



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DISEÑO DE ESTUFA CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA
BASADO EN LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA

AUTOR

Christian Andrés Poveda Chávez

AÑO

2018



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DISEÑO DE ESTUFA CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA
BASADO EN LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Licenciado en Diseño Gráfico - Industrial

Profesor Guía

M.I. Edgar Patricio Jácome Monar

Autor

Christian Andrés Poveda Chávez

AÑO

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido el trabajo, Diseño de estufa con sistema de calentamiento de agua basado en la combustión de leña, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Christian Andrés Poveda Chávez, en el semestre 2018-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Edgar Patricio Jácome Monar
Magíster en Ingeniería Industrial
CI: 1710893197

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber revisado este trabajo, Diseño de estufa con sistema de calentamiento de agua basado en la combustión de leña, del estudiante, Christian Andrés Poveda Chávez, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Tom Hendrikus Maria Van Diessen

Magister en Ciencias de Diseño de Productos Integrados

CI: 1756289144

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron todas las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Christian Andrés Poveda Chávez

1714241948

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, a todos los maestros que tuvieron gran influencia en mi formación, a Patricio Jácome, Tom Van Diessen, Miguel Torske, Gracia Chicaiza y Edison Medina.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, Sergio y Silvia, a mis hermanos, Sergio y David, y a Tania Cuenca, gracias por el apoyo incondicional que me brindan.

RESUMEN

En la actualidad muchas familias aún utilizan leña como combustible para preparar alimentos. La manera precaria en que se hace esto genera problemas tanto de salud como de confort en los individuos. Además, se sobre utiliza el combustible generando emisiones que impactan al medio ambiente. Este tema se ha tratado con anterioridad y la solución es conocida como estufa mejorada la cual es hecha en materiales como barro, cemento, ladrillos, etc.

El presente proyecto propone un diseño de estufa a leña que simplifique el espacio que ocupa y optimice su función. Además de reducir la cantidad de combustible aplicado y reducir las emisiones de CO₂. Para ello se aplican materiales que dado su composición dan gran estabilidad, duración y una combustión más eficiente y limpia.

También se implementa un sistema de calentamiento de agua que aprovecha la energía desprendida y proporciona agua caliente para el aseo de los usuarios.

En conclusión, el proyecto apunta a optimizar el espacio y función de las precarias estufas a leña. Por otra parte, añade características a una estufa convencional como un sistema de calentamiento de agua. Todo con el propósito de elevar el nivel de confort de los usuarios.

ABSTRACT

In the current times, many families still use wood as their primary fuel to heat and prepare their food. This is a precarious and risky practice generates comfort issues as well as health problems. Also, there is a waste of fuel that leads to CO₂ emissions having a negative impact in the environment. This topic had been treated previously with a solution known as improved stove which is made of basic construction materials like clay, cement, brick, etc.

This project proposes a wood stove design that simplifies and optimizes its functionality as well as its space occupancy. Furthermore, it reduces the amount of fuel applied and decreases CO₂ emissions. Thus, the materials applied on this solution guarantee stability, duration and a cleaner and more efficient combustion.

It also incorporates a water heating system which takes advantage of the energy produced by combustion and provides hot water for hygiene of the user.

In conclusion, this project intends to optimize space and function of the precarious wood stoves. Moreover, it adds features to a stove such as a water heating system. The main goal is to increase the users comfort level.

ÍNDICE

1.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	Objetivo General	4
3.2	Objetivos Específicos	4
4.	MARCO TEÓRICO	5
4.1	Antecedentes	5
4.2	Aspectos de Referencia	6
4.3	Aspectos Conceptuales.....	16
4.3.1	Fogón Abierto	16
4.3.2	Cocinas Mejoradas	16
4.3.3	Calentador de Agua (tanque).....	35
4.3.4	Impactos a la Salud	42
4.3.5	Importancia de la Leña	42
4.3.6	Aprovechamiento de Energía	43
4.4	Aspectos Teóricos.....	44
4.5	Marco Normativo y Legal.....	48
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	54
5.1	Metodología de Diseño.....	54
5.2	Tipo de investigación.....	54
5.3	Población	54
5.4	Muestra	54
5.5	Variables	55
6.	INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO (Objetivo específico 1).....	57
6.1	Comedor Popular Jesús Peregrino.....	57
6.2	Entrevistas.....	60
7.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA (Objetivo específico 2).....	64
7.1	Brief de Diseño.....	64
7.2	Fase 1, Bocetos	69
7.3	Fase 2, Propuestas de Productos	93
7.3.1	Propuesta 1: Red	93
7.3.2	Propuesta 2: Cilíndrica.....	95
7.3.3	Propuesta 3: Gold	97
7.3.4	Propuesta 4: Yellow	100
7.3.5	Propuesta 5: Hexagonal	104

7.3.6	Propuesta 6: Silver.....	108
7.4	Fase 3, Propuesta Formal	117
7.5	Fase 4, Producto Detallado	127
7.6	Prototipo.....	152
8.	VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA (Objetivo específico 3).....	154
8.1	Prototipo.....	154
8.2	Revisión Miguel Torske	155
8.3	Marco Vintimilla (Fabricante).....	155
8.4	Revisión Comedor Popular Jesús Peregrino	156
8.5	Propuesta Mejorada	157
8.6	Relación Usuario – Producto	188
8.7	Costos.....	190
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	193
9.1	CONCLUSIONES.....	193
9.2	RECOMENDACIONES.....	194
	REFERENCIAS.....	195
	ANEXOS	198

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los sectores rurales del cantón Mejía (Sur de Quito), así como en otros sectores rurales del país, la falta de accesibilidad a gas de cocina obliga a muchas familias a cocinar con leña y carbón en estufas o fogones abiertos. La continuidad de esta manera cocinar revela deficiencias funcionales, problemas de salud y disminución del confort familiar. Estos aspectos deben ser analizados y resueltos para elevar el nivel de vida de las familias de estos sectores.

Se evidencia que las estufas o fogones abiertos son construidos por mera intuición. Este es el factor que conlleva a lo expresado anteriormente. El fogón abierto dentro del hogar no permite que el fuego se concentre únicamente en los recipientes de cocción, sino que se esparce y la energía no es aprovechada al máximo. De esta manera la cocción de los alimentos demora y se aumenta el consumo de leña.



Figura 1. Olla sobre fogón ubicado en el cuarto de cocina del comedor.

Por otro lado, el proceso de encendido y combustión genera humo y emisiones de CO₂ que se acumulan en el interior del hogar. Así, los miembros familiares son expuestos a estos gases que a la larga tendrán consecuencias en su salud concretamente en el sistema respiratorio. Además, tener un fogón abierto es un riesgo ya que los individuos pueden sufrir quemaduras.

La acumulación de estos gases además de ocasionar problemas de salud se impregna en el interior del hogar. Esto altera el confort pues las personas tienen que vivir con el olor a humo, las paredes en el interior se oscurecen debido al hollín y definitivamente es incómodo.

Se debe encontrar una solución a los aspectos mencionados aquí. De lo contrario las familias del sector rural continuarán con problemas de salud, incomodidad y consumiendo mayor cantidad de leña lo cual puede tener un impacto al medio ambiente.



Figura 2. Espacio de cocina y almacenaje.

JUSTIFICACIÓN

La motivación para la realización de este proyecto es dar una solución a la cocina de leña de modo que se eleve la comodidad y calidad de vida de habitantes del sector rural. Partiendo de una solución a las estufas y quemadores de leña precarios que es la cocina mejorada. Llevar esta solución un paso más allá, en otras palabras, innovar.

En base a lo expresado aquí, este proyecto busca darles un enfoque innovador a los sistemas de cocina de leña. El enfoque está en aumentar la eficiencia y características de estos sistemas. Las cocinas mejoradas implementadas en el país han demostrado disminuir problemas de salud, explotación de madera, emisiones, etc. Sin embargo, se observa que la mayor parte de su volumen es material de relleno que no cumple ninguna función ni utilidad y que no se puede modificar.

Aún existe campo que abarcar dentro de la temática de estufas ecológicas y por ello el motivo del presente proyecto. Basándose en la información existente para modificar el diseño, simplificar el uso de espacio y añadir funcionalidad. Los logros y fines que se pretenden alcanzar son:

- Innovar en el diseño de una cocina mejorada, añadiendo más funcionalidad y optimizando el uso de leña.
- Aplicar procesos y materiales que garanticen una larga vida útil al producto.

Una vez expresado esto, el enfoque está en añadir más quemadores a la estufa, proyectar el mismo sistema de combustión de biomasa para calentar agua que pueda ser usada principalmente en la higiene. Así, este proyecto contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector rural. La propuesta busca que el individuo que usa leña como combustible tenga más comodidad y confort. Cabe mencionar que, si bien el presente proyecto está dirigido a los habitantes del sector rural de la periferia sur de Quito concretamente en la parroquia Cutuglagua, es inclusivo puesto que no descarta a pobladores de distintos sectores socio-económicos.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Diseñar una estufa con sistema de calentamiento de agua mediante la combustión de biomasa para los habitantes del sector rural de la periferia sur de Quito (Cutuglagua, Cantón Mejía).

1.2 Objetivos Específicos

- Investigar casos en que se ha implementado cocinas mejoradas en sectores rurales.
- Diseñar la estufa con su sistema de calentamiento de agua.
- Validar la propuesta con expertos y público objetivo.

MARCO TEÓRICO

1.3 Antecedentes

Parroquia Cutuglagua

Es una de las 8 parroquias que conforman el cantón Mejía. Cutuglagua es la parroquia limita en el sur al cantón Mejía del cantón Quito. Su clima es templado cuenta con una temperatura promedio de 11° C. Tiene una elevación de entre 2800 y 4200 msnm. Su extensión es de km² y es la parroquia con mayor población en el cantón con alrededor de 25,000 habitantes. Es una región multicultural pues sus pobladores provienen de diversas provincias de la sierra principalmente, además, de familias que han retornado del exterior y familias de migrantes que han impulsado al desarrollo de la parroquia.

Se divide administrativamente en 40 barrios. La parroquia se divide por la carretera panamericana sur en un sector occidental que alberga mayor parte de la población y el sector oriental en el que se encuentran el mayor número de establecimientos educativos. Más del 50% de la población no cuenta con servicios básicos de agua potable y alcantarillado. En todos los barrios de Cutuglagua se realizan mingas para obtención de agua tratada, aseo de veredas y calles.

En el sector occidental de la parroquia los barrios tienen conflictos. Las pugnas se dan debido a malas administraciones barriales. Existen quejas de corrupción por peticiones de cuotas sin muestras de labor o beneficio para la comunidad. En la actualidad los habitantes de Cutuglagua se dedican a la carpintería, albañilería, cerrajería y chatarrería. La actividad agrícola y ganadera era una de las fortalezas del sector, pero se ha ido abandonado progresivamente debido al desarrollo y crecimiento del cantón vecino. La mayor parte de los habitantes salen a laburar en Quito.



Figura 3. Ubicación de la Parroquia Cutuglagua.

Adaptado de (Google Maps, 2017)

1.4 Aspectos de Referencia

Desde la aparición del hombre moderno en la tierra (hace 200,000 años), éste ha utilizado leña como combustible para cocinar alimentos y mantenerse caliente. Esta tecnología se sigue aplicando hasta la actualidad. Es un hecho que existen nuevas tecnologías en la forma que preparamos nuestros alimentos. Están las estufas a gas, estufas eléctricas, estufas solares, etc. Sin embargo, aún existen habitantes que utilizan leña para preparar sus alimentos y algunas de las razones son la falta de abastecimiento de gas metano, bajos ingresos (pobreza), vivienda en sectores rurales sin acceso a servicios básicos, etc. La solución más común que se emplea para cocinar con leña es sencilla; se coloca la leña en el suelo, rocas, ladrillos junto con una parrilla pueden servir de soporte sobre el cual se pone una cacerola.

En Perú, Evelyn Alberto, ejecutora en la ONG Visión Mundial, llevó a cabo el proyecto de implementación de cocinas mejoradas en la comunidad rural de Cumpayhuara en 2011. En dicha comunidad las familias usaban leña, estiércol y residuos como combustible para preparar alimentos y calentar el interior de los hogares. Se utilizaban fogones precarios y abiertos los cuales emiten gases considerados nocivos para la salud y medio ambiente. El trabajo realizado en esta comunidad se basó en educar y capacitar a los habitantes de esta comunidad sobre los beneficios y construcción de una cocina mejorada. El objetivo fue mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir los problemas de salud, reducir las emisiones de gases y optimizar el uso de leña. Las estufas implementadas variaban en el diseño; en el número de quemadores que iban de 1 a tres y según dónde se ubicarían en cada vivienda. (Alberto, E. 2013)

En la mayoría de los sectores rurales de África sus habitantes usan desecho y madera como combustibles para sus estufas de leña. En Etiopía, 2014, una comunidad rural en el sur de este país se las arreglaba cocinando en estufas de barro poco eficientes. La causa radicaba en que las estufas construidas eran meramente intuitivas. Por una parte, las estufas construidas eran ineficientes pues demoraban mucho tiempo en cocinar. Por otro lado, había preocupación debido a que se consumía demasiada leña lo cual contribuía a la deforestación de bosques de la región. De esta manera, Alex McCausland, ecologista y activista de Permaculture Worlwide Network, junto con habitantes de la región, propuso soluciones a las ineficientes estufas. Así, se desarrolló una estufa que presentaba una cámara de combustión conectada a un área de sección transversal (conducto de aire) que termina en una chimenea. Además de 3 quemadores escalonados que iban por encima del conducto de aire.

Esta primera solución demostró ser un poco más eficiente que el diseño anterior. Pero aun existían algunas fallas; por ejemplo, las emisiones de CO₂ se escapaban por espacios entre quemador y quemador además de escaparse el calor producido por la combustión de la leña. La forma escalonada de los quemadores también presentaba inconvenientes ya que el usuario debía adoptar

distintas posturas para usar cada quemador lo cual tendría repercusiones a la salud (espalda) a largo plazo. Tomando en consideración lo antes mencionado se realizó un último diseño. Este último abordaje corrigió los errores anteriores.



