

Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar

Director de la División

Ciencias y Artes para el Diseño

UAM Xochimilco

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

KAANPUR – Filtro de agua cerámico

PERIODO:

18 de octubre del 2024 - 02 de mayo del 2025

PROYECTO:

Desarrollo humano

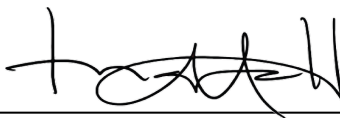
CLAVE:

XCAD000267



RESPONSABLE DEL PROYECTO:

VoBo_Dr. Carlos Cortes Ruiz



ASESORA INTERNA:

D.I. Sonia Ingrid Hidalgo Yong

Prestador del servicio social: Sánchez Vázquez Diego

Matricula: 2203023136

Licenciatura: Diseño Industrial

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Cel: 55-23-28-88-13

Correo electrónico: 2203023136@alumnos.xoc.uam.mx

Introducción

El programa de Desarrollo Humano Sostenible de la Universidad Autónoma Metropolitana tiene el objetivo de colaborar con comunidades, especialmente pueblos originarios, en el desarrollo de capacidades colectivas para apoyar acciones orientadas a su desarrollo humano sostenible. La forma de trabajo es mediante el establecimiento de comunidades de aprendizaje usando la metodología del cruce de saberes y se orienta a reflexionar sobre como usar diversos conocimientos técnicos ambientales, culturales, sociales, políticos y económicos en beneficio de las familias, colectivos y comunidades, con este método se abordan dinámicas de interacción entre la universidad y la comunidad, generando oportunidades para fortalecer la colaboración alrededor de las prioridades comunitarias, con esto, se busca amalgamar el conocimiento académico con la sabiduría popular, promoviendo un espacio de aprendizaje conjunto y transformador para todos.

El problema del agua se ha manifestado a nivel mundial; según datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), 884 millones de personas carecen de acceso a agua potable.

La disponibilidad de agua apta para el consumo humano en las zonas rurales de Oaxaca, Guerrero y Chiapas continúa representando un reto considerable. Diversas comunidades rurales dependen de fuentes hídricas que no siempre son seguras, debido a la presencia de sedimentos, microorganismos y otros agentes contaminantes, esta problemática radica en la falta de sistemas de filtración adecuados y accesibles para dichas comunidades, lo cual afecta directamente la calidad del agua disponible y, en consecuencia, la salud de sus habitantes.

En el presente documento se informa como se llevó a cabo la investigación para poder desarrollar un filtro cerámico, con el propósito de mejorar la situación relacionada con el acceso al agua en comunidades como San Cristóbal Amoltepec, Santa Lucía Monteverde, Santa Cruz Itundujia y Santiago Nundiche ubicadas en el estado de Oaxaca.

Este proyecto busca proporcionar una solución accesible y económica para el problema de la calidad del agua en las zonas rurales de las comunidades. Utilizando recursos locales como el barro, se pretende ofrecer una alternativa eficiente para mejorar la salud pública, reduciendo el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y contribuyendo al desarrollo sostenible de las comunidades.

Objetivo general

Diseñar y desarrollar un filtro cerámico eficiente, accesible y sostenible para la purificación de agua en comunidades indígenas, utilizando materiales locales y procesos de fabricación viables, con el fin de mejorar la calidad del agua y reducir riesgos de enfermedades.

Actividades realizadas

1. Análisis y recopilación de datos

Tras el análisis de información y documentos como transcripciones, fotografías, videos y audios, obtenidos de los diplomados impartidos por el programa en el año 2024, pudimos distinguir problemáticas presentes en las comunidades, y con base en un enfoque de diseño industrial, tanto el equipo de trabajo como los responsables del proyecto coincidieron que el acceso al agua representaba el desafío más pertinente a abordar. Esta problemática se repite en todas las comunidades evaluadas y responde a una necesidad básica fundamental en cualquier contexto.

Como parte del proceso de investigación, se llevó a cabo una entrevista, vía Zoom, con un experto en el tema de acceso al agua en comunidades de la región de Chiapas. Esta conversación permitió obtener un panorama más amplio sobre las dificultades que enfrentan diariamente los habitantes para acceder al recurso hídrico.

Posteriormente, se elaboró un cuestionario dirigido a los miembros de las comunidades, con el propósito de recabar información detallada sobre su situación cotidiana, identificar problemáticas específicas relacionadas con el agua y conocer las estrategias que han implementado o propuesto para abordar esta necesidad.

(Figura 1 Anexo A)

En el proceso de investigación se llevó a cabo una clasificación de distintos tipos de filtros, entre los cuales se identificaron: filtros de barro, de luz ultravioleta, de carga iónica, de ósmosis inversa y de carbón activado. De cada uno se analizaron sus ventajas y desventajas, así como la disponibilidad regional de los materiales necesarios para su fabricación, considerando también los costos de adquisición. En particular, se profundizó en el estudio de los tipos de barro presentes en la región, como; el barro rojo, blanco, negro, amarillo, barro de construcción y el utilizado en alfarería tradicional, ya que se trata de un material de fácil acceso en la zona y ampliamente utilizado en la elaboración de artesanías.

