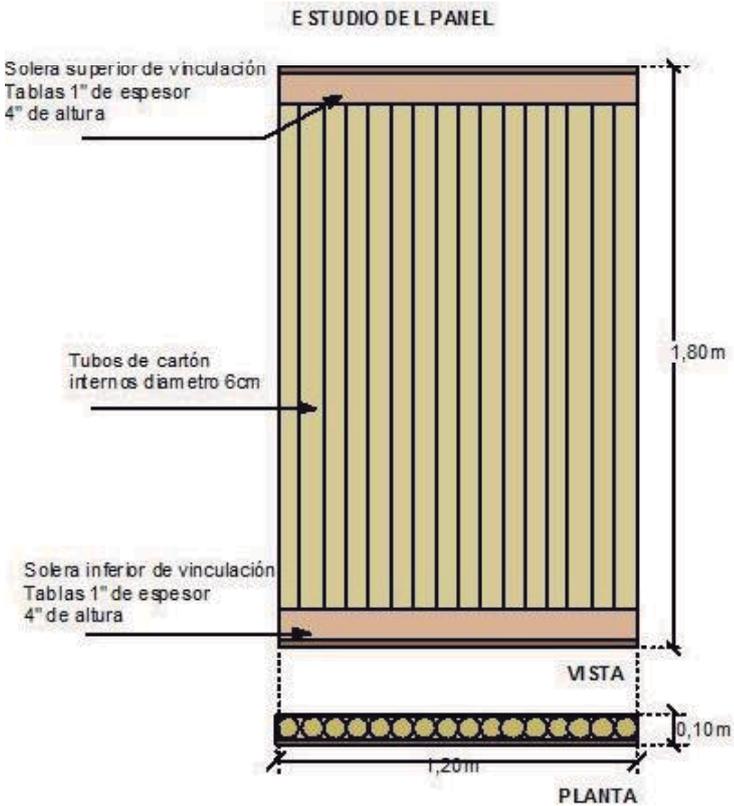
Se adoptó una estructura de esqueleto, vinculando los tubos para lograr la altura necesaria.



Figuras 10. Estructura de esqueleto de tubos de carton

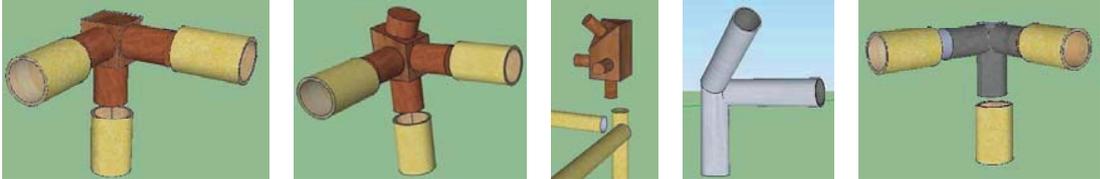
VARIANTE 3 (FIG 11)

Se estudiaron paneles de cerramiento, resuel-
tos con tubos de cartón

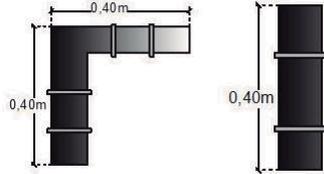


Figuras 11. Paneles de tubos de cartón

ESTUDIO DE LAS UNIONES

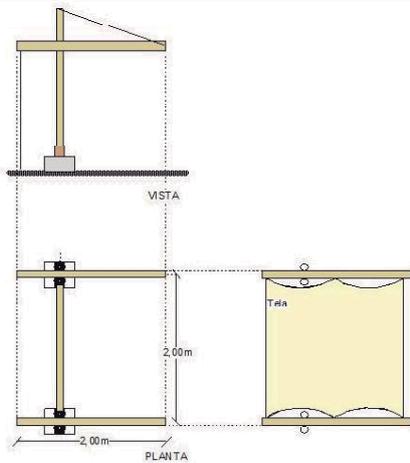


Figuras 12. Diseño de uniones en madera y en acero



Figuras 13:

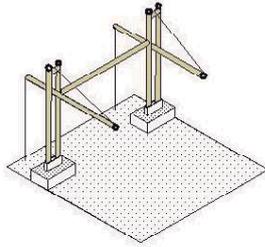
Se diseñó un conector de vinculación de dos
segmentos de tubo, a los efectos de lograr
una barra de mayor longitud (Fig. 13)



Figuras 14.

DISEÑO DE STAND

Se estudiaron alternativas de diseño para ser utilizadas en stands de feriantes, exposiciones, etc. (Fig. 14)



CONCLUSIONES

Independientemente de que no se trate de un material de uso masivo en la construcción, cabe destacar la importancia de la experimentación y búsqueda de nuevas aplicaciones en diversos materiales, especialmente en casos en los que su ligereza, economía, facilidad de transporte y aceptable comportamiento térmico, pueden ser de gran ayuda en proyectos de cooperación internacional (grandes catástrofes, campos de refugiados, etc.).

El cartón es un material que ha sido empleado en proyectos de ayuda al desarrollo y asistencia en crisis humanitarias, y que podría contribuir a solucionar las necesidades básicas de vivienda en países pobres. Esto es lo que hace el arquitecto Shigeru Ban y lo que se intentara generar a partir de este proyecto.

Esta arquitectura de nuevos materiales pondrá especial atención en la estructura y los procedimientos constructivos. El cartón se presenta en un principio como un material débil y humilde, sin embargo en eso reside el interés, en la utilización de materiales comunes, cotidianos y, por extensión, baratos, objetos que normalmente no se consideran arquitectónicos porque a menudo cumplen una función no arquitectónica. La idea es la de dignificar objetos cotidianos sin ocultar su origen, objetos que experimenten en su mayor parte una modificación, aunque no hasta el extremo de hacerlo irreconocible. La modificación puede

llevar a que se lo designe como objeto encontrado «modificado», «interpretado» o «adaptado».

En los diseños se tratará de evitar detalles muy sofisticados, poniendo interés en la estructura y el material como procedimiento y no como resultado.

En cuanto a la duración de la arquitectura de cartón, ésta dependerá de la decisión de conservarla. De hecho existen construcciones de papel que siguen en pie después de ocho o diez años, a pesar de que fueron pensadas como provisorias.

Esta arquitectura puede rotularse de ecologista, ya que los materiales son en gran parte reciclables y recuperables después de cumplida su función.

La investigación material supone por definición un componente social, en el hecho de que utiliza materiales ordinarios y elementos existentes que se encuentran a mano. Comenzaremos por proyectos pequeños, para desarrollar ideas que luego puedan aplicarse en una escala mayor.

“Creo que debemos dar crédito y resignificar estos nuevos materiales y tecnologías, que ofrecen infinitas posibilidades a la vez que contribuyen al cuidado del medio ambiente, reduciendo el volumen de RSU enviados al vertedero y ahorrando energía a través de la reutilización.”