Figura 4. Cocina a leña escalonada, Etiopía.

Tomado de (McCausland, A. 2013)

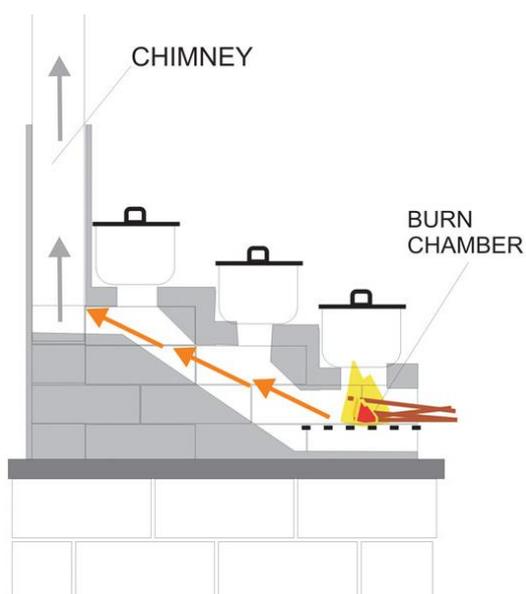


Figura 5. Diagrama de los elementos de una estufa escalonada.

Tomado de (McCausland, A. 2013)

Las paredes del conducto de aire fueron cubiertas por una capa de ceniza cuya función era aislar el calor e intensificarlo. Se aisló los espacios entre quemador y quemador para evitar fugas de CO₂ y calor. Se ubicó a los quemadores a un mismo nivel (70 centímetros desde el piso). Los materiales que se aplicaron a este último enfoque fueron un marco de acero para los quemadores, barro, concreto, ladrillos de barro, ceniza, tubo de aluminio (chimenea). Como resultado se redujo el consumo de leña, combustión de leña más eficiente, menor tiempo de cocción de alimentos y una considerable reducción de emisiones de CO₂. (McCausland, A. 2013)

El Dr. Larry Winiarsky desarrollo una estufa denominada Rocket Stove (Estufa Rocky). Para ello llevo a cabo un proceso de investigación exhausta para obtener la estufa de leña más eficiente. Además, sus modelos de estufas han ayudado al desarrollo grupos indígenas alrededor del mundo. En el modelo propuesto por Winiarsky consta de un conducto en forma de L por el cual en su porción lateral se inserta la biomasa y en su porción vertical se libera el calor (fuego) y humo. En el codo de este conducto se ubica la cámara de combustión. Este conducto es la parte principal del modelo de Winiarsky debido a que existe un paso eficiente de aire que ayuda al momento de quema de biomasa. Al ser un conducto cerrado se evita que el calor se pierda y hay mayor eficiencia en la combustión de la leña. Su investigación ha llevado a desarrollar 10 principios básicos para estufas de leña.

Tabla 1.
Principios de diseño de estufas a leña.

Principios de diseño de estufas a leña	
1	Aislar alrededor del fuego utilizando materiales livianos resistentes al calor.
2	Colocar una chimenea aislada corta encima del fuego.
3	Calentar y quemar las puntas de palos (leña) cuando ingresen al fuego. Habrá mucho menos humo si sólo la leña que se quema está caliente.

	Tratar de mantener el resto de la leña fría para evitar que arda sin llama y genere humo. La clave es liberar la cantidad precisa de gas de modo que pueda ser quemada limpiamente y sin producir carbón ni humo. El humo es el resultado de gases no combustionados.
4	Las temperaturas son altas o bajas dependiendo de la cantidad de leña que es empujada al fuego.
5	Mantener una buena corriente de aire para la quema del combustible.
6	Una corriente de aire muy pequeña empujada hacia el fuego resultara en humo y exceso de carbón.
7	La entrada al fuego, las dimensiones de los espacios internos de la estufa por donde fluye el aire, y la chimenea deben ser alrededor de la misma dimensión.
8	Usar una rejilla por debajo de la zona de quema.
9	Aislar la trayectoria de flujo de calor.
10	Maximizar la transferencia de calor hacia la olla con agujeros de tamaño adecuado.

Adaptado de (Bryden, M. s.f)

Su modelo no es necesario usar grandes trozos de madera, al contrario, se pueden utilizar ramitas que se encuentren caídas o que se puedan desprender de partes del árbol que crecen más rápido. De este modo se evita el desperdicio de madera y deforestación de bosques. El modelo de Winiarsky ha probado ser el más eficiente de las estufas de cocina amigables con el ambiente. Como se mencionó anteriormente los modelos de Winiarsky se han llevado por todo el mundo especialmente a sectores rurales de países en desarrollo. Su modelo ha sido copiado y modificado en términos de materiales y dimensiones, pero siempre manteniendo sus principios. (Bryden, M. 2005)

En Ecuador, la Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA) junto con el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia, Alianza en

Energía y Ambiente de la Región Andina (AEA) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) intervinieron en comunidades rurales de las provincias de Cotopaxi y Chimborazo implementando cocinas ecológicas. El diseño de las cocinas mejoradas se basó en los modelos anteriormente mencionados. En este caso se empleó masa de barro, un conducto que desemboca en una chimenea y en cuyo origen se introduce la madera. Por encima de este conducto se aplican orificios con proporciones similares a los recipientes de cocina de uso común. Además, las cocinas poseen dos compuertas de acero que regulan la intensidad del calor y retorno del humo. De este modo se reduce la cantidad de combustible. El proyecto efectuó una fase de capacitación sobre la construcción de cocinas mejoradas en las comunidades indígenas de Pujilí (Cotopaxi) y en la parroquia San Andrés de Guano (Chimborazo).

El proyecto benefició a 400 familias de Pujilí y 400 familias de San Andrés de Guano. Los objetivos de esta iniciativa fueron mejorar la calidad de vida de las familias del sector rural, reducir las tasas de enfermedades respiratorias, y reducir el consumo de leña y deforestación. Los resultados de la ejecución muestran una reducción en un 96% de emisiones de humo en el interior de las viviendas, reducción en un 40% de gases de efecto invernadero, disminución de deforestación local, mayor eficiencia en combustión y producción de calor, ahorro de tiempo de cocción de alimentos, costo de construcción accesible, disminución de problemas respiratorios y oculares, disminución de desnutrición infantil, disminución de problemas de salud en mujeres, menor riesgo a quemaduras, comodidad al preparar alimentos y mayor higiene en el espacio donde se cocina y hogar en general. (Vásquez, R. 2013)



Figura 6. Ejemplo de estufa ecológica empleada en comunidades rurales de Cotopaxi y Chimborazo, 2013.

Tomado de (COTOPAXI NOTICIAS 2013)

Calentador de agua

El Centro de Investigación Aprovecho desarrollo un tipo de calentador de agua sin la necesidad de tener un tanque contenedor. Este sistema se desarrolló pensando en personas de países pobres ya que en ellos contar con un calefón es una cuestión que no todas las personas podrían costear. Así, se desarrolló este calentador de agua usando los principios ya mencionados sobre estufas de leña. Sin embargo, como se trata de un sistema de calentamiento de agua se empleó un modelo diferente de estufa. Un sistema en U en el que el canal de alimentación de leña debe ser corto, en el fondo se combustiona la leña generando calor que pasa por un codo hacia la chimenea. En esta se encuentra una tubería de cobre de $\frac{1}{2}$ " en forma de serpentín que es por donde fluye el agua. El serpentín se encuentra aislado del exterior y mantiene un espacio con la pared de la chimenea para aprovechar y absorber el calor.

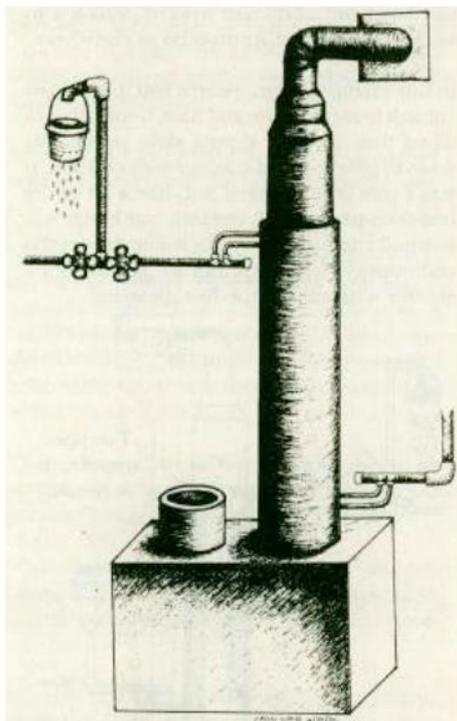


Figura 7. Representación de un calentador de agua a leña empleando una estufa con sistema de alimentación en U.

Tomado de (*Capturing Heat II*, 2017)

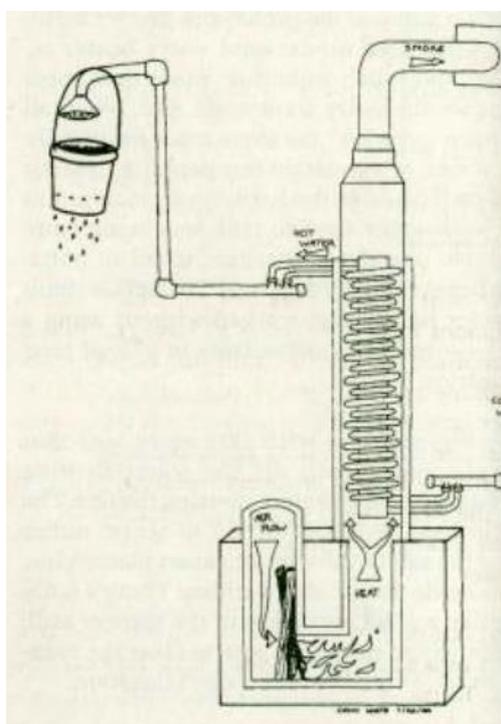


Figura 8. Representación de componentes de calentador de agua con alimentador en U.

Tomado de (*Capturing Heat II, 2017*)

Con este sistema se obtienen temperaturas de 40 °C con un flujo de agua de dos galones por minuto. Se conectó también una tubería de agua fría para regular la temperatura pensando en el confort. Su construcción no representa gran complejidad y además es conveniente económicamente. (*Capturing Heat 2, págs. 35-37*)

Análisis de Casos

En los casos mencionados se ve una similitud tanto en problemática como en solución. Todos estos casos son evidencia de los problemas que puede ocasionar las emisiones de humo dentro del hogar al igual que los peligros del uso de estufas o fogones precarios. Para solucionar los inconvenientes de los casos anteriores se han aplicado acciones las siguientes acciones: Aplicación de un modelo de estufa mejorada. Educación y capacitación sobre beneficios y construcción de cocinas mejoradas. Aplicación de materiales accesibles como barro, ladrillo, cemento, aluminio & acero.

Tabla 2.

Caso Comunidad Rural Etiopía 2014.

Comunidad Rural Etiopía 2014		
Problemática	Acción / Solución	Resultados
Estufas elaboradas por intuición. Alto consumo de leña. Tiempo de cocina demoroso. Enfermedades respiratorias. Problemas de espalda por adopción de posturas incómodas. Emisiones de gases y pérdida de calor.	Construcción de cocina mejorada. Cámara de combustión conectada a conducto transversal terminando en chimenea. Tres quemadores al mismo nivel. Aislamiento de conducto con ceniza. Eliminación de fugas mediante aislamiento	Reducción de consumo de leña. Combustión eficiente. Reducción del tiempo de cocina. Disminución de emisiones. Disminución de enfermedades respiratorias.

	de espacios entre quemadores. Materiales empleados: Marco de acero para quemadores, barro, concreto, ladrillo & cilindro de aluminio para chimenea.	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 3.

Caso Cumpayhuara, Perú, 2011.

Cumpayhuara, Perú, 2011.		
Problemática	Acción / Solución	Resultado
Deforestación Enfermedades Respiratorias en mujeres de comunidad. Emisiones de CO2 y otros gases en interiores de hogares por uso de fogones abiertos.	Educación y capacitación sobre beneficios de cocinas mejoradas. Implementación de estufas con diseños variados dependiendo de cada familia (1-3 quemadores). Materiales empleados: barro, ladrillo, cemento, acero, cilindro de aluminio.	Reducción de problemas de salud. Reducción de emisiones de gases. Optimización de uso de leña. Mejora en calidad de vida de los habitantes.

Tabla 4.

Casos Cotopaxi & Chimborazo, Ecuador.

Cotopaxi & Chimborazo, Ecuador.		
Problemática	Solución	Resultado
Enfermedades respiratorias por uso de leña. Deforestación. Alto consumo de leña.	Aplicación de estufas mejoradas. Capacitación sobre la construcción de estufas mejoradas.	Reducción de 96% de emisiones en el interior. Reducción de deforestación local. Disminución de problemas respiratorios,

		oculares, desnutrición infantil. Reducción de problemas de salud en mujeres. Disminución de riesgo de quemaduras. Comodidad para cocinar alimentos. Aumento de higiene en el espacio de cocina.
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5 Aspectos Conceptuales

1.5.1 Fogón Abierto

Un fuego o fogón abierto es una manera de convertir la materia de biomasa en energía. Es de simple construcción (ver figura 1) y su procedimiento se ha usado desde la aparición del hombre moderno en la tierra. En las décadas de los 70s y 80s se catalogó a los fuegos abiertos como ineficientes. “El fogón abierto puede quemar de manera eficaz y limpia a pesar de que su consumo de combustible sea alto” (Viteri, 2010). Se usa una cantidad excesiva de madera en el proceso de preparación de alimentos. Un fogón abierto alcanza la eficiencia del 90% al momento de transformar la materia en energía como calor. Desafortunadamente de esa energía liberada, entre 10% y 40% se concentra en la olla o utensilio para cocinar mientras que el resto de ese porcentaje se esfuma o esparce en distintas direcciones.

