PROTOTIPO DE PANEL ACÚSTICO A PARTIR DE LA TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS TEXTILES

PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo diseñar un prototipo de panel acústico a partir de desechos textiles de poliéster recubierto con PVC para el mejoramiento acústico en las aulas?

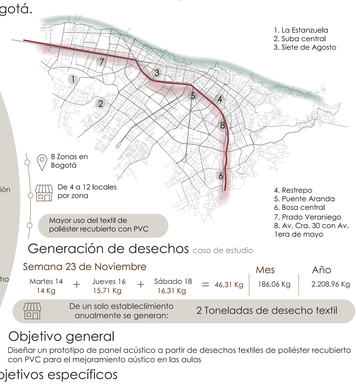
ARTES TEXTILES: SEMPER

- Manejo inadecuado de los desechos textiles
- Emisiones de gases de efecto invernadero
- Sobre consumo de recursos naturales
- Contaminación del agua
- Materiales naturales y cuero
- Protección
- Cuerpo y espacio
- Sujetar y cubrir
- Elemento funcional arquitectónico
- Elemento sólido
- Liviano
- Moldeable
- Transformación sintética
- Revolución industrial
- Reemplazar
- Cuero-Caucho
- Aceleración
- Costo
- Factibilidad de adaptación
- Flexible
- Masa sólida
- Recubrimiento sólido

Desechos

400 m2 de suelo
9 m3 de agua
391 Kg de materias primas
Y causó una huella de carbono de unos 270 Kg

Generación de desechos textiles de poliéster recubierto con PVC en Bogotá.



Generación de desechos *caso de estudio*

Semana 23 de Noviembre

Martes 14		Jueves 16		Sábado 18			Mes	Año
14 Kg	+	15,71 Kg	+	16,31 Kg	=	46,31 Kg	186,06 Kg	2.208,96 Kg

De un solo establecimiento anualmente se generan: 2 Toneladas de desecho textil

Objetivo general

Diseñar un prototipo de panel acústico a partir de desechos textiles de poliéster recubierto con PVC para el mejoramiento auditivo en las aulas

Objetivos específicos

Caracterizar las propiedades técnicas del textil poliéster recubierto con PVC para así poder destacar sus cualidades acústicas frente a otros materiales.

Establecer un proceso de transformación del residuo textil de poliéster recubierto con PVC y posterior mezcla con aglutinantes, para conocer su comportamiento físico mecánico y acústico frente a diversas pruebas de laboratorio.

Desarrollar un sistema de modulación y estructura para poder consolidar el prototipo de panel como elemento arquitectónico.

JUSTIFICACIÓN

Parlamento Europeo (2024): La producción de fibras textiles se ha casi duplicado a nivel mundial

2000: 58millones de toneladas — 2020: 109millones de toneladas — 2030: Se prevé que continúe a 145 millones de toneladas

El Observatorio Ambiental de Bogotá "La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) en 2021 tan solo en Bogotá llegaron al relleno de Doña Juana 147.000 toneladas de residuos textiles."

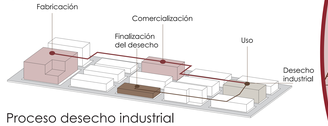
Textiles sintévticos — Procedencia de plástico en la composición de textil con el fin de extender su ciclo de vida.

- 20% Contaminación en agua a nivel mundial
- 60M Millones de toneladas por año de producción
- 147.000 Toneladas de residuo textil

Textil de poliéster recubierto con PVC

Composición del textil: Recubrimiento de PVC — Base textil de poliéster

Como se convierte en desecho



Proceso desecho industrial

Textil — Recorte — Uso del segmento — Retazos irregulares — Desecho industrial

METODOLOGÍA

Enfoque cuantitativo — Con el fin de tener de manera exacta las cantidades de los materiales y el comportamiento medido por pruebas

Método inductivo — "Es decir, se parte del análisis de ejemplos concretos que se descomponen en partes para posteriormente llegar a una conclusión" (Maya, 2014, p. 15).

Alcance experimental — Desarrollo de un panel con propiedades acústicas de control de reverberación para la implementación en aulas de clase.

FASE 1

Caracterizar las propiedades técnicas del textil de poliéster, conociendo sus partes y posibilidades de transformación.