Posteriormente, se realizó un análisis de productos existentes en el mercado, evaluando aspectos como costos, métodos de producción, materiales empleados, durabilidad, tipo de mantenimiento requerido, y necesidades adicionales para su funcionamiento (como el uso de electricidad o tipos específicos de instalación). Algunos de estos productos están diseñados para integrarse a fregaderos, mientras que otros incluyen recipientes para el almacenamiento del agua filtrada. Este análisis permitió comprender mejor el funcionamiento del mercado actual, así como identificar qué soluciones han demostrado ser efectivas. **(Figura 2 Anexo A)**

Con base en esta información, se desarrollaron diversas propuestas y bocetos de filtros, combinando distintos métodos de purificación en un solo dispositivo. **(Figura 3 Anexo A)**. Se priorizó el uso de materiales económicos o de fácil obtención en la región, e incluso se consideró la reutilización de elementos accesibles para las comunidades, con el objetivo de que los filtros pudieran ser replicados localmente de manera sencilla.

Finalmente, se concluyó que, a pesar de la investigación teórica, es necesaria una fase de experimentación directa para determinar cuál de las propuestas resulta más adecuada. Por ello, se elaboró un presupuesto para la adquisición de materiales y la fabricación de modelos experimentales.

2. Experimentación

Presupuesto y Aprobación

Durante la primera semana, se elaboró un presupuesto detallado para la adquisición de los materiales necesarios para la realización de las pruebas, incluyendo el desglose de precios, cantidades y proveedores. Este presupuesto fue presentado al Dr. Carlos Cortés Ruiz para su revisión y aprobación. Una vez autorizado, se recibió el financiamiento correspondiente durante la semana siguiente, lo cual permitió proceder con la compra de los insumos requeridos.

(Figura 4 Anexo A)

Adquisición de Material

Con el financiamiento asegurado, se dio inicio al proceso de adquisición de materiales, contactando a los proveedores y sucursales especificados previamente en el plan de cotización. Este proceso se realizó conforme a lo establecido en el cronograma del proyecto.

Asesoramiento y Apoyo Técnico

Se contó con el acompañamiento y asesoría de los profesores D.I. Roberto García Sandoval y D.I. José Leandro Mendoza Cuenca, quienes brindaron orientación especializada sobre el funcionamiento y elaboración de filtros de barro. Su apoyo

fue fundamental para la investigación en torno al uso del barro originario de Oaxaca y su combinación con materia orgánica. Entre los aspectos destacados se incluyó la información sobre la incineración de la materia orgánica a determinadas temperaturas, así como la influencia del tamaño de las partículas en la generación de poros. Se señaló la necesidad de experimentar con diferentes porcentajes de materia orgánica y tamaños de partícula para optimizar la eficiencia del filtro.

Investigación sobre Materia Orgánica

Como parte del proceso investigativo, se analizaron diversos tipos de materia orgánica para determinar el punto en el que el barro pierde su plasticidad y la temperatura a la que dicha materia se convierte en ceniza. Esta información resultó esencial para el desarrollo de composiciones experimentales y su comportamiento durante el proceso de quema.

Desarrollo de Pruebas

Una vez reunidos los materiales necesarios, se procedió a su clasificación y tratamiento, según las exigencias de cada prueba. Por ejemplo, la arena sílica y el aserrín fueron cernidos para obtener distintos tamaños de partícula (**Figura 5 Anexo A**), lo que incidiría en la porosidad del barro tras la quema. El carbón activado adquirido fue lavado previamente, mientras que el arroz y el aserrín de mayor grosor fueron molidos para optimizar su uso en el proceso experimental. (**Figura 6 Anexo A**) El barro, obtenido ya preparado, fue dosificado en porciones de 300 gramos para su utilización en las pruebas. (**Figura 7 Anexo A**)

Primera Etapa de Pruebas

Con los materiales clasificados en granulometrías fina y gruesa, se procedió a la elaboración de las primeras muestras. Se produjeron dos placas de barro —una con barro de Oaxaca y otra con barro de Zacatecas— con dimensiones de 10 cm × 10 cm y un grosor de 1.2 cm. En ambas placas se trazó una línea diagonal de aproximadamente 14 cm como referencia para observar la reducción dimensional durante el secado. Además, se fabricaron dos piezas en forma de moneda, con un peso de 10 gramos cada una, con el objetivo de determinar la pérdida de humedad durante el proceso de secado.

Resultados de las primeras pruebas

En cuanto a los resultados obtenidos en esta primera fase experimental, se observó que las piezas en forma de moneda, que inicialmente pesaban 10 gramos, registraron una reducción de peso a 7 gramos tras el secado, lo que indica un contenido aproximado de 30 % de agua en la mezcla de barro. Por otro lado, las placas de barro, que presentaban originalmente una línea diagonal de 14 cm, redujeron su medida a 13 cm luego del secado, representando una disminución del 7 %. (**Figura 8 Anexo A**)

En total, se realizaron 28 pruebas experimentales (**Figura 9 Anexo A**), incluyendo las dos placas previamente mencionadas. Se trabajó con seis tipos distintos de materia orgánica: café molido grueso, café molido fino, aserrín grueso, aserrín fino, arroz molido grueso y arroz molido fino (**Figura 10 Anexo A**). Según la investigación previa y la asesoría recibida, se determinó que el contenido de materia orgánica no debía superar el 50 % de la masa del barro (excluyendo el contenido de agua), ya que porcentajes superiores comprometen la plasticidad del material. Por este motivo, las pruebas abarcaron proporciones de entre el 10 % y el 42 % de materia orgánica, observando que a partir del 40 % el barro comenzaba a perder plasticidad de forma significativa.