4.3.2 Cocinas Mejoradas

En la década de los 80s en distintas partes del mundo se dan a conocer un nuevo tipo de estufas a base de leña. Esta nueva tecnología sugiere una mejora en el proceso de preparación de alimentos. A diferencia de los fogones abiertos la cocina mejorada se presenta como un bloque estructurado que consta de un orificio de entrada de combustible que se continua por un conducto cerrado hacia

una cámara de combustión que finaliza en un escape o chimenea. Ésta aproximación representa un gran avance sobre todo para los pobladores de sectores rurales. De ésta manera comunidades rurales de todo el mundo abandonan los tradicionales fogones abiertos y construyen cocinas mejoradas ya que su producción es de bajo costo.

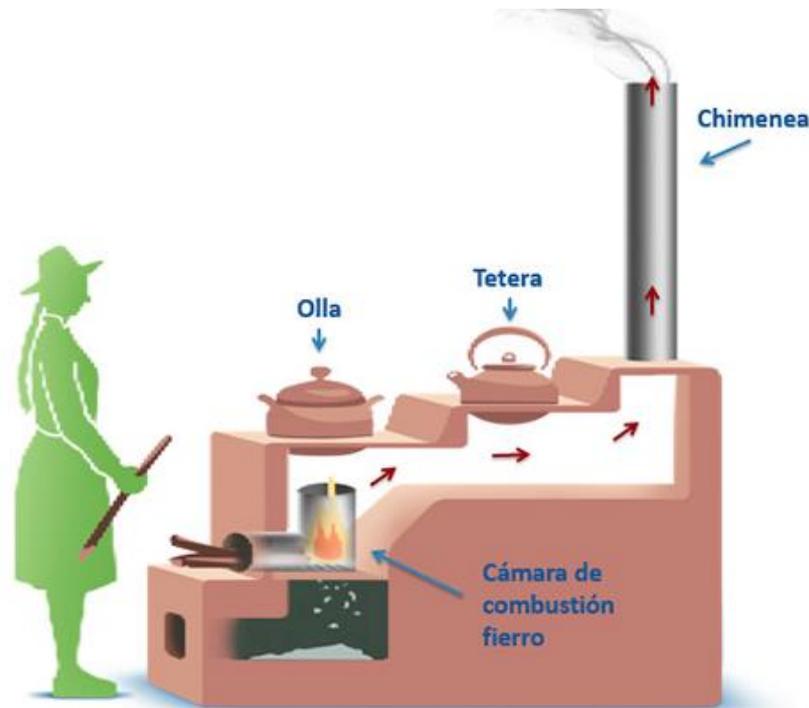


Figura 9. Representación de estufa mejorada con sus componentes principales.

Tomado de (Instituto Trabajo y Familia, Perú, 2016)

Estufa Rocket

Mediante el uso de madera de manera eficiente la gente puede cocinar alimentos usando menos leña, menos tiempo y esfuerzo. La estufa Rocket del Dr. Larry Winiarsky ha demostrado ser la estufa de cocina más eficiente. Ahora se usan los principios de la cocina Rocket para cocinar, hornear, calentar agua, calentar casas, etc. Su elaboración se basa en la combinación de principios ingeniosos.

- La cámara de combustión se encuentra aislada para mantener el fuego caliente y quemar la madera en su totalidad lo cual reduciendo el humo que es el combustible no quemado.
- Las cocinas son de baja masa quitándole menos calor de la olla.

- Una chimenea aislada crea una corriente de aire fuerte que ayuda a la madera para arder con intensidad. También hace a la estufa fácil de encender y usar.
- La madera se quema en las puntas al ser introducida hacia el fuego lo cual controla el ritmo de combustión lo que reduce el humo.
- La mezcla de aire-combustible se regula. Se proporciona una apertura para el aire entrante; demasiado aire enfría el fuego.
- El aire entrante se calienta especialmente en una estufa de tiro descendente que permite mantener el fuego a una temperatura de 1100 F.
- La estufa opera a temperaturas muy altas, casi no hay humo y es posible cocinar directamente sobre la chimenea.

La cámara de combustión es una chimenea interna que se encuentra aislada: ésta genera un tiro de aire constante en que no hay un retorno de humo. Es como una fuerza que succiona el aire directamente hacia donde quema la leña por lo cual no es necesario el uso de un soplador de aire. (Torske, 2017)

Hay muchas variaciones de la estufa Rocket. Debido a su fácil producción queda a decisión del usuario el tamaño, número de quemadores, materiales que desee emplear en su estufa en base a sus necesidades y recursos.

A continuación, se muestran algunos modelos de estufas que sostienen los principios de diseño de Winiarsky. A continuación, se muestra una estufa hecha completamente con metal (acero). Presenta una chimenea de acero galvanizado. Una plancha superior en la cual se colocan ollas, sartenes, cacerolas, etc. Aparentemente su uso es para exterior. Una ventaja de hacer la estructura metálica como se muestra en la imagen es que pesa menos, ocupa menos espacio, puede ser trasladada y usada tanto en interior como en exterior. La plancha superior puede albergar 2-3 recipientes de cocina, también se puede preparar ciertos alimentos directamente en su superficie. Sin embargo, carece de un material aislante por tanto se puede perder calor por las paredes de la cámara de combustión. Fabricar una estufa así requiere la aplicación de

procesos industriales que elevan el coste de producción sin mencionar el precio del material empleado.

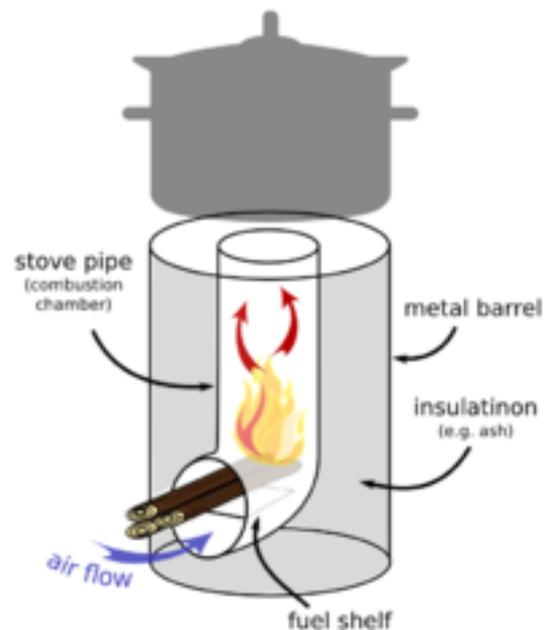


Figura 10. Representación de estufa Rocket, componentes y función.

Tomado de (*Lake Atitlan Travel Blog, 2013*)

En ambos casos la cámara de combustión y entrada de aire no se encuentran a nivel del piso del codo rocket tradicional. Estos elementos se elevan 30° del piso. Esta adaptación sirve para que la leña sea alimentada automáticamente en la cámara de combustión por gravedad sin que sea empujada por el usuario. Esto no tiene ningún efecto en la entrada de aire debido al efecto de insuflado que produce el conducto ascendente o chimenea.



Figura 11. Estufa Rocket metálica con plancha superior y alimentador inclinado, uso exterior.

Tomado de (Sugiura, S. 2016)



Figura 12. Codo rocket metálico, alimentador diagonal, uso exterior.
Tomado de (Stokes, V. 2016)



Figura 13. Estufa rocket metálica para exterior
Tomado de (Pionik, 2016)

Como se ha mencionado antes este artefacto se puede fabricar con diversos materiales desde cemento, barro, ladrillo, metales, latas, etc. En esta variante rocket el conducto de salida de fuego hace también de chimenea por donde se expulsan mínimas cantidades de humo y gases. Esta elaborada de barro y/o cemento, en su exterior hay vidrios incrustados que además de un aporte estético poseen cualidades refractarias. Este aparato es sólido, salvo el codo rocket que lo atraviesa, es un objeto pesado. En él se puede usar un solo recipiente de cocina a la vez. En este caso su uso es de exterior (ausencia de chimenea), sin embargo, existen muchos casos de estufas rocket sin chimenea que se utilizan en interior dada la poca cantidad humo que desprenden únicamente en la etapa inicial de la combustión.



Figura 14. Estufa Rocket de forma cilíndrica, escape superior, construida con barro y pedazos de vidrio, uso exterior.

Tomado de (*Simms, M. 2012*)

Estufa Rocket Institucional

Es una estufa Rocket de mayor tamaño que combina los mismos principios de la estufa rocket convencional. Este tipo de estufas está diseñado para ser aplicado en establecimientos que requieren preparación de alimentos para un grupo numeroso de individuos tales como escuelas, hospitales, cárceles, etc. Para esta estufa se emplean ollas de gran tamaño y capacidad que pueden llegar hasta 200 litros.

Ollas de mayor tamaño cuentan con mayor área en su superficie para que mayor cantidad de calor se transmita a la comida. El uso de ollas grandes disminuye la cantidad de combustible utilizado y ayuda a reducir emisiones hechas mientras se cocina. En esta estufa un cilindro rodea a la olla grande creando un espacio vacío de 16 mm el cual es efectivo transfiriendo calor ya que la olla es grande.

Una vez instalada la chimenea a la estufa, los gases calientes son forzados a salir por otro espacio hueco ubicado fuera del cilindro interno. Al añadir la chimenea, no se disminuye la eficiencia del combustible puesto que todo el flujo de calor ha pegado sobre la superficie de la olla antes de salir por la chimenea. La estufa rocket institucional es la que presenta mayor eficiencia en transferir el calor a la olla; incluso más eficiente que las estufas a gas o inducción. Esto se debe a que el calor circula por toda el área empotrada de la olla.

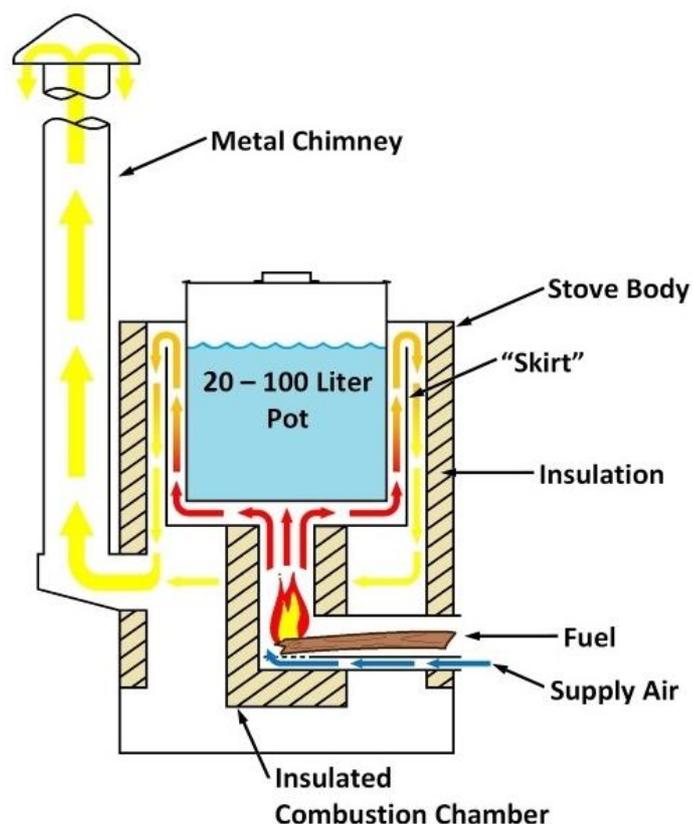


Figura 15. Estufa Rocket institucional, diagrama de corte transversal. Tomado de (*Institutional Stove Solutions*, 2017)



Figura 16. Estufa Rocket institucional.

Tomado de (*Institutional Stove Solutions, 2017*)

Estufa Justa

Es una variación de la estufa Rocket. Al igual que la Rocket, fue desarrollada por el Dr. Larry Winiarsky en 1999 en respuesta a una solicitud de la Asociación Hondureña para el Desarrollo (AHDESA). Winiarsky visitó Honduras y presentó los avances tanto en diseño como en construcción de estufas que emplean la leña como combustible. La estufa esta constituida por una estructura en forma de fogón tradicional que comprende una base de ladrillo y una fundición en la que está construido un cajón de ladrillo. En el interior de este cajón se ubica un codo de barro (cubierto de un material aislante) que hace de cámara de combustión, con una entrada para la leña o el material combustible

y una salida vertical orientada hacia un plato de metal (quemador) que recibe el calor. El costo de producción de la Justa es más elevado y 25% - 30% menos eficiente que una estufa Rocket.



Figura 17. Estufa Justa.

Tomado de (Salazar, A. 2016)

Esta estufa funciona de la siguiente manera: se inserta la leña por el orificio que conduce a la cámara de combustión donde se quema desprendiendo un poco de humo y fuego los cuales se dirigen hacia la cavidad asilada por piedra pómez, aquí se transmite el calor hacia la plancha metálica (consecuentemente se transmite a las ollas), finalmente el humo y otros gases calientes se liberan por la chimenea. La temperatura provocada por el fuego puede alcanzar los 760°C.