Características del textil

Composición: PVC — Ignífugo — Resistencia a la abrasión

Recubrimiento / Base textil

Peso: 100g / m2 — Tipo: Poliéster — Impermeabilidad

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN: WYZEMBERE SC200 Ciclos 4.0

RETARDANTES AL FUEGO: FMVSS 302 IMO FTP 2010 NFPA 260 - Cover Fabric UFAC Fabric Class 1 CAL TB 117-2013

BASE TEXTIL PESO: 100g/m2 ASTM D751 TIPO: POLIÉSTER

GENERAL PESO: 600TM/g/m2 ANCHO: 1.40m CALIBRE: 1.20 / 0.16mm

Policloruro de vinilo (PVC)

Su desarrollo en el siglo XX se ha ganado una posición privilegiada frente a otros plásticos

Sus componentes provienen de: 57% Sal — 43% Petróleo o gas natural

Más una combinación química de: C (Carbono) + H (Hidrógeno) + Cl (Cloro) — (Urquiza & Maspoch, 2014:R1861)

Textil de poliéster

Introducido al mercado en los años 40 se ha caracterizado por ser duradero y económico.

Sus componentes provienen de materias 100% sintéticas

Referentes

Autor		Transformación	Aglutinante	Producto
Petterson Borges	Desechos textiles	Fundición y pulverización	Mezcla en concreto	Agregado en concreto
Sofia Bernoussi		Recorte de tiras	Mezcla con yeso	Bloques para muro divisorio
Fab-Brick		Retazos de textiles	Mezcla con pegante	Muros divisorio y mobiliario

Trabajos de pre-grado y maestría donde se transforman materiales textiles como guía para la transformación

CONCLUSIÓN

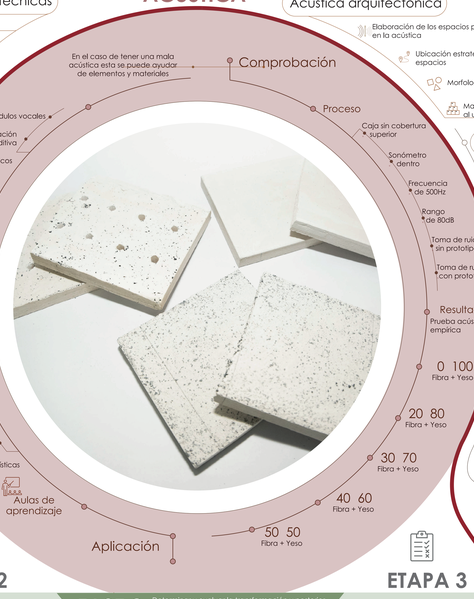
Transformación — Es necesario triturar el desecho textil para mejorar la cohesión.

Aglutinante — El yeso y el almidón como aglutinante en mezcla con el textil triturado.

Proporciones — Experimentar diferentes mezclas, para observar su comportamiento

TRANSFORMACIÓN

ACÚSTICA



- Comprobación
  - En el caso de tener una mala acústica esta se puede ayudar de elementos y materiales
- Proceso
  - Caja sin cobertura superior
  - Sonómetro dentro
  - Frecuencia de 500Hz
  - Rango de 80dB
  - Toma de ruido sin prototipo
  - Toma de ruido con prototipo
- Resultado
  - Prueba acústica empírica
- Aplicación
  - 50 50 Fibra + Yeso
  - 40 60 Fibra + Yeso
  - 30 70 Fibra + Yeso
  - 20 80 Fibra + Yeso
  - 0 100 Fibra + Yeso
- Aulas de aprendizaje
  - Nódulos vocales
  - Conservación auditiva
  - Efectos físicos
  - Mecanismo de aprendizaje
  - Tranquilidad
  - Efectos semánticos
  - Motivación
  - Concentración
  - Efectos mentales
  - Acústica en el aula
  - Mobiliario
  - Materiales
  - Morfología del espacio
  - Ubicación del aula
  - Características

Acústica arquitectónica

- Elaboración de los espacios pensando en la acústica
- Ubicación estratégica de los espacios
- Morfología del espacio
- Materiales acordes al uso

Acondicionamiento acústico

Mejorar la acústica de los espacios ya construidos

Reverberación — Choque de la onda sonora con las paredes

Absorción — Coeficientes de absorción (NRC) de los materiales utilizados en el espacio

Dificultades de ruido en las aulas

Al estar en una aula de clase el ruido presenta diferentes efectos

Ruido exterior — Falta de barreras de sonido

Ruido generado dentro de las aulas — Reverberación

Efectos — Cognitivos, físicos y psicológicos

Variables *más incidentes*

- 17,8 Ruido de fondo y reverberación
- 24,4 Intangibilidad de la palabra
- 31,1 Reverberación

Efecto Lombard

Tendencia involuntaria a incrementar el esfuerzo vocal cuando se habla en un lugar ruidoso para mejorar la audibilidad de la voz.