Se exploraron diversas combinaciones de materiales, y se identificaron comportamientos particulares en función del tipo de materia orgánica utilizada. Con los distintos tipos de aserrín, el barro tendía a secarse en exceso y a volverse más rígido. En contraste, el arroz no tuvo efectos negativos sobre la plasticidad, lo que permitió incorporar hasta un 40 % sin comprometer esta propiedad. El café, por su parte, se comportó como un punto intermedio: afectaba ligeramente la plasticidad, pero no generaba una pérdida de humedad tan marcada como el aserrín.

Las 28 pruebas fueron organizadas en una tabla en la que se registraron el porcentaje y el peso de cada componente, el tipo de barro utilizado, y la longitud de las líneas diagonales trazadas para medir la contracción durante el secado. (**Figura 11 Anexo A**)

Pruebas de Compactación

Con el apoyo del Departamento de Tecnología y Producción, que facilitó el uso de una prensa, se llevaron a cabo pruebas de compactación con otros materiales como arena sílica, piedras, algodón, telas (como yute y lona de algodón) y carbón activado. Para estas pruebas, se utilizaron botellas de plástico a modo de moldes o cajones, en cuyo interior se acomodaron los materiales en diferentes configuraciones antes de ser compactados. (**Figura 12 Anexo A**)

3. Prototipado

Una vez iniciada la fase de experimentación con materiales, se procedió a definir la estrategia más adecuada para la elaboración del prototipo funcional. El objetivo fue aprovechar al máximo los materiales disponibles y complementar con otros que permitieran construir un modelo demostrativo, en el cual se pudieran visualizar claramente los distintos filtros y el proceso de decantación del agua.

El primer paso consistió en el horneado de las 28 muestras de barro con diferentes porcentajes de materia orgánica. Estas piezas fueron introducidas en el horno durante un periodo de aproximadamente 5 a 6 horas, alcanzando una temperatura máxima de 850 °C. Finalizado el proceso de cocción, se observó que no todas las muestras resistieron el proceso térmico. De las 28 pruebas iniciales, únicamente 19 lograron conservar su integridad estructural tras el horneado. Cabe mencionar que las piezas recuperadas presentaban una cantidad considerable de tizne, por lo que fue necesario realizar una limpieza minuciosa antes de su análisis posterior. **(Figura 12 Anexo A)**

Después de que las 19 muestras de barro se secaron adecuadamente, se procedió a crear un sistema experimental utilizando empaques de plástico, con el objetivo de observar el paso del agua a través de las placas de barro. Se realizaron pruebas de decantación con todas las muestras, y aunque la mayoría de ellas mostró capacidad de filtrado, se seleccionaron las 4 placas que ofrecieron los mejores resultados en términos de tiempo de filtrado y absorción de humedad. Con esta selección y tras haber determinado la disposición óptima de los filtros caseros, se continuó con la construcción del prototipo final. **(Figura 13 Anexo A)**

Para la elaboración del prototipo, se optó por utilizar acrílico de 3 mm de grosor, con el fin de crear una estructura tipo cajón del tamaño exacto de las placas de barro, permitiendo observar de manera más efectiva el paso del agua por cada componente del filtro. Esto facilitaría la identificación de áreas que requerían rediseño o confirmar el funcionamiento adecuado del sistema. **(Figura 14 Anexo A)**

El proceso comenzó con la medición y marcado del acrílico en las distancias donde se efectuarían los dobleces. Con la ayuda del taller de plásticos, se utilizó una resistencia específica para realizar los dobleces en dos ángulos de 90 grados, y posteriormente se unieron las partes mediante remaches y tornillos, formando así el cajón.

Una vez que se lograron las cuatro piezas de acrílico con la forma deseada, se realizaron perforaciones para insertar los remaches y tornillos, asegurando así la presión necesaria para mantener los materiales en su lugar. Además, se incorporaron pequeñas escuadras internas para soportar las placas de barro. **(Figura 15 Anexo A)**

Con el cajón ensamblado, se procedió a pesar los materiales y fijar las placas de barro en su interior utilizando silicón, asegurándose de sellar cuidadosamente los bordes para evitar cualquier fuga. **(Figura 16 Anexo A)** Tras el secado del silicón, se cargaron los materiales en el siguiente orden: filtro cerámico, espacio, filtro

cerámico, carbón activado, arena sílica, grava sílica y piedra volcánica. **(Figura 17 Anexo A)**

Una vez que los materiales fueron adecuadamente acomodados, se procedió a compactarlos utilizando una prensa y una placa de madera del tamaño del cajón. Posteriormente, se realizó la prueba de decantación, la cual indicó que 1 litro de agua podía ser filtrado en aproximadamente 30 minutos, dependiendo de la fuerza con la que el agua caía sobre el sistema.

Con los resultados obtenidos, se elaboró una presentación que fue mostrada al encargado del proyecto para su aprobación, con el objetivo de llevar el filtro a Oaxaca en el próximo viaje a Tlaxiaco. Lamentablemente, debido a limitaciones de tiempo, las pruebas de calidad del agua no pudieron llevarse a cabo, pero estas se encuentran dentro de los planes futuros. Sin embargo, se presentó el proceso de elaboración del filtro y el concepto de que este podría ser replicado fácilmente en cualquier lugar, con un costo bajo de producción.