Con el uso de la estufa Justa se ahorra un 60% de combustible en comparación de un fogón abierto. (Onil, *Helps International*)

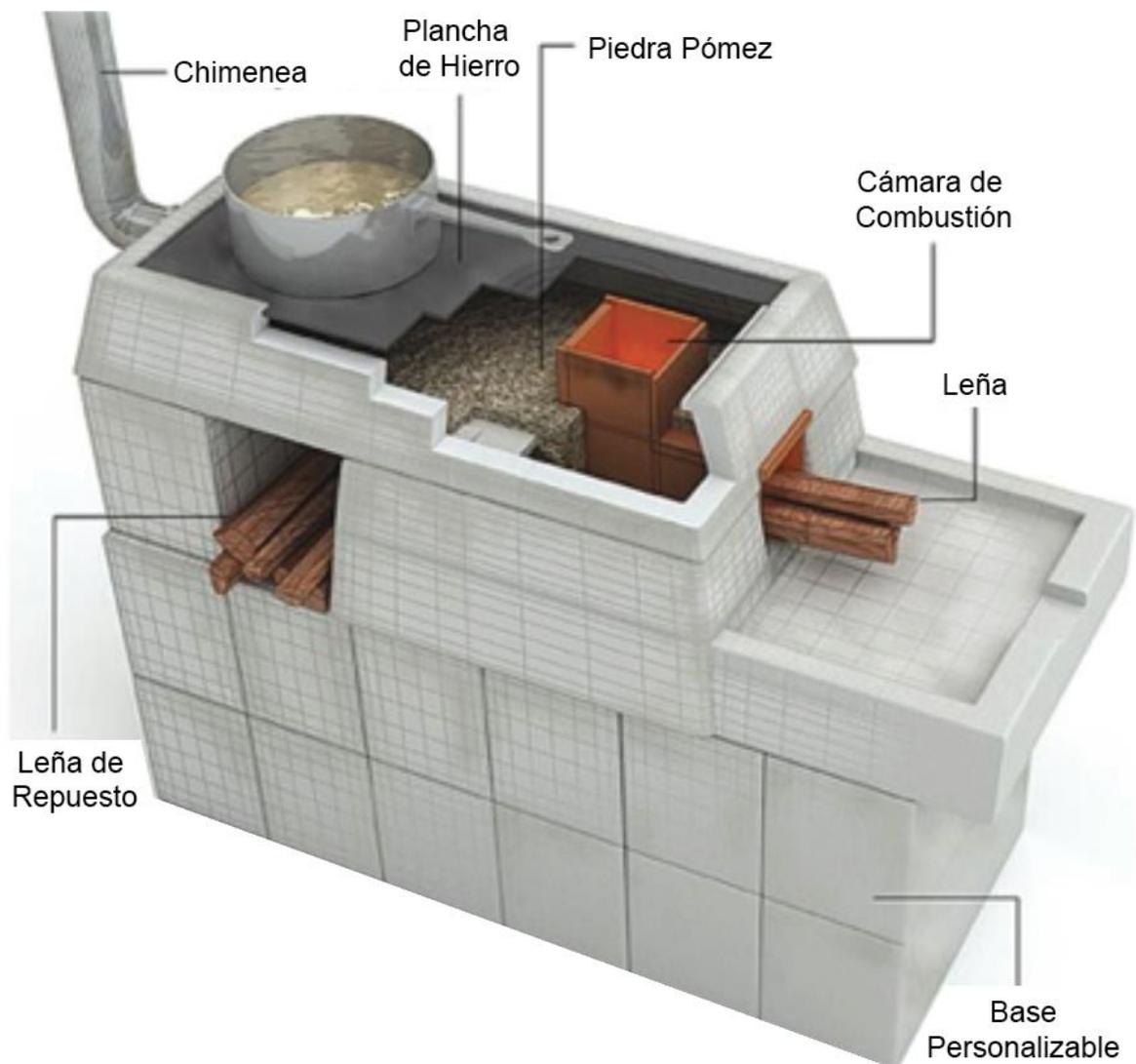


Figura 18. Componentes de la estufa justa con codo rocket.

Adaptado de (Cuadra, A. 2009)

A continuación, se muestra una variante de estufa que se ve muy parecida a la Justa. En este caso se puede apreciar una modificación en la plancha metálica la misma que presenta una serie de anillos en cada una de las hornillas. Dichos anillos pueden ser removidos para acomodar cacerolas de distintos tamaños

para que así se transmita calor del orificio a la cacerola. También se utilizan estos anillos para cocinar directamente sobre ellos tortillas o comestibles semejantes.



Figura 19. Estufa Justa sin codo Rocket.

Tomado de (De Lange, D. 2013)

Estufa T-LUD (Top-Lit Updraft)

La estufa T-LUD (encendido de corriente ascendente) fue desarrollada por Thomas Reed en EEUU en 1988. Se trata de una cámara de combustión microgasificadora que genera menores emisiones de gases de efecto invernadero. Esta estufa quema el combustible de arriba hacia abajo mediante pirolisis (quema de biomasa en ausencia de oxígeno) dejando un residuo de carbón. El carbón es un potenciador del suelo que puede incrementar la retención de agua, moderar la acidez del suelo, incrementa la cantidad de microbios en la tierra y aísla al carbón en el suelo. Al igual que la estufa Rocket existen muchas variaciones de este artefacto tanto en dimensiones como en materiales.

La estufa T-LUD consiste en dos cilindros, uno de mayor diámetro que se ubica por fuera del segundo. Una entrada de aire primario se lleva a cabo por debajo del cilindro de menor diámetro. Entre los dos cilindros existe un espacio hueco por el cual circula aire que se introduce mediante orificios en la parte inferior del cilindro exterior. A su vez, esta corriente secundaria de aire ingresa al segundo cilindro mediante orificios en su porción superior. Encima de los cilindros se coloca una tapa cilíndrica hueca sobre la cual se coloca la olla o sartén.



Figura 20. Estufa T-LUD, uso exterior.

Tomado de (*Improved Biomass Cooking Stoves*, 2014)



Figura 21. Estufa T-LUD de exterior.
Tomado de (*Biochar Project. 2012*)

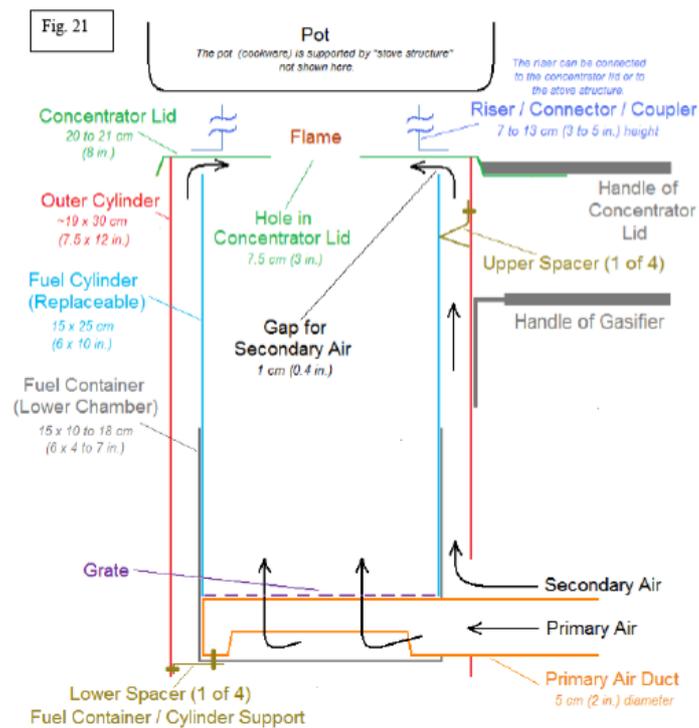


Figura 22. Estufa T-LUD, diagrama de partes y funcionamiento.
Tomado de (*Anderson, P. 2014*)

Resumen y análisis sobre cocinas mejoradas

Tabla 5.

Problemática, solución y resultados de APROVECHO.

APROVECHO		
Problemática	Acción / Solución	Resultados
Imposibilidad de acceso a calefón de agua (tanque) en países pobres.	Principios de estufas Rocket. Aplicación de sistema en U como canal de alimentación y cámara de combustión. Tubo de cobre en forma de serpentín dentro de chimenea (intercambiador de calor).	Temperaturas de 40°C en promedio. Construcción de baja complejidad y económica.

Tabla 6.

Problemática, solución y resultados de Estufa Rocket.

Estufa Rocket		
Problemática	Acción / Solución	Resultados
Comunidades rurales de diversos lugares del mundo carecen de posibilidades para acceder a servicios básicos entre ellos gas de cocina.	Sistema Rocket Stove. 10 principios de construcción de estufas mejoradas. Variaciones de diseño de estufa Rocket.	Estufas eficientes. Reducción de: uso de leña, tiempo de cocina, problemas respiratorios, problemas de postura, emisiones en el interior del hogar.

Cocina de alimentos sobre fogones. Sobre uso de leña. Problemas de salud por emisiones de humo y adopción de posturas poco cómodas.	Aplicación de materiales accesibles de bajo costo. Capacitación sobre construcción de estufas Rocket.	Principios de diseño de la Rocket se aplican para cocinar, calentar ambiente, hornear & calentar agua.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 7.

Variaciones de estufa Rocket, problemática, solución y resultados.

Variaciones de estufa rocket		
Estufa Rocket Institucional		
Problemática	Acción / Solución	Resultados
Establecimientos con carencias de recursos. Necesidad de cocinar para un elevado número de individuos. Uso de estufas intuitivas.	Principios de estufa Rocket. Variación en diseño para ollas grandes. Materiales accesibles.	Mayor eficiencia en transferencia térmica. (Mayor tamaño = mayor superficie de recepción de calor) Capacidad de uso de ollas grandes de hasta 200 litros.
Estufa Justa		
Pobreza, imposibilidad de acceso a gas. Uso de fogón abierto. Problemas de salud. Desperdicio de leña.	Placa de acero con anillos concéntricos para diferentes tamaños de ollas.	25%-30% menos eficiente que estufa Rocket. 60% ahorro de combustible en

Demora en tiempo de cocina.		comparación con fogón abierto. Costo de producción más elevado que rocket tradicional.
-----------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 8.

Problemática, solución y resultados de estufa T-LUD.

T-Lud		
Pobreza, imposibilidad de acceso a gas.	Encendido de corriente ascendente.	Combustible se quema de arriba hacia abajo
Uso de fogón abierto.	Doble entrada de aire.	bajo pirolisis (ausencia de oxígeno).
Problemas de salud.	Variaciones en diseño y material(generalmente metal).	Uso exterior.
Desperdicio de leña.		
Demora en tiempo de cocina.		

Análisis

Con respecto a las estufas mejoradas también conocidas como estufas ahorradoras de leña expuestas en este proyecto se ve que todas ellas se enfocan en dar solución a problemas muy similares que son falta de acceso a gas, problemas de salud, desperdicio de leña, emisiones de humo en el interior del hogar, riesgo de quemaduras y tiempo de cocinar.

Además, hay similitud en la forma de solucionar lo mencionado anteriormente. En todos los casos se aplica un modelo de estufa Rocket. Los principios de diseño y construcción de este artefacto son cruciales pues se ha demostrado su efectividad para solventar los problemas mencionados. Los materiales que se aplican en la elaboración de estufas mejoradas son muy variados y generalmente de bajo costo. Con excepción de la estufa Rocket institucional, no hay materiales fijos que se deban emplear puesto que esto depende mucho de

las posibilidades económicas del usuario. Asimismo, la construcción de este tipo de estufas se da de manera artesanal (salvo la rocket institucional y T-Lud). El proceso de construcción puede llevar una semana o más dependiendo de las características del producto.

El tiempo de vida de estos artefactos también varía una vez más dependiendo de los materiales. Aquellos contruidos con barro, cemento, ladrillos tienen una usabilidad de 3 a 10 años. Su mantenimiento se limita a la limpieza de residuos de leña.

La durabilidad de estufas hechas de metal (generalmente acero) dependen del espesor del metal principalmente en la cámara de combustión. Si es muy delgado 1-3 mm su tiempo de vida se limita a un máximo de 3 años. Si el espesor supera los 5,6 mm se puede hablar de un periodo de vida útil de 10, 15 y hasta 20 años. Por ello, mientras menor el espesor del metal menor su tiempo de utilidad. Al igual que las estufas de barro o similares, el mantenimiento es básicamente de limpieza.

Comedor Popular Jesús Peregrino

El comedor es dirigido por una persona quien es la hermana Gracia Loaiza. Se cuenta con el apoyo de 2 o3 personas que son miembros de la misión de la Santísima Trinidad y que permanecen en el comedor por periodos de uno a 3 meses. El establecimiento es bastante humilde, gran parte de las instalaciones y bienes han sido donadas. Cuenta con una cocina amplia con bodega.

El establecimiento cuenta con un solo baño y 3 dormitorios. La única forma de obtener agua caliente es mediante la ebullición de la misma en ollas. Dentro de la cocina hay un espacio libre de 1,80 m x 1,80 m en la cocina del comedor que la hermana Loaiza reserva para la finalidad de este proyecto.

Sobre el usuario

Una persona es la encargada de cocinar para el comedor, generalmente la hermana Loaiza, aunque recibe ayuda de una o dos personas, madres de familia del sector. El artefacto que se va a diseñar debe comunicar a simple vista al usuario su función. El aspecto del producto final deberá ser visualmente agradable. El funcionamiento del objeto a realizarse debe ser simple al igual que su mantenimiento. Para prevenir problemas de salud por adopción de posturas inadecuadas, el producto debe estar dentro de los parámetros ergonómicos para artefactos de cocina.

Sobre los Materiales

Las características más importantes sobre qué materiales se emplearán en este proyecto son las mencionadas a continuación: capacidad de soportar altas temperaturas, soporte estructural, propiedades refractarias & de aislamiento térmico, permitir paso de fluidos (agua) y durabilidad.

Calentadores de agua

Los calentadores de agua analizados tienen similitud en la forma de transmisión de calor. Estos cuentan con una fuente energética para producir calor que será transferido por los mecanismos de transferencia de calor hacia el agua mediante un intercambiador de calor. Los cilindros o tanques mantienen el agua caliente y el usuario puede disponer de agua caliente hasta que se enfríe.

En algunos casos estos cilindros cuentan con sensores de temperatura y mantienen constantemente el agua a una temperatura establecida por el usuario. En el caso de duchas o calentadores de agua sin tanque almacenador, funcionan de una manera muy similar. El agua entra a temperatura ambiente, pasa por el intercambiador de calor, accionado por energía eléctrica o combustión de gas, y sale a una temperatura elevada generalmente 40°C. El usuario debe manipular la salida de agua fría para encontrar su punto de confort en su momento de uso.