Causas *discomfort acústico*

- 20 Arquitectura del aula
- 22,2 Ruido externo
- 37,8 Ausencia de materiales Fonoabsorbentes

Condiciones *ideales en el aula*

- Intangibilidad de la palabra
- Niveles de sonido de 42 dB
- Reverberación no mayor a 1,5 s

Tratamiento acústico en las aulas

Paneles fonoabsorbentes Utilizados para controlar el rebote de la onda

Controlar la reverberación por medio de la absorción en superficies lisas como piso, paredes y techos

ETAPA 2

ETAPA 3

FASE 2

Determinar y evaluar la transformación y posterior mezcla del textil de poliéster a través de pruebas aplicadas llevadas a cabo en laboratorio.

FASE 3

Aplicar la transformación del desecho textil para desarrollar una solución acústica al problema de reverberación existente en las aulas comprobando su eficacia mediante pruebas aplicadas.

APLICACIÓN

Referentes

Autor		Material	Aplicación	Producto
Damian Lucic	Acústica	Polietileno expandido	Mejoramiento acústico	Panel fonoabsorbente
Jorge Sanchis		Fibras naturales	Aislamiento acústico	Fachada con recubrimiento verde
Dario Paez		Fibras de guadua	Disminución de reverberación	Panel fonoabsorbente con perforaciones

Trabajos de pre-grado y maestría donde se crean elementos que ayuden a mejorar la acústica en los espacios

Normativa acústica

- Resolución 627 de 2006 Niveles de máximos de ruido
- ASTM C384/98 Estándar para tubo de impedancia

Probetas

Dimensiones de 10 cm de diámetro

La medición se realiza a 5 probetas con diferentes porcenjates de mezcla de yeso con triturado

0% — 20% — 30% — 40% — 50%

Probeta 1 — Probeta 2 — Probeta 3 — Probeta 4 — Probeta 5

- NTC 4159 de 2017 Requisitos para placas de yeso
- NTC 4373 de 2006 Parámetros sobre paneles de fibra cemento

Prueba acústica por tubo de impedancia

El proceso de medición de cada probeta se realiza por medio del tubo de impedancia, utilizando dos micrófonos para capta la señal incidente y la señal reflejada para así analizar el resultado de coeficiente de absorción.

- ASTM E2611-09 Prueba de transmisión de sonido

Resultados

Absorción acústica de cada probeta

Se presentan un buen coeficiente de absorción y entre más fibra o triturado textil tenga la probeta existe un aumento continuo en la absorción.

La probeta con menor coeficiente de absorción tiene una composición de solo yeso, por lo cual se deduce que el triturado da la absorción.

CONCLUSIONES

20% — 30% — 40% — 50%

El aumento del coeficiente de absorción se debe al aumento de textil triturado es cada una de las muestras

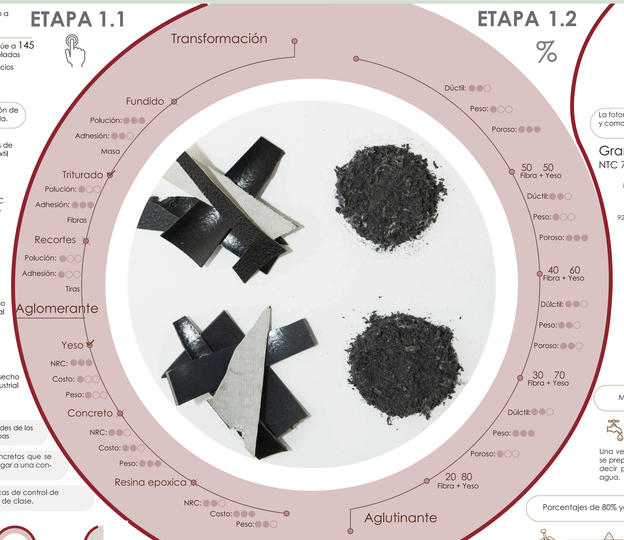
El panel cumple la función propuesta y puede ser utilizado en espacio educativos

FASE 4

Plantear un diseño modular de panel de pared versátil que cumpla las necesidades acústicas y normas sismo resistente como elemento no estructural.