Metas alcanzadas

Primera fase: Logramos cumplir con las primeras actividades expuestas en nuestro cronograma, la investigación etnográfica y la investigación de acercamiento hacia los filtros cerámicos, materiales, procesos y construcción, me ayudaron a poder llegar a un acercamiento de experimentación y prototipado con materiales de transición, esto ayudara a tener un mejor resultado en las pruebas y a desarrollar mejores propuestas de diseño, ya que notaremos comportamientos que tengan los materiales a la hora de aplicarlos en los prototipos de prueba, el llegar hasta este punto de la investigación ha sido demasiado rápido para esta primera fase, seguir trabajando con el mismo desempeño y compromiso también es una gran meta que debemos seguir manejando constantemente para el desarrollo en tiempo y forma del proyecto.

Segunda fase: Logramos cumplir con las actividades expuestas en nuestro cronograma para esta segunda fase del proyecto, la realización de las pruebas de compactación de materiales, pruebas de mezcla de barro Oaxaca con materias orgánicas y la observación de los comportamientos de los diferentes materiales, esto nos ayudara a tener un acercamiento más preciso para la implementación de dichos materiales en el prototipo funcional final que se diseñara y fabricara para ponerlo a prueba, todo este avance realizado ha sido demasiado rápido gracias al apoyo de nuestros asesores y profesores involucrados en el proyecto, el seguir trabajando con el mismo desempeño y compromiso también es una gran meta que debemos seguir manteniendo constantemente para el desarrollo en tiempo y forma del proyecto.

Tercera fase: Logramos cumplir con las actividades en tiempo y forma que se expresaron en el cronograma para esta tercera parte de nuestra investigación, que se centró principalmente, en el proceso de producción de dos prototipos finales del filtro cerámico, este proceso nos ayudó para repensar en varias ideas para el diseño final de dicho filtro, ya que nos encontramos con muchas cuestiones técnicas que tenemos pendientes por resolver para generar una línea de producción más rápida y eficaz, esto dependerá también de los materiales y su comportamiento, mientras tanto ha sido un avance rápido para el tiempo que hemos tenido, esa meta también se ha cumplido, el tener el trabajo en tiempo y forma para poder presentarla a las comunidades en los viajes del diplomado. Otra meta lograda fue llamarle interés de las personas de las comunidades de Oaxaca, Chiapas y Guerrero, por el interés de aprender a fabricar sus propios filtros cerámicos, esta será un gran reto, ya que se tendrá que pensar en desarrollar un temario con prácticas para que las ideas sean transmitidas de la mejor manera, y se entiendan todas las actividades de este curso, para que la gente pueda replicar este filtro en sus comunidades.

Resultados y conclusiones

El proyecto permitió comprobar que el diseño industrial puede desempeñar un papel fundamental en la generación de soluciones prácticas y sostenibles frente a problemáticas sociales como el acceso al agua potable. A través de una metodología basada en investigación, experimentación y prototipado, fue posible desarrollar un filtro de bajo costo, adaptable y replicable por las comunidades.

Se identificó que el barro local, combinado adecuadamente con materia orgánica como el grano de café y de arroz, ofrece una alternativa viable para la fabricación de filtros cerámicos eficientes. Además, el diseño del prototipo propuesto facilita su transporte, mantenimiento y función por parte de los usuarios, lo cual es esencial en entornos con recursos limitados.

Aunque las pruebas de calidad del agua quedaron pendientes, el trabajo desarrollado sienta bases sólidas para futuras fases del proyecto, donde se podrá validar científicamente la eficacia del sistema filtrante y su impacto en la salud comunitaria. En definitiva, esta experiencia de servicio social demuestra cómo el diseño industrial, orientado por la investigación y la empatía social, puede contribuir significativamente a mejorar las condiciones de vida de poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Recomendaciones

- Realizar pruebas de calidad del agua filtrada

- Formalizar los procedimientos de fabricación, mezclas, secado y horneado mediante fichas técnicas facilitará la reproducción del filtro en otros contextos.
- Explorar el uso de otros barros y tipos de materia orgánica disponibles en diferentes regiones podría mejorar la adaptabilidad del filtro a distintas zonas rurales.
- Involucrar directamente a los habitantes en la fabricación y validación de los filtros fortalecerá el sentido de apropiación, mejorará el diseño desde la experiencia de uso y facilitará la capacitación para su mantenimiento.
- Crear manuales ilustrados, videos o talleres comunitarios puede facilitar la capacitación local y multiplicar el alcance del conocimiento generado.

Anexo A

Figura 1.