El costo de producción de un tanque que almacene y mantenga el agua a cierta temperatura es elevado. Los procesos de producción de este tipo de calentadores ya sean eléctricos o a gas son los que encarecen al producto además de los materiales empleados. Asimismo, este tipo de calentadores representa un alto consumo eléctrico o de gas. Los calentadores de agua compactos (carentes de cilindro) también son de coste elevado puesto que en su mayoría son producidos en el exterior. En cuanto a las duchas eléctricas su costo es significativamente menor al de sus competidores. Sin embargo, para que el agua salga a una temperatura confortable para el usuario, el flujo de agua debe ser limitado ya que si el flujo de agua es abundante el agua saldrá levemente caliente(tibia).

4.3.3 Calentador de Agua (tanque)

Un calentador o calefón es un dispositivo que se usa para aumentar la temperatura del agua. El agua calentada tiene distintos usos como la limpieza, cocina o calefacción. Existen calefones en forma de tanque los cuales calientan, almacenan y mantienen agua a una temperatura definida. Otros calefones son dispositivos que elevan la temperatura del agua únicamente al momento de uso sin almacenarla. En ambos casos el tipo de energía aplicada puede ser eléctrica, a gas, solar o por combustión de leña. De cualquier manera, funcionan con principios similares. Así los componentes de un calentador de agua son un tanque exterior, tanque interior donde se concentra el agua, un tubo de entrada de agua fría, un tubo de salida de agua y un aislante ubicado entre el tanque externo y el interno.

Además, un calentador de agua normalmente tiene una válvula de drenaje en la parte inferior del tanque y una válvula de seguridad de temperatura-presión en la parte superior. Se sugiere que se aisle las tuberías de entrada y salida para conservar la temperatura del agua.

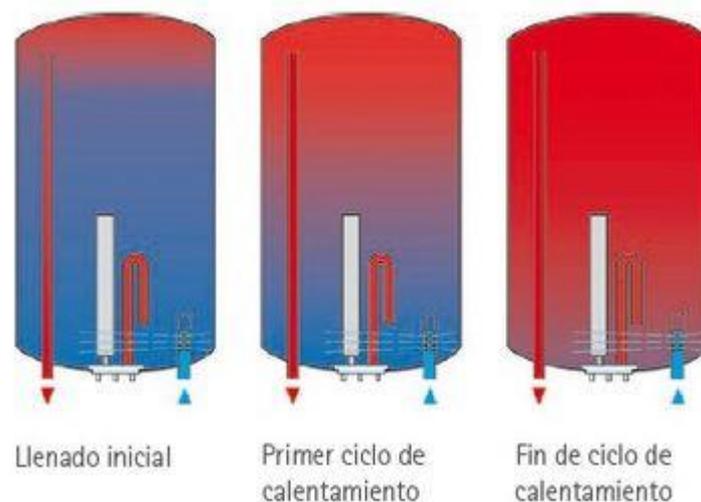


Figura 23. Funcionamiento de calefón termoeléctrico.

Tomado de (Construmática, 2017)

Funcionamiento básico del calentador de agua.

El cilindro siempre está lleno de agua a cierta presión. Una vez alcanzada la temperatura establecida por el usuario el termostato interrumpe la alimentación de corriente hacia la resistencia. A medida que se ocupa el agua caliente esta sale del cilindro y a su vez agua fría ingresa con lo que se reduce la temperatura interior, en este punto se reactiva el termostato. De este modo el agua fría se calienta hasta alcanzar la temperatura establecida por el usuario y se mantiene caliente hasta que se requiera de consumo.

El calefón funciona bajo un principio de estratificación de diferentes temperaturas de agua. Esto quiere decir que el agua se agrupa en capas a diferentes temperaturas sin mezclarse entre sí. Esto ocurre debido a que el agua cuando se calienta, se expande obteniendo una densidad menor. Así, el agua caliente de menor densidad se ubica en la parte superior y por debajo se forman otras capas de agua de menor temperatura en orden decreciente.

Instalación de un calentador eléctrico

Se deben considerar los siguientes aspectos para instalar el calentador. El cilindro debe ser montado en una superficie (pared) con la capacidad de sostener hasta 3 veces el peso del cilindro lleno. Un espacio mínimo de 50 cm debe quedar libre para facilitar el acceso a los componentes eléctricos, tuberías, válvulas y para su mantenimiento. Se debe instalar el calentador lo más cerca posible a los espacios donde se utilizará el agua caliente para que no exista una pérdida térmica debido a la longitud de tuberías.



Figura 24. Tanque Calentador eléctrico.

Tomado de (*Dreamstime, 2017*)

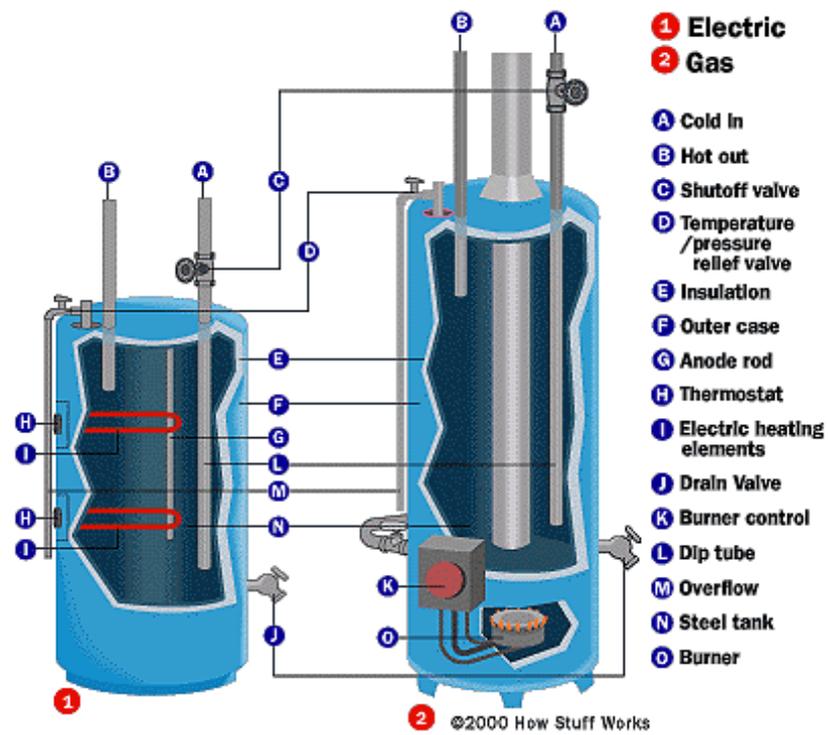


Figura 25. 1)Calefón a Gas & 2) Calefón Eléctrico.

Tomado de (h2otek, 2017)

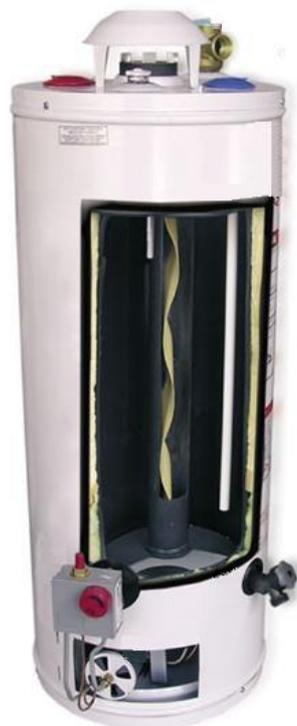


Figura 26. Tanque Calentador a gas.

Tomado de (HG Mantenimiento, 2017)



Figura 27. Ducha Eléctrica.
Tomado de (Solucom, 2017)



Figura 28. Calentador Eléctrico compacto.
Tomado de (Rheem, 2017)



Figura 29. Diagrama de partes y funcionamiento de calentador compacto a gas. Tomado de (Wonderfulkoi, 2017)

Calentador Eléctrico (tanque)

La mayoría de los calentadores eléctricos aplican dos elementos de calefacción para calentar el agua en el tanque. Cuando el agua alcanza una temperatura previamente designada estos elementos se apagarán. Se sugiere que la temperatura designada no sea mayor a 49°C.

Calentador de Gas (tanque)

Los calentadores de gas tienen un quemador que es alimentado con gas a través de una válvula de control y un interruptor de termostato. En un calentador de aceite, el quemador es similar al que se encuentra en un horno de gas. El quemador está situado normalmente para lanzar una llama debajo del tanque.

Los gases de escape se ventilan ya sea a través de un núcleo hueco en el centro del tanque o alrededor de los lados del tanque.

Debido a que los calentadores de combustible calientan el tanque, que a su vez calienta el agua, habrá más desgaste en el tanque que con el calor eléctrico. Por ello, un calentador de gas puede tener una esperanza de vida más corta que un calentador eléctrico.

Ducha Eléctrica



Figura 30. Ducha eléctrica muy cerca de electricidad.

También se trata de un calentador de agua eléctrico bastante simplificado. Estas duchas son muy comunes en países del tercer mundo. Su costo es bajo a comparación de otros tipos de calentadores.

Este dispositivo aplica electricidad para calentar dos alambres en forma de serpentín ubicados en un espacio hueco por donde fluye y se calienta el agua. Se les conoce como las duchas-suicida puesto que los cables de conexión eléctrica no son instalados apropiadamente.

Una mala conexión puede convertir esta ducha en un riesgo para el usuario. Hay casos en que los usuarios sienten hormigueos (producto de descargas eléctricas) mientras se asean. De todos modos, este tipo de duchas cumple su

función, una vez instalado se puede tener una ducha con agua moderadamente caliente. El costo de este producto es de \$16.

4.3.4 Impactos a la Salud

El sistema respiratorio es el que más sufre ante la exposición del humo. El aparato respiratorio es el encargado de suministrar oxígeno a todas las células del cuerpo humano. Además, cumple con la función de expulsar el aire contaminado que se encuentra en nuestro organismo.

La vida diaria de pobladores del sector rural toma lugar en torno a la cocina. El humo que se quema contiene muchos componentes de alto peligro como monóxido de carbono además de toxinas como la dioxina. (Alberto, 2013) También la emisión de partículas tan pequeñas que cuando ingresan en nuestro organismo, nuestros mecanismos de defensa no las pueden filtrar.

El humo incrementa las posibilidades de contraer infecciones y enfermedades como infecciones respiratorias agudas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer de pulmón, asma, cataratas y ceguera, anemia, efectos adversos al embarazo (bajo peso al nacer), mortalidad en recién nacidos. (Alberto, 2013).

4.3.5 Importancia de la Leña

Es un recurso renovable que se puede aprovechar siempre y cuando se extraiga una cantidad menor al crecimiento de los árboles al año. Generalmente se extrae y comercializa en la zona en que se produce. Posee un balance neutro de carbono; el CO₂ que se desprende en la combustión es asimilado por los bosques. Además, es un material biodegradable incluso posterior a su combustión.

El uso ineficiente de éste combustible causa contaminación. Debido a desinformación, el usuario podría no saber manipular la leña adecuadamente. Se debe detectar si el material es de mala calidad, puede ser el caso una leña húmeda la cual libera mayor cantidad de contaminantes y produce menos calor. A su vez, el uso de equipos o tecnologías de bajo rendimiento tienden a desprender altas emisiones contaminantes.

4.3.6 Aprovechamiento de Energía

El siguiente esquema muestra una cocina mejorada tradicional. En ella se observan los puntos en los cuales hay una gran cantidad de energía que no es aprovechada por ende se pierde.

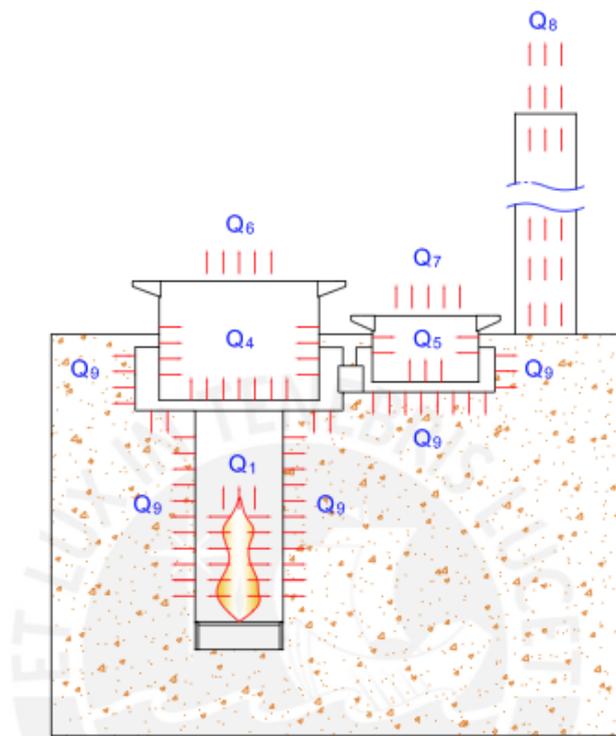


Figura 31. Esquema de puntos de expansión de calor.

Tomado de (Álvarez, H. 2011)

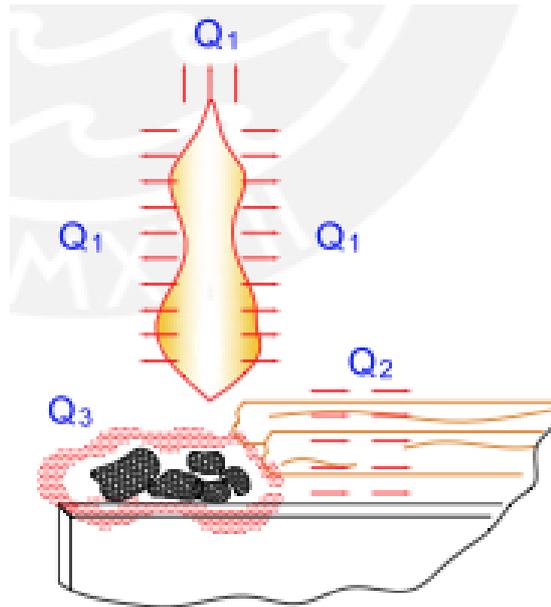


Figura 32. Puntos de liberación y concentración de calor.