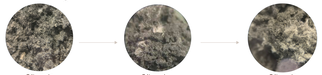
ETAPA 1.1

ETAPA 1.2



MATERIALES

Fotomicrografía *Microscopio X20*



Triturado 2 veces — Triturado 3 veces — Triturado 4 veces

La fotomicrografía nos muestra las distintas partes que componen el textil de poliéster recubierto con PVC y como este reacciona al proceso de trituración, se puede observar cómo con cada paso del material por el triturado este divide sus partes (textil y PVC) logrando casi separarse por completo.

Granulometría *NTC 77 análisis por tamiz*

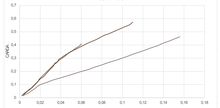
"A través del análisis por tamizado, se determina el módulo de finura (MF) para el agregado fino y para el agregado grueso el tamaño máximo ™, tamaño máximo nominal (TMN)"

Muestra inicial/ Total 2/4 partes de 500g — 92,64g

3/8	4	8	16	30	60	100	200	+200
0,00g	2,14g	11,73g	30,10g	25,70g	14,87g	4,23g	2,28g	0,97g
			32,49%	27,74%				

9 tamices cada uno con un filtro (tamiz) de tamaño variable

La partícula más influyente tendrá un tamaño aprox. a 0,850 mm.



1 — 2 ≠ 3

mayor capacidad de deformación

La resistencia a la compresión de la probeta #3 (100% yeso) es de 15,9 kilogramos antes de la falla, provocando una fractura abrupta, rasgo que destaca de las otras dos probetas.

Las probetas #1 y #2 en comparación con la #1 al momento de la falla se produce una fractura en forma de grieta sin que esta se separe

CONCLUSIÓN

"La norma ASTM D790 tiene como objetivo medir las propiedades de flexión de los materiales mientras se someten a una deformación por curvatura o de flexión"

Prueba de esfuerzo

TEXTILES SINTÉTICOS

Transformación a partir de trituración

Se procesa la materia de poliéster recubierto de PVC tomando los retazos a desechar, estos son cortados en tiras desiguales, se introducen a la máquina moledora asistida manualmente.

AGLUTINANTE

Mezcla con agua y yeso

Una vez molido el material se pesa, seguido a esto se prepara una mezcla de 1 a 2 de yeso y agua, es decir por cada 1000 gramos de yeso 500 ml de agua.

COHESIÓN

Porcentajes de 80% yeso 20% agregado

Al completar la mezcla de Yeso preparada se vierte de forma continua el agregado el cual corresponde a X% de la mezcla, hasta que se perciba homogénea, la mezcla de yeso y agregado se vierte en el encofrado correspondiente

PROBETAS

Dimensiones 15cm x 30cm x 02cm

Conociendo los resultados de la mezcla y su cohesión, se realizan 3 probetas: (1) 100% yeso – (2) 80% yeso 20% agregado triturado – (3) 80% yeso 20% agregado triturado con perforaciones de 8mm cada 5cm x 4cm.

PRUEBA

Maquina multi- ensayos

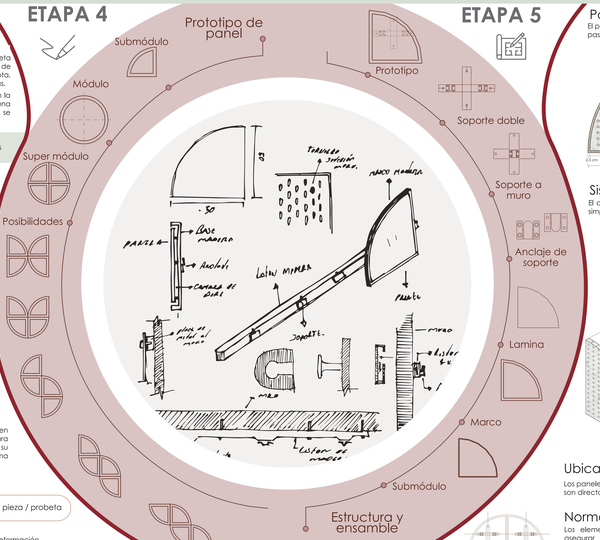
Los valores tomados son las cargas soportadas medidas en newton metro (N/m), y la deformación de la pieza, para ello se dispone la probeta en posición horizontal con su lado más ancho sobre dos apoyos ubicados a la misma distancia y se le aplica un esfuerzo puntal.