Temas a abordar en la entrevista y cuestionarios

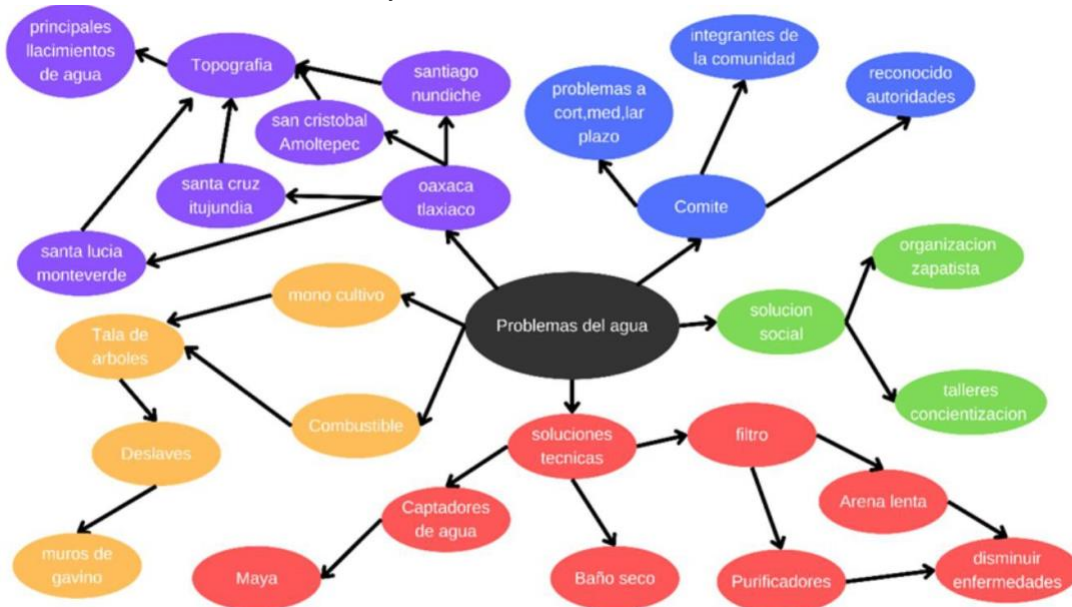


Figura 2.

Análisis de análogos

IMAGEN	NOMBRE/MARCA	CARACTERÍSTICAS	PRECIO
	Filtro de arcilla purificador de agua São Pedro, 10 litros Medidas: 61 cm de altura y 24 cm de diámetro.	Hecho a mano en arcilla, proporciona agua naturalmente fresca y saludable y reduce las impurezas presentes en el agua. Limpieza: utilice sólo esponja limpia y agua. Mantenimiento de las velas: las velas deben cambiarse cada 6 meses.	\$9,360.00 MXN
	Ecofiltro Purificador y Dispensador de Agua Cerámica Mediano (8 L)	Fabricado en cerámica de alta temperatura (stoneware) Brinda un producto de mínima porosidad que asegura cero absorción de olores y sabores.	\$4,328.00 MXN
	Ecofiltro Purificador y Dispensador de Agua Cerámica Mediano (8 L) Diámetro: 25.5cm Alto: 34cm	Fabricado en cerámica de alta temperatura (stoneware), en bicocción a 1,200 °C, lo que brinda un producto de mínima porosidad que asegura cero absorción de olores y sabores.	\$4,199.00 MXN

	Ecofiltro Toma Agua Dona Agua Repuesto para Ecofiltro Unidad Filtrante Grande (10 litros)	Elaborado con Barro, Plata Coloidal y Carbón Activado.	\$1,250.00 MXN
	U M A Filtro Purificador de Agua Filtrado Mediante Piedra Microporosa Plata Coloidal y Carbón Activado	Fabricado en Cerámica Stoneware Capacidad 12 Litros de Agua	\$6,650.00 MXN

Figura 3.
Ideas bocetadas.