Tomado de (Álvarez, H. 2011)

Es por esta razón que el presente proyecto optimiza el consumo energético aplicando un sistema de tubería en forma de serpentín que ocupe las zonas en que se pierde energía y que es totalmente viable como se explica a continuación.

1.6 Aspectos Teóricos

Proceso de Combustión de leña

La combustión de la madera es un proceso muy complejo que dividirá en tres fases para explicar:

Secado: hasta una temperatura de 150-200°C la madera en la cantidad de agua contenida. En esta fase se absorbe el calor y se libera vapor de agua: cuanto más húmeda está la madera, más energía será necesaria para secar la madera y el rendimiento de la combustión de la leña será más bajo.

Pirolisis: los 220 y los 270°C la leña empieza a descomponerse en elementos volátiles (gas y vapores) y en carbono sólido. A 500°C el 85% del peso de la leña presenta la forma de compuestos volátiles.

Gasificación y combustión: a partir de los 500°C se produce la oxidación final de los productos de descomposición con la liberación de calor.

En la práctica, durante la combustión, las tres fases no se producen en momentos diferentes, se solapan en modo complejo. (PALAZZETTI, 2017)

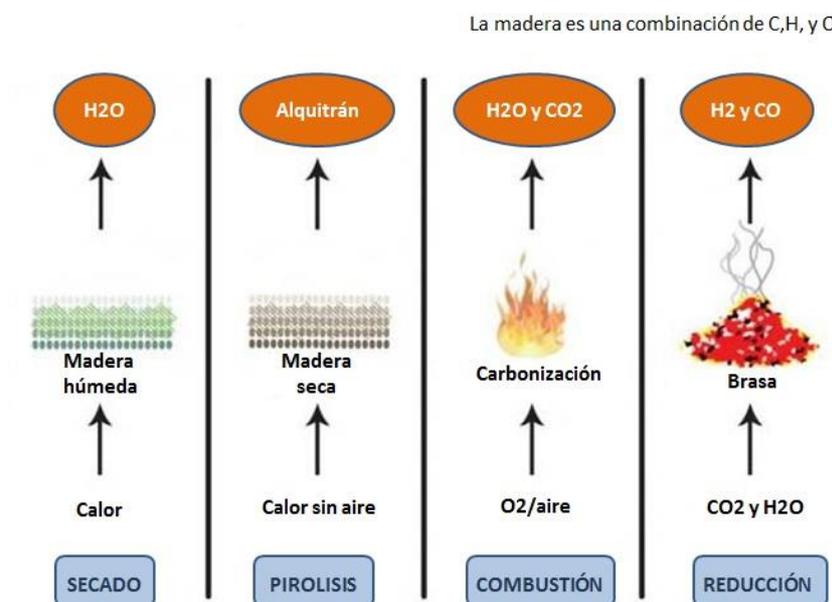


Figura 33. Proceso de combustión de leña.

Tomado de (Calderas de leña Vigas, 2012)

Pirolisis

Se trata de la descomposición de la materia orgánica que ha sido expuesta a energía en forma de calor dentro de una atmósfera inerte o en el vacío. La reacción tiene como residuo productos carbonosos, gases condensables y productos gaseosos. (García, 2010, pg. 57)

Gasificación

Es un proceso termoquímico en que la materia (biomasa) se transforma en gas combustible con poder calorífico debido a una serie de reacciones fruto de altas temperaturas promovidas por un agente gasificante.

Mecanismos de Transferencia de calor

La transferencia de calor se genera mediante tres mecanismos que son conducción, radiación y convección. La eficiencia térmica de la estufa está dada por estos mecanismos junto con el proceso de combustión.

Conducción

En las cocinas mejoradas toma lugar a través de las paredes internas de la estufa y a través del recipiente de cocina (olla) hacia su contenido.

Convección

Se da cuando los gases de combustión fluyen por un área de otra temperatura y posteriormente hay un intercambio de energía calorífica por conducción. Mediante este mecanismo se calientan las superficies de las ollas y paredes internas de la estufa o cocina debido a los gases calientes derivados de la combustión.

Radiación

Este mecanismo es crucial en la transferencia de calor en las cocinas mejoradas. Se produce desde el lugar donde se encuentra el combustible y las llamas de fuego hacia la olla, desde las llamas de fuego hacia el combustible (mantiene la combustión), desde el combustible y llamas hacia las paredes internas de la estufa y desde las paredes de las ollas hacia el medio ambiente. (Álvarez, 2009, pg. 18)

Biomasa

Biomasa es cualquier forma de materia que deriva directa o indirectamente de la fotosíntesis de las plantas. Se la puede encontrar en forma vegetal o animal. En otras palabras, la biomasa es energía solar transformada. (Gómez, 2008, pg. 1)

Aislante Térmico

Material que presenta una alta resistencia térmica, en otras palabras, que se opone al flujo de calor. Este material se emplea como una pared entre dos

medios para impedir que pase el calor y de tal modo igualar las temperaturas. Básicamente un aislante térmico bloquea la transferencia de calor de un cuerpo a otro.

Energía de Biomasa

Es originada por la energía solar la cual es canalizada por plantas, animales y microorganismos. En los seres vegetales se convierte mediante el proceso de fotosíntesis en energía bioquímica la cual se libera en un proceso de combustión.

Combustión

Es una reacción química que ocurre entre sustancias usualmente con la presencia de oxígeno y que generalmente genera calor y luz. La velocidad con que se combinan los reactivos es alta, en parte debido a la naturaleza de esta reacción química y en parte porque se genera más energía de la que puede escapar en el medio circundante. Además, como resultado la temperatura de los reactivos se eleva con lo que se acelera aún más la reacción. Esta reacción envuelve una variedad de fenómenos con una amplia aplicación en la industria, ciencia, profesiones, y en el hogar. Sus aplicaciones se basan en conocimientos de física, química y mecánica.

En términos generales, la combustión es una de las reacciones químicas más importantes y puede ser considerada como un paso final en la oxidación de cierto tipo de sustancias. (Enciclopedia Británica, 2016).

Contaminación

La combustión de leña debería contribuir en menor medida al efecto invernadero. Debido a que la leña es un recurso renovable y a que los árboles absorben y reciclan el CO₂. En la descomposición natural de madera se produce CO₂, pero también emisiones de gas metano que es 20 veces más perjudicial para la atmósfera que el CO₂. (Burschel, 2003, pg. 72)

Ceniza

Residuo de una combustión completa en forma de polvo. Su color es gris claro y tiene varios usos y aplicaciones. Este residuo puede representar entre el 0.43% y 1.82% del peso inicial de la madera.

Usos y Aplicaciones

- Protección de jardines y huertos contra plagas y enfermedades.
- Aumenta la fertilidad del suelo dada su alto contenido de potasio (nutriente más requerido por plantas después del nitrógeno).
- Neutraliza la acidez del suelo.
- Estimula la actividad de microbios que fijan nitrógeno en la tierra.
- Se puede convertir en un detergente líquido casero.

4.5 Marco Normativo y Legal

Materiales

Adobe

Es un material de construcción constituido por arena, arcilla, agua, material orgánico como paja y estiércol. Generalmente se le da forma de ladrillo y se deja secar al sol. Puede ser moldeado a cualquier forma y es capaz de formar estructuras muy duraderas. Dentro de sus características está su capacidad térmica; en las edificaciones hechas en adobe se regula la temperatura interior en el verano se mantiene fresco mientras que en el invierno se mantiene caliente.

Ladrillo

Material de construcción constituido de arcilla amasada, secada y cocida. De forma octaédrica existen distintos tipos de ladrillo y se lo encuentra también en diferentes dimensiones dependiendo del país. Su aplicación principal está en la aglomeración de paredes.

Piedra

Material de construcción que a diferencia de la roca ha sido modificado por el hombre de modo que ya no se encuentra en su lugar de origen. Dentro de las propiedades de la piedra están: exfoliación, lustre, apariencia, estructura, resistencia, peso, dureza, tenacidad, trabajabilidad, resistencia al fuego, densidad, movimiento térmico. Este material se caracteriza por ser duradero con poco mantenimiento. Es buen aislante acústico y térmico disminuyendo la temperatura de interior siempre que las paredes igualen o superen los 50 cm.

Cemento

Material de construcción hecho de componentes inorgánicos en una sustancia de polvo que mezclada con el agua u otra sustancia forma una pasta blanda que se seca y endurece cuando entra en contacto con el aire y que mantiene esa dureza incluso debajo del agua. Se utiliza como aglutinante en bloques de hormigón o para rellenar y tapar huecos.

Cerámicos

Producto de distintas materias primas, principalmente arcillas que se fabrican en forma de polvo o pasta que al ser sometido a cocción sufre cambios en su composición por los que adquiere una consistencia pétreo. Este material presenta una gran resistencia a altas temperaturas y un gran poder de aislamiento térmico y eléctrico. Los cerámicos son duros, no combustibles y no oxidantes. Son resistentes a casi todos los agentes químicos. Son frágiles o vidriosos y una de sus características principales es que puede producirse en cualquier forma que se desee.

Aluminio

Metal ligero, blando pero resistente de apariencia plateada. Es muy maleable y flexible óptimo para el mecanizado y la fundición. Resistente a la corrosión y muy durable. Puede ser disuelto tanto en ácidos como en bases.

Cobre

Metal de transición de color rojizo con tonalidades brillantes. Dada su alta conductividad eléctrica se lo emplea en muchos componentes eléctricos. Es muy maleable y dúctil. Es 100% reciclable. Es un material antimicrobiano, algunas de las especies más tóxicas de bacterias, hongos y virus no sobreviven en contacto con el cobre.

Hierro

Metal de los más abundantes de la tierra. Es dúctil, resistente, buen conductor eléctrico, conductor de calor, maleable, además presenta un alto grado de magnetismo.

Acero

Es una aleación de hierro con carbono, puede tener más aleaciones como azufre, manganeso, fósforo, etc. Dada su constitución química posee una alta resistencia mecánica, puede someterse a esfuerzos de tracción y compresión. Posee un alto nivel de elasticidad. Se puede unir por medio de soldadura. Es dúctil, se lo puede trabajar, torcer, doblar, cortar y perforar.

Fibra de Vidrio

Consiste en hilos de vidrio muy pequeños que se entrelazan formando una malla. Posee propiedades similares al vidrio como su fragilidad, transparencia y alta dureza. Es buen aislante térmico dado su alto índice de área superficial en relación al peso.

Cámara de combustión

Se refiere al espacio en donde se quema el combustible. Según el tipo de combustible que se utilice se deriva su forma y volumen. Aquellos combustibles de menor densidad necesitan mayor volumen de cámara de combustión o una constante provisión de combustible. También depende del uso de la estufa si es de uso doméstico o institucional.

La eficiencia de la combustión y transferencia térmica por radiación depende de la altura de la cámara. Para ello la distancia entre la olla y el lecho del combustible debe ser entre 200 - 300 milímetros. (Álvarez, 2009, pg. 27)

Si la altura de la cámara se reduce los gases de combustión no tendrán tiempo de mezclarse con el aire para quemarse dentro de la cámara. De esta manera se incrementan las emisiones de CO e hidrocarburos. Por ende, se puede decir que la calidad de combustión y energía transmitida por radiación está dada por la distancia entre la base del combustible u la base de la olla.

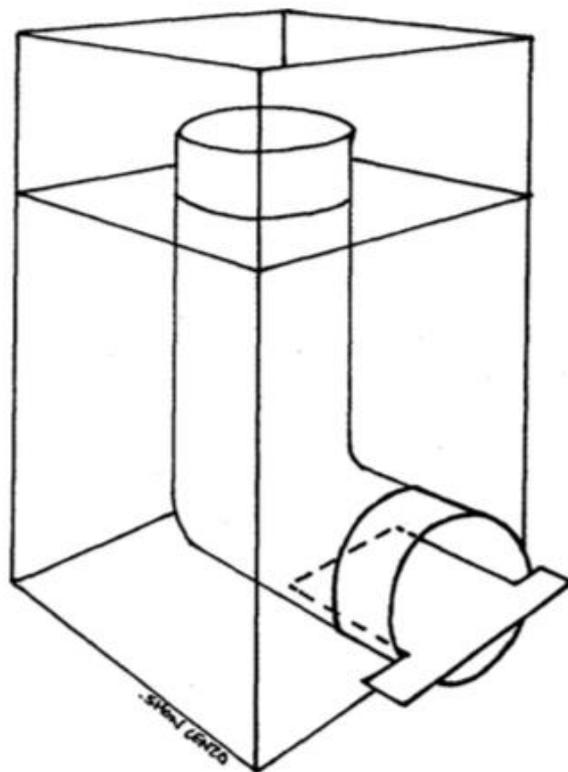


Figura 34. Cámara de combustión, codo Rocket.

Tomado de (*Capturing Heat 2*, 2017)

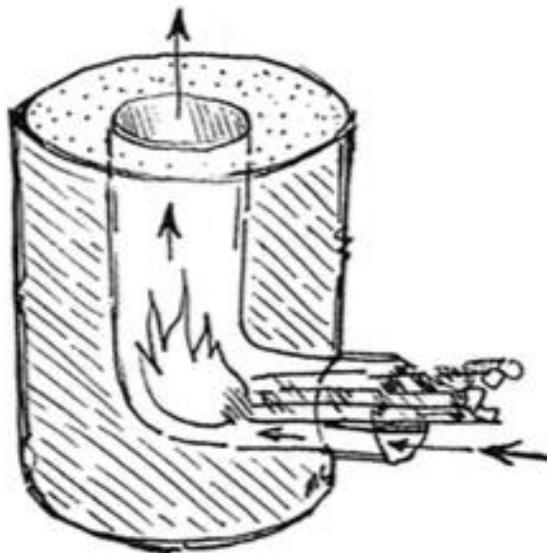


Figura 35. Funcionamiento de codo Rocket.