RESULTADOS

Falla de la pieza / probeta

Probeta	Carga	Deformación
(1)	0,060 N/m	0,468 µm/m
(2)	0,11 N/m	0,573 µm/m
(3)	0,156 N/m	0,462 µm/m

ETAPA 4



ETAPA 5

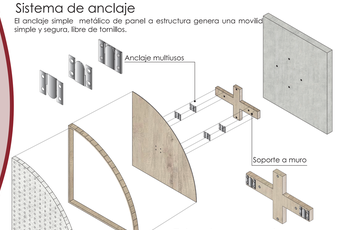
DISEÑO

Panel fonoabsorbente

El panel fonoabsorbente particularmente debe tener la cualidad de ser poroso para dejar pasar parte de energía de las ondas sonoras.

Sistema de anclaje

El anclaje simple metálico de panel a estructura genera una movilidad simple y segura, libre de tornillos.



Estructura soporte a muro

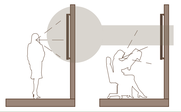
El anclaje al muro se plantea en madera de MDF con grosor de 2.5 cm, generando una cámara de aire que aporta a la absorción.

Ubicación

Los paneles fonoabsorbentes se ubican en puntos estratégicos de una sala, pues las ondas sonoras son directas lo cual no representa un problema para pensar en una cobertura total de los muros.

Normativa *NSR-10*

Los elementos no estructurales deben asegurar su comportamiento ante un sismo, por ello se tuvo en cuenta la NSR-10 capítulo A.9 "Elementos no estructurales"



+Ambiente Bogotá. (2022, marzo). Relleno Doña Juana recibió casi 3 millones de toneladas de residuos en 2021. https://oab.ambientebogota.gov.co/relleno-dona-juana-recibio-casi-3-millones-de-toneladas-de-residuos-en-2021/

Bernoussi, S. (2021). Propuesta de un producto de poliéster de desechos de fibras textiles en una matriz conglomerante de yeso, y su aplicación a trasdosados autoportantes. [Trabajo de grado]. Universidad de Sevilla.

Borges, P. (2015). Utilización de descarte de residuos textil (poliamida/poliéster), como agregado, em concreto. [Trabajo de maestría]. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Fabbrick. (2017). Fab-Brick. https://www.fab-brick.com/%C3%A0-propos

Lucic, Y. (2009). El ruido como problema en el aprendizaje: — personalización masiva, modelamiento parametrico y diseño generativo enfocados al desarrollo de paneles acústicos para salas de clase. [Tesis de grado. Universidad de Chile]. Repositorio académico.

Páez, D., Herrera, L., Acosta, Oscar, García, S. & Herrera, M. (2018). Desarrollo de un Panel Perforado para Acondicionamiento Acústico a base de Fibra de Guadua Colombiana (Guadua Angustifolia Kunth). Tecciencia, 13 (25), 11-18. https://doi.org/10.18180/tecciencia.2018.25.2

Parlamento Europeo. (2024, 22 de marzo). El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente. https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20201208STO93374/el-impacto-de-la-produccion-textil-y-de-los-residuos-en-el-medio-ambiente

Sanchis, V. (2015). Utilización de materiales textiles para la construcción de fachadas verdes. [Tesis de maestría. Universitat politècnica de València]. Repositorio institucional UPV. https://riunet.upv.es/handle/10251/58797

Semper, G. (2013). Semper: El estilo: El estilo en las artes técnicas y tectónicas; o, Estética práctica, y textos complementarios. Ediciones Akal. https://books.google.com.co/books?hl=ES&id=ACAoAJAHHe8sac4ejrgbq_ny4Ew&_

Urquiza & Maspoch. (2014). Viabilidad del reaprovechamiento de residuos de PVC provenientes de cables eléctricos: propiedades mecánicas. AFINIDAD LXX, (567). 185-191. https://raco.cat/index.php/Afinidad/article/view/281132