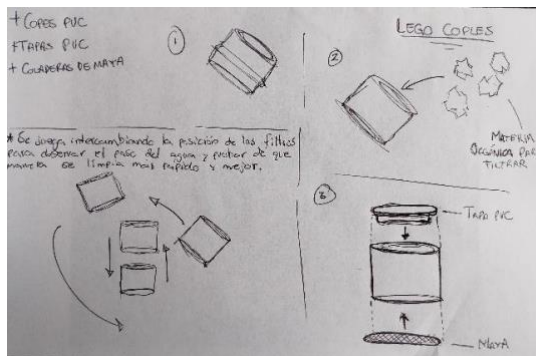
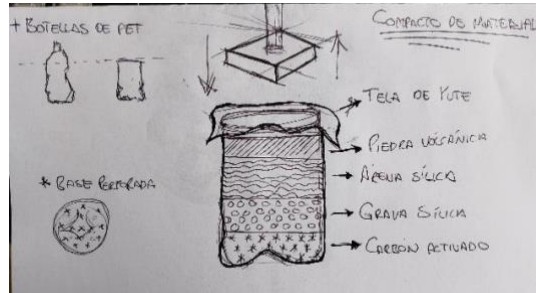
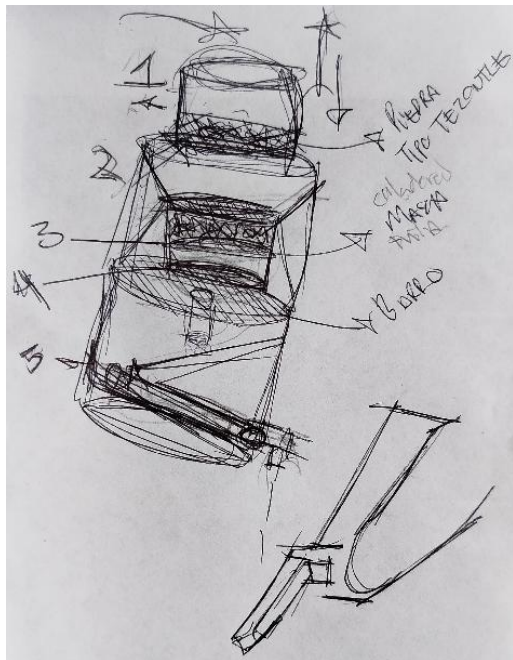
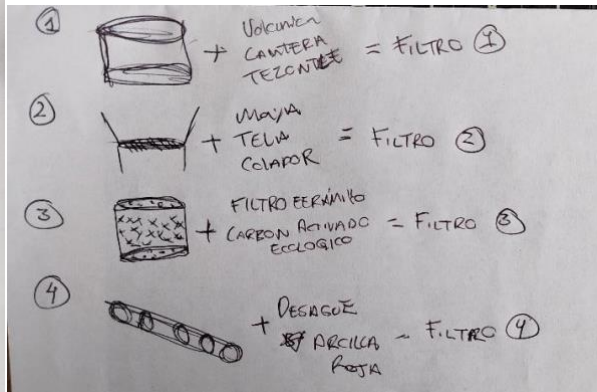
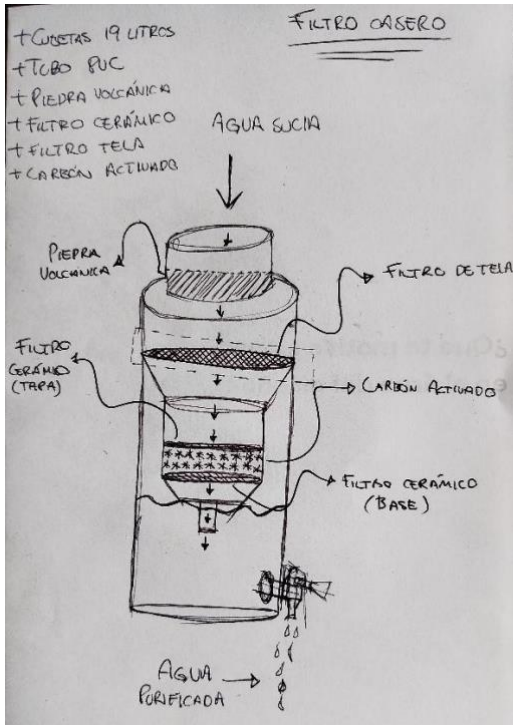
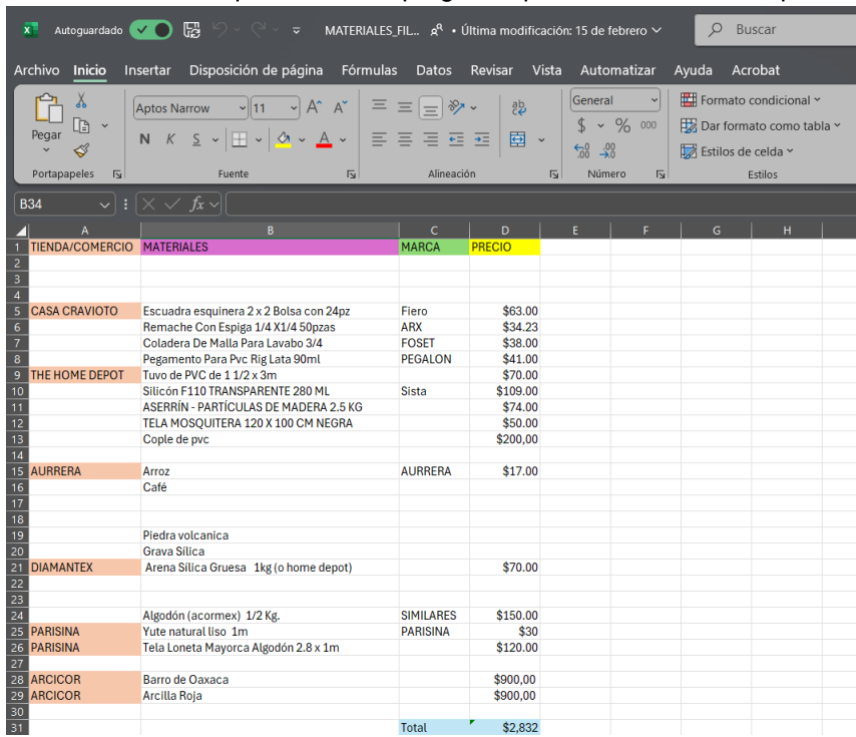


Figura 4.

Lista de materiales presentada al programa para la realización de pruebas



The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled 'MATERIALES_FIL...'. The spreadsheet lists various materials and their prices. The columns are labeled 'TIENDA/COMERCIO', 'MATERIALES', 'MARCA', and 'PRECIO'. The data is as follows:

TIENDA/COMERCIO	MATERIALES	MARCA	PRECIO
CASA CRAVIOTO	Escuadra esquinera 2 x 2 Bolsa con 24pz	Fiero	\$63.00
	Remache Con Espiga 1/4 X1/4 50pzas	ARX	\$34.23
	Coladera De Malla Para Lavabo 3/4	FOSET	\$38.00
	Pegamento Para Pvc Rig Lata 90ml	PEGALON	\$41.00
THE HOME DEPOT	Tuvo de PVC de 1 1/2 x 3m		\$70.00
	Silicón F110 TRANSPARENTE 280 ML	Sista	\$109.00
	ASERRIN - PARTICULAS DE MADERA 2.5 KG		\$74.00
	TELA MOSQUITERA 120 X 100 CM NEGRA		\$50.00
	Cople de pvc		\$200.00
AURRERA	Arroz	AURRERA	\$17.00
	Café		
	Piedra volcanica		
	Grava Silica		
DIAMANTEK	Arena Silica Gruesa 1kg (o home depot)		\$70.00
	Algodón (acormex) 1/2 Kg.	SIMILARES	\$150.00
PARISINA	Yute natural liso 1m	PARISINA	\$30
PARISINA	Tela Loneta Mayorca Algodón 2.8 x 1m		\$120.00
ARCICOR	Barro de Oaxaca		\$900.00
ARCICOR	Arcilla Roja		\$900.00
	Total		\$2,832

Figura 5.

Moler y cernir aserrín



Figura 6.
Arroz molido y cernido



Figura 7.
Dosificaciones de barro Oaxaca para su previa mezcla con materia orgánica



Figura 8.
Toma de medidas de muestra seca de barro Oaxaca

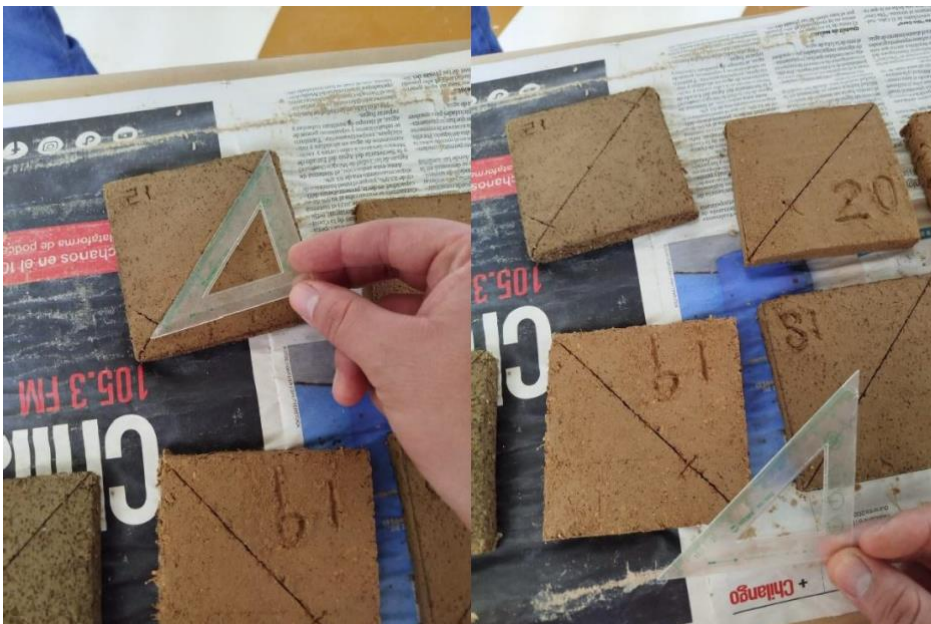


Figura 9.
Secado de pruebas experimentales



Figura 10.
Materias orgánicas utilizadas



Figura 11.

Tabla de registro de muestras

Numero de prueba	Nombre clave	barro		aserrín		Aserrín grueso		Café grano grueso		Café grano delgado		Arroz grano grueso		Arroz grano fino		Línea	
		70% Masa	30% agua	% Prueba	% Real	% Prueba	% Real	% Prueba	% Real	% Prueba	% Real	% Prueba	% Real	% Prueba	% Real	húmedo	seco
1	Barro Oaxaca O	175gr	75gr													13.8 cm	12.9 Cm
2	Barro Zacatecas Z	175gr	75gr													14 cm	12.7 Cm
3	Aserrín 20 20-O	210gr	90gr	20% 60gr	28% 60gr											14 cm	13.2 cm
4	Aserrín 10 10-O	210 gr	90gr	10% 30gr	14% 30gr											13.9 cm	13.1
5	Café Grande CG	210gr	90gr					15% 45 gr	21% 45gr	5% 15gr	7% 15gr					14 cm	13
6	Café Delgado Cd	210gr	90gr							20% 60gr	28% 60gr					14.3 cm	13.2
7	Aserrín y Café AC	210gr	90gr	10% 30gr	14% 30gr					10% 30gr	14% 30gr					14 cm	13.2
8	Aserrín y Café 20 CA2	210gr	90gr	10% 30gr	14% 30gr					20% 60gr	28% 60gr					13.7 cm	13
9	Arroz Fino y Grueso AFG	210gr	90gr									10% 30gr	14% 30gr	10% 30gr	14% 30gr	14 cm	13.2
10	Arroz Grueso 1 AG	210gr	90gr									20% 60 gr	28% 60gr			14 cm	13.1
11	Arroz Café y Aserrín 1 ACA	210gr	90gr	5% 15gr	7% 15gr					5% 15gr	7% 15gr	5% 15gr	7% 15gr			14 cm	13.2
12	Arroz y Café AC	210gr	90gr							10% 30gr	14% 30gr	20% 60 gr	28% 60gr			14 cm	13
13	Arroz y Aserrín AA	210gr	90gr									20% 60gr	28% 60gr			14 cm	13
14	Arroz Café y Aserrín 2	210gr	90gr	10% 30gr	14% 30gr					10% 30gr	14% 30gr	20% 60gr	28% 60gr			14 cm	13.1