Tomado de (*Capturing Heat 2, 2017*)

La cámara de combustión se debe construir con materiales que soporten altas temperaturas y con un bajo coeficiente de conducción térmica de manera que reduzca la pérdida de calor a través de las paredes internas de la cámara.

Parrilla

Es usada como el soporte del combustible. Si se diseña adecuadamente puede mejorar el proceso de combustión y por ende el desempeño de la estufa. Durante el proceso de combustión la parrilla se cubre con las brasas y mantiene una temperatura elevada en la cámara de combustión, facilita la combustión de los gases desprendidos por el combustible (leña) y mejora la mezcla aire – gases de combustión mediante el precalentamiento de aire primario.

Chimenea

Es el conducto que permite la salida de los gases de combustión. La distinta densidad entre los gases calientes que fluyen en el interior de la chimenea y el aire atmosférico determina una diferencia de presión que produce el movimiento ascendente de estos gases. (Álvarez, 2009, pg. 29)

Estufa a gas

Las estufas varían en sus dimensiones ya sean a gas o eléctricas dependiendo del fabricante. De todas maneras, en promedio se ve que las estufas de cuatro quemadores poseen las siguientes dimensiones: frente 55 cm, altura 85 cm y fondo 55 cm. En cambio, las estufas de seis quemadores en promedio tienen las siguientes dimensiones: frente 82 cm, altura 76-90 cm y de fondo 66 cm.

DISEÑO METODOLÓGICO

1.7 Metodología de Diseño

El presente proyecto es Experimental. En base a la información recopilada y lógicamente tomando en consideración la situación actual explicada en la problemática se llevarán a cabo una serie de modelos y prototipos. De estos, se seleccionará uno que posea las mejores características y responda con mayor eficiencia a la problemática.

1.8 Tipo de investigación

Se empleará una investigación Cualitativa de Investigación Acción. Este proyecto se realiza una serie de investigaciones que nos darán a conocer que procesos, materiales, técnicas son las más efectivas para cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos.

1.9 Población

En la parroquia de Cutuglagua existen 56 familias que emplean leña u otros tipos de combustible para cocinar. Según la validación de este proyecto se pretende alcanzar a este grupo de personas.

1.10 Muestra

El comedor peregrino de la misión de la Santísima Trinidad ubicado en el cantón Mejía, sur de Quito, atendido por la hermana Graciela Loaiza quien se encarga de alimentar gratuitamente a los niños de la comunidad. Dentro de este hogar existe un precario fogón abierto que es el medio de preparación de alimentos. Es a esta casa que se aplicará principalmente este proyecto.

1.11 Variables

Tabla 9.

Variables

Variable	Definición	Tipo de Variable	Posible Valor
Materiales	Componentes que se emplearan en la construcción en el diseño y construcción de la estufa	Cualitativa	Aluminio Cobre Cerámicos
Procesos	Conjunto de operaciones que se aplican a una cosa para elaborarla o transformarla	Cualitativa	Modelado Soldadura Doblaje Enchapado
Dimensiones	Magnitud, tamaño o extensión de una cosa.	Cuantitativa	55 cm x 90 cm x 55
Costos	Cantidad de dinero o gasto económico que representa la producción de este proyecto.	Cuantitativa	
Prototipo	Representación limitada del diseño de un producto que permite a las	Cualitativa	

	partes responsables de si creación experimentar su uso.		
Pruebas	Serie de sucesos, hechos, razones o argumentos con que se intenta probar que algo es de una determinada manera y no de otra.	Cualitativa - Cuantitativa	Prueba de ebullición de agua Prueba de emisiones

INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO (Objetivo específico 1)

1.12 Comedor Popular Jesús Peregrino

En el sur de la ciudad de Quito, parroquia Cutuglagua, cantón Mejía, funciona desde hace 13 años el Comedor Popular Jesús Peregrino. Su ubicación ha variado en distintos lugares de la parroquia ya que no se contaba con un espacio propio. Esto cambió hace 5 años puesto que se obtuvo un terreno en el barrio de La Joya (Cutuglagua) en el que se asentó el comedor. Este establecimiento forma parte de la misión de la Comunidad de la Santísima Trinidad. Aquí se lleva a cabo el programa “Comparte tu pan” el cual tiene como actividad principal alimentar a los niños de la comunidad a la hora del almuerzo gratuitamente.



Figura 36.Hmna. Gracia Chicaiza, encargada del comedor.

La hermana Gracia Chicaiza es quien ha estado a cargo del comedor desde su inicio. Además del programa de alimentación infantil en el comedor se realizan otras actividades como talleres de espiritualidad, valores, psicología y visita social. En este lugar generalmente se encuentran 5 personas incluida la Hna.

Gracia junto con 2 madres voluntarias y 2 miembros de la misión (generalmente varones) quienes son enviados por la comunidad y rotan cada 2 meses.

El espacio asignado para el material lúdico solía ser donde se encontraba el fogón. También se almacenaba juguetes, material lúdico, grandes porciones de madera y distinto mobiliario útil y descartado. Este espacio se limpió y recuperó ya que no era el ambiente más apropiado para la preparación de alimentos. Luego de la limpieza se encontraron 3 madrigueras de ratas y se deshizo de escombros y basura.

Por otra parte, en la huerta se producen diversos tipos de plantas y flores como son geranios, ciclamen, miramelindos, azucenas, nardos, tomate de árbol, tomate de riñón, ají, toronjil, cedrón, hierba buena, pimienta dulce, árboles de palo santo, higos, naranja y limón.



Figura 37. Comedor Popular Jesús Peregrino.

También en este espacio se da cuidado a perritos rescatados. Cada octubre se ejecuta un proyecto llamado “Quinto Día” en el cual se concientiza a la comunidad sobre el cuidado de animales. Además de procesos de esterilización y prevención de enfermedades en las que participan las familias de los niños que asisten al comedor junto con gente de la zona.

Vida Diaria

Las jornadas se inician a las 5 am con el riego de plantas en la huerta e invernadero. Mientras tanto se pone a calentar agua para usarse el aseo personal. Posteriormente viene el desayuno alrededor de las 7 am. Seguido a esto se comienza a cocinar para el almuerzo. También a esta hora empiezan a llegar madres que dejan a sus hijos para que sean cuidados mientras salen a trabajar.

Generalmente son dos las personas que se encargan de preparar la comida mientras tanto los otros miembros se encargan de tareas domésticas, cuidado de los niños, ir al mercado, etc. A la 1 pm arriban los niños (45-50) para el almuerzo hasta las 3 pm hora en la que los niños son retirados por sus padres. Luego de esto se procede a limpiar el comedor, platos, vajillas y cocina en general. En la tarde se cuidan niños hasta las 7 pm y se realizan artesanías religiosas.

Para preparar el almuerzo se requieren de 2 ollas con capacidad para 104 L cada una. Actualmente se cuenta con una estufa a gas de 4 quemadores en la que se prepara la comida. Sin embargo, su tamaño no permite que se utilicen las dos ollas de gran capacidad al mismo tiempo. En promedio se ocupan 6 tanques de gas al mes lo cual representa un gasto considerable para el comedor ya que no cuentan con ingresos regulares.

El área total del establecimiento es de 13m x 20 m. El área construida abarca una cocina, bodega, comedor, despensa, 1 baño, 3 habitaciones, habitación de material lúdico, invernadero, capilla, huerta, bodega, patio y área recreativa.

Ingresos

Como ya se mencionó el comedor no tiene una fuente fija de ingresos. El apoyo económico llega por parte de la misión junto con los misioneros. Este aporte se utiliza para cubrir los costos de los servicios básicos. En cuanto a alimentos, estos se obtienen ya sea por donaciones o a precios bajos tras regatear con almacenes del mercado principalmente de Machachi. Además, se venden libros

otorgados por la misión de los cuales se les da una comisión. También se obtienen fondos de la venta de plantas producidas en el invernadero y huerta y de la venta de artesanías religiosas.

6.2 Entrevistas

Para obtener conocimientos que aporten a este proyecto se realizaron dos actividades puntuales. La primera ha sido la asistencia a una conferencia sobre material refractario realizada por el Colegio de Ingenieros Mecánicos de Pichincha y dictada por el Ing. David Pletzer. La segunda actividad ha sido una entrevista con Miguel Torske, permaculturista experto en construcción de cocinas mejoradas.

Conferencia de Materiales Refractarios

Tabla 10.

Objetivo, resumen y conclusiones de conferencia de material refractario.

Objetivo	Obtener información sobre materiales aislantes y refractarios.
Resumen	<p>La charla sobre calderas industriales y hornos de fundición. Asimismo, expusieron materiales con propiedades refractarias aplicadas en la industria como lo son cementos refractarios y ladrillos refractarios.</p> <p>Los cementos refractarios con presencia de asbesto en su composición por ello es un material altamente cancerígeno y 10 veces más pesado que el cemento común. Resistencia a altas temperaturas altas. Su precio es elevado, una libra de esta material cuesta alrededor de \$ 121.</p> <p>Los ladrillos refractarios son comúnmente usados en cámaras de combustión y en hornos de fundición. Su componente principal es alúmina, mientras mayor sea el porcentaje de alúmina mayor será la resistencia al calor. Es un ladrillo denso, bastante duro, para su corte se utiliza un disco de diamante.</p> <p>En casos calderas y hornos pequeños en los que se aplica barro mezclado con pajonal y vidrio, solamente el vidrio posee</p>

	bajas propiedades refractarias mientras que el pajonal no es material refractario. La recomendación del Ing. Pletzer es la de emplear fibra cerámica que es un material refractario con resistencia a temperaturas de 1200° C.
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> - El vidrio es un material con propiedades refractarias al contrario del pajonal. - Los ladrillos refractarios son apropiados para usarse en cámaras de combustión y calderas. Mientras más porcentaje de alúmina exista en su composición mayor será su resistencia al calor.

Entrevista a Miguel Torske



Figura 38. Miguel Torske.

Miguel Torske es un permaculturista ecuatoriano quien tiene gran experiencia en estufas ecológicas eficientes. Torske ha colaborado con varias comunidades de la costa y oriente del Ecuador en instrucción e implementación estufas ecológicas.

Tabla 11.

Objetivo, resumen y conclusiones de entrevista con Miguel Torske.

Objetivo	Obtener conocimientos aprovechando la experiencia de Torske y recibir una retroalimentación sobre los avances de este proyecto.
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Resumen	<p>Sobre la estufa</p> <p>Regirse a los principios de construcción de estufa Rocket ya que su construcción es simple y se puede armar de cualquier tamaño y material.</p> <p>Si la estructura es metálica; procurar que la cámara de combustión no entre en contacto directo con el resto de la estructura puesto que el calor se puede transmitir a todas las partes del producto.</p> <p>Revisar cocina Rocket institucional; ubicación de chimenea.</p> <p>Planchas de acero y hierro, concéntricas representan un proceso costoso de producción.</p> <p>Cascajo como material aislante de bajo costo.</p> <p>Revisar la distancia en relación a la olla y la salida de fuego, si se encuentran muy separados la transferencia de calor es ineficiente.</p> <p>Sobre Calentamiento de agua</p> <p>Se sugiere analizar la posibilidad de fabricar un termosifón.</p> <p>El termosifón es similar a un calentador de agua de cilindro.</p> <p>Se trata de un tanque que está conectado a una entrada y salida de agua y se ubica por encima de la fuente de calor.</p> <p>La tubería de entrada de agua se ubica cerca o junto a la cámara de combustión. A medida que se calienta, el agua se hace menos densa y asciende por ende se genera movimiento sin necesidad de una bomba de agua. El proceso de producción de un termosifón es complejo y puede ser costoso.</p> <p>No se recomienda colocar la tubería junto a la cámara de combustión pues esta se puede elevar a temperaturas que superen los 500 C lo cual ocasionaría que el agua dentro de la tubería alcance los 100 C o más. Esto representa un riesgo de peligro pues se produce vapor de agua y este genera tal presión que pueden darse explosiones.</p>
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Otra manera de calentar agua es de la siguiente manera. Se puede hacer con una olla dentro de esta se coloca un serpentín de cobre con una entrada y salida de agua. Esta olla se la coloca sobre la hornilla y se llena de agua hasta que cubra el serpentín. Básicamente se calienta el agua, ésta transfiere el calor al serpentín y este lo transfiere al agua en su interior. En este caso no hay peligro de que el agua sobrepase los 100 C el vapor puede escapar .</p>
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- Regirse sobre los principios del Dr. Winiarsky.- Reubicar al serpentín de cobre.- Mecanismo de calentamiento de agua alternativo.- Posibilidad de almacenar agua caliente mediante un termosifón.- La estructura externa no puede estar en contacto directo con cámara de combustión.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA (Objetivo específico 2)

1.13 Brief de Diseño

A continuación, se presenta la tabla con los requerimientos que se han determinado para el desarrollo del proyecto.

Producto a diseñar: Estufa mejorada, universal de forma modular con sistema de calentamiento de agua, de fácil instalación, uso seguro.

Tabla 12.

Requerimientos de diseño.