15	Arroz Grueso 2 AG30	210gr	90gr									30% 90gr	42% 90gr			14 cm	13.2
16	16 Zacatecas	210 gr	90 gr					5% 10.5 gr	5% 10.5gr				5% 10.5 gr			13.6 cm	
17	17 Zacatecas	210 gr	90gr					10% 21gr					10% 21gr			13.5 cm	
18	18 Zacatecas	210 gr	90gr						10% 21gr							14 cm	
19	19 Zacatecas	210 gr	90gr					10% 21gr								13.5 cm	
20	20 Zacatecas	210 gr	90gr										20% 42gr			14 cm	
21	21 Zacatecas	210 gr	90gr						10% 21gr				20% 42gr			14 cm	
22	22 Oaxaca	210 gr	90gr						10% 21gr				20% 42gr			14 cm	
23	23 Zacatecas	210 gr	90 gr					10% 21 gr	10% 21gr				10% 21gr			10 cm	
24	24 Zacatecas	210 gr	90 gr					5% 10.5gr	20% 42gr				10% 21 gr			10 cm	
25	25 Zacatecas	210 gr	90 gr					15% 31.5 gr								10 cm	
26	Oaxaca	210 gr	90 gr							30% 63 gr						10 cm	
27	Oaxaca	210 gr	90 gr					15% 31.5 gr								10 cm	

Figura 12.
Pruebas de compactación



Figura 13.
Piezas horneadas



Figura 13
Pruebas de filtración

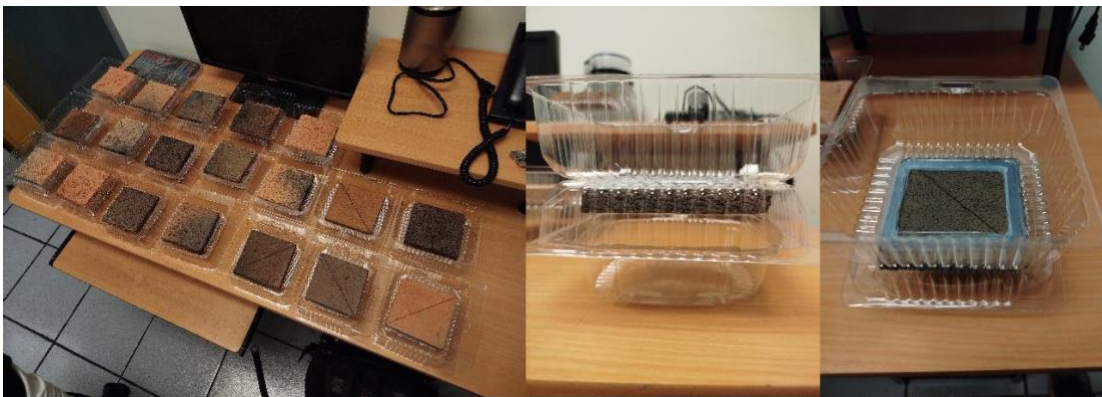


Figura 14.
Prototipos finales de filtro cerámico



Figura 15.
Armado de cajón para filtro cerámico



Figura 16.
Pegado de filtros cerámicos

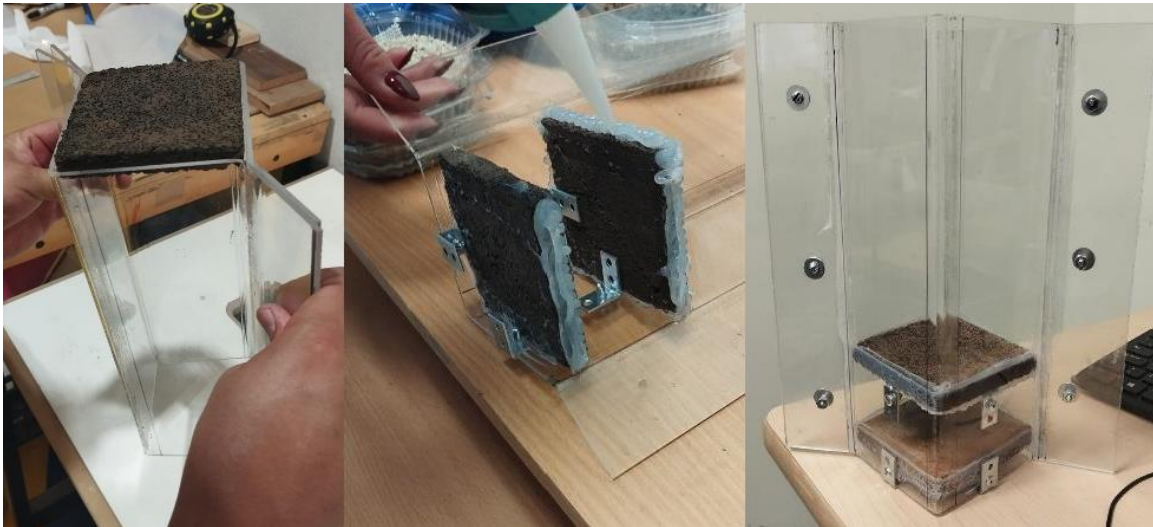


Figura 17.
Compactación de materiales.