	Requerimiento	Determinante	Condicionantes
DE USO	Ubicación	Interior, cocina.	
	Seguridad	No debe presentar riesgos de quemaduras, exposición a emisiones para el usuario	
	Mantenimiento	Limpieza de superficie y de residuos	
	Reparación	Los componentes deben presentar piezas o repuestos de fácil acceso	
	Manipulación	Para su uso el usuario debe de realizar esfuerzos mínimos de encendido de leña y apertura de llaves de agua	
	Ergonomía	Las dimensiones y relaciones espaciales para espacios de cocina establecidas en Panero	Dimensiones estándar de estufa en cocina - Alto: 88,9 - 92,1 cm

			- Ancho: 61 - 69,9 cm - Largo: 49,5 - 116,8 cm
	Capacidad	Debe tener la capacidad de calentar una olla de 50 cm de diámetro.	
	Quemadores	Debe poder albergar a 1 olla de alta capacidad y poder usar en su superficie al menos 2 ollas regulares.	
	Universalidad (uso)	El producto debe poder ser usado tanto para ollas regulares como para ollas de gran capacidad.	
FUNCIONALES	Mecanismos	Combustión de leña Transferencia de calor	
	Versatilidad	Cocinar alimentos Calentar agua	
	Resistencia	Calor Tensión, choque Agua	
	Modularidad	El objeto puede conformar una pieza de un sistema de estufas.	- Modulo principal, se puede usar solo, se puede conectar a otro modulo. - Modulo secundario, se conecta al módulo principal por un lado y por el otro lado

			<p>puede conectarse a otro modulo.</p> <p>- Modulo de cierre, solo se puede conectar al módulo principal o al módulo secundario por uno de sus lados.</p>
ESTRUCTURALES	Estructura externa	Deben ser materiales firmes, que soporten el peso de ollas, golpes, que sean durables y se puedan manipular en producción.	Chapa de acero de 1-3 mm.
	Estructura interna	Materiales resistentes a altas temperaturas. Otros con propiedades refractarias/aislantes térmicos.	<p>Perfil de acero de 4-6 mm espesor.</p> <p>Tuberías acero inoxidable de 4-6 mm de espesor.</p> <p>Chapa de acero de 1-3 mm.</p> <p>Vibra cerámica, fibra de vidrio, piedra pómez, cascajo, cerámicos.</p>
	Esqueleto	Deben ser firmes, resistentes a golpes, con capacidad para soportar pesos.	Tubo de acero de 1"

	Intercambiador de agua	Deben ser resistentes al agua, calor, corrosión.	Tubería de cobre. Tubería de acero galvanizado.
	Chimenea	Material resistente al calor.	Tubería de aluminio/ acero.
	Componentes	Alimentador de aire Alimentador de leña Quemador (hornilla) Cámara de combustión (codo rocket) Chimenea Intercambiador de calor (calentador de agua) Ingreso-salida de agua	
	Unión	La unión de los componentes se debe realizar mediante al aplicación de elementos y procesos que permitan unificar las partes en un todo sólido y que pueda ser desmontado cuando cumpla su tiempo de vida útil	
	Estética	Simplicidad de forma	
TÉCNICO PRODUCTIVO	Instalación	Se debe colocar en el sitio de la cocina. Apoyado contra la pared. Tomar en cuenta la fuente de agua más cercana para la conexión del sistema de calefacción de agua.	Se requiere de modificaciones de tuberías para instalar el calentador de agua.
	Mano de Obra	Personal técnico Mecánica, cerrajería, plomería, soldadura, construcción.	

Modo de Producción	Industrial	
Control de calidad	Test de ebullición de agua Test de salida de agua a 40~ C	
Transporte	El producto debe ser fácil de transportar. Puede ser trasladado en una camioneta con herramientas de transporte básicas.	
Materiales	Metálicos Refractarios/aislantes térmicos Pétreos Cerámicos	
Transporte	El producto debe ser fácil de transportar. Puede ser trasladado en una camioneta con herramientas de transporte básicas.	

1.14 Fase 1, Bocetos

A continuación, se muestran varias representaciones gráficas basadas en las pautas obtenidas en la investigación y siguiendo los lineamientos de diseño expuestos anteriormente. El producto a diseñar tiene varios componentes que lo hacen complejo. Cada elemento de producto es un problema al que se lo aborda de manera visual. Para dar solución a cada parte se elaborará una serie de dibujos que apliquen o combinen las pautas obtenidas de la investigación. El propósito de esta exploración gráfica es obtener soluciones a los distintos componentes del producto para luego aplicarlos en una serie de propuestas que se aproximen al producto final.

Cámara de combustión - Alimentador de combustible - Ventilación

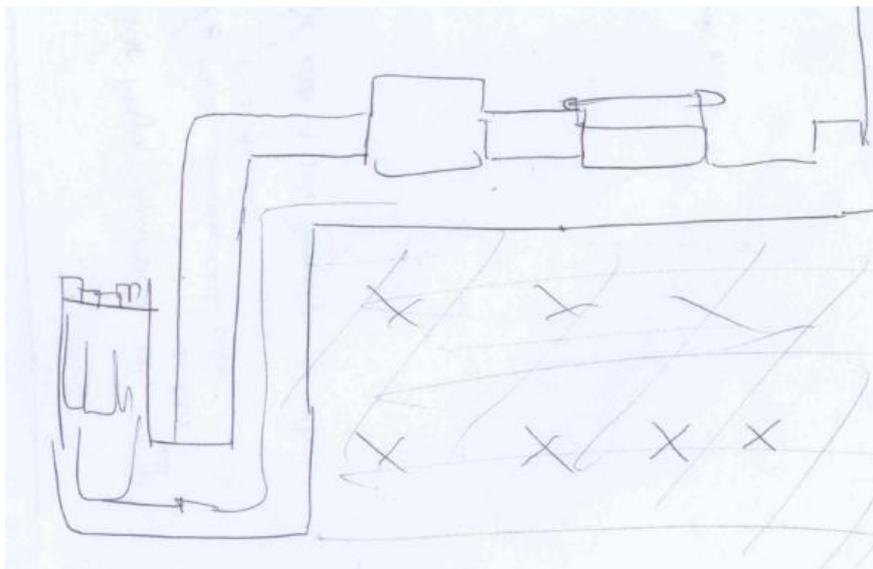


Figura 39. Boceto Estufa Justa.

Como punto de partida se representa al sistema de combustión de la estufa Justa. Se trata de un codo Rocket ubicado en la porción lateral inferior. Lo interesante aquí es el conducto que continúa hacia la chimenea y pasa repartiendo calor hacia los quemadores.

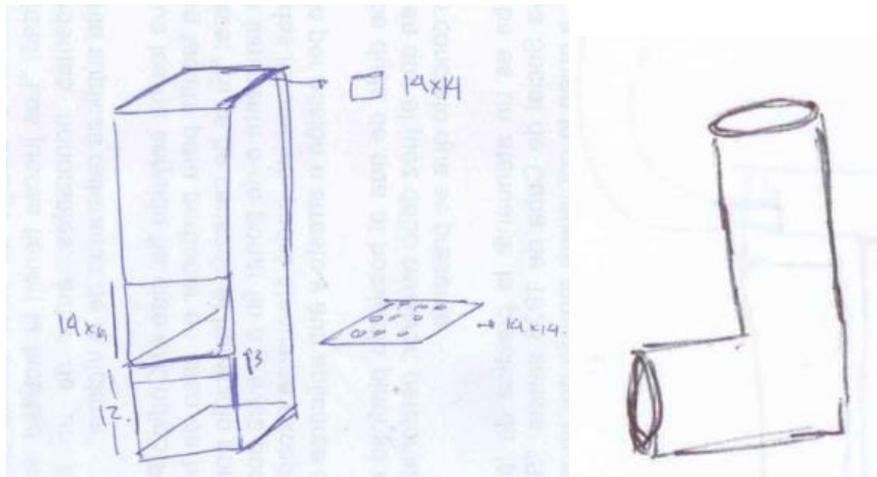


Figura 40. Boceto codo Rocket.

El codo rocket es un sistema bastante simple, se trata de un conducto con dos orificios de entrada y salida. Por la entrada se coloca la leña y también ingresa aire. El combustible se quema en el interior del codo y por ende el calor asciende.

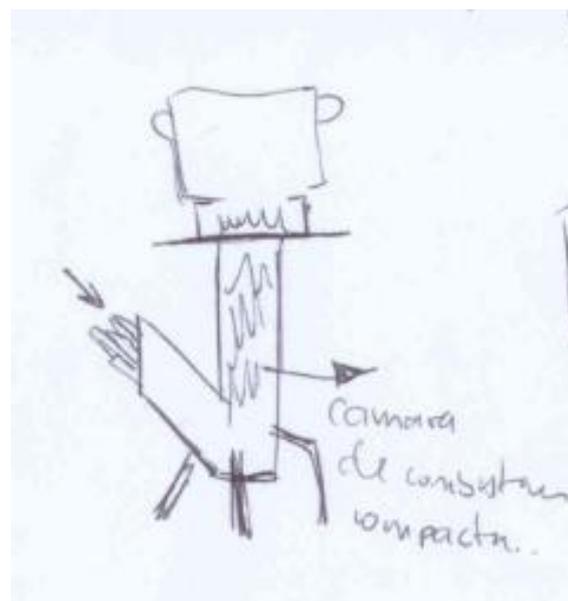


Figura 41. Boceto codo Rocket inclinado.

Una variación de codo rocket en el que el ingreso de leña está inclinado y se alimenta manera automática por gravedad.

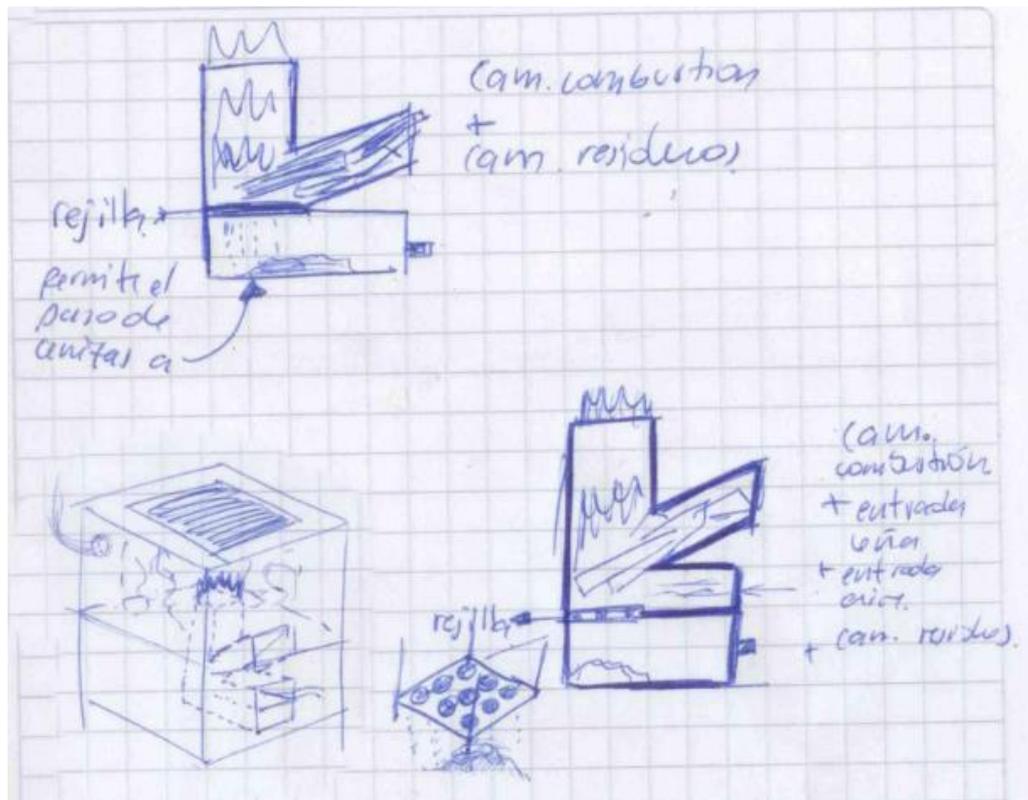


Figura 42. Boceto de módulo de combustión; variación de codo Rocket.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se plantea una variación del codo rocket. En esta representación se emplea la forma inclinada de ingreso de combustible. Se incorpora una rejilla en el fondo del codo cuya función es dar soporte al combustible y permitir que los residuos pasen al cajón residual. Además, se incorpora una entrada exclusiva para el aire ubicada por debajo del ingreso de leña. En otras palabras, es un sistema de combustión, ventilación y desecho.

Conducto Chimenea

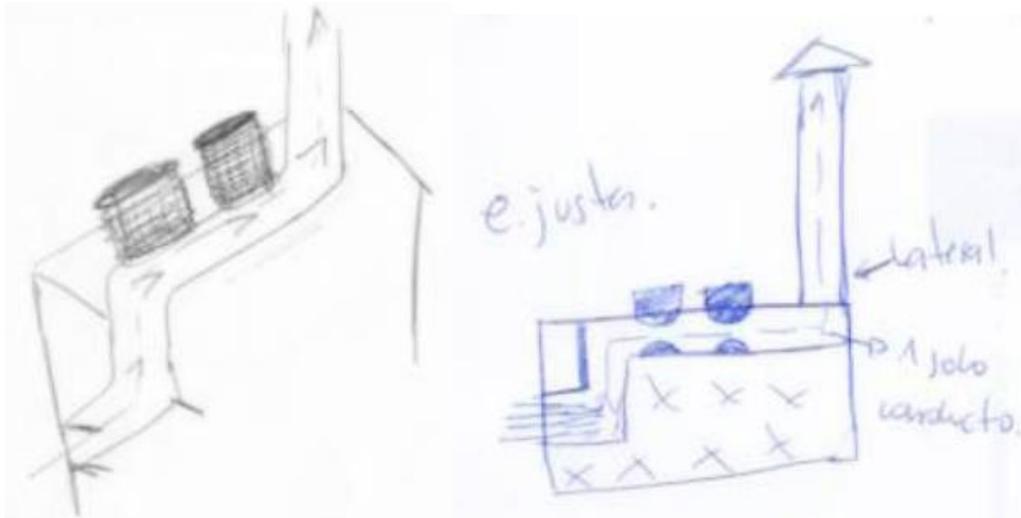


Figura 43. Boceto conducto chimenea E. Justa.

El conducto que dirige el calor hacia la chimenea en el caso de la estufa Justa termina en el lado opuesto del ingreso de leña. Además, en caso de que se puedan empotrar ollas en los quemadores, hay un cumulo de material debajo de los quemadores que sirven para que el calor se desvíe hacia la olla empotrada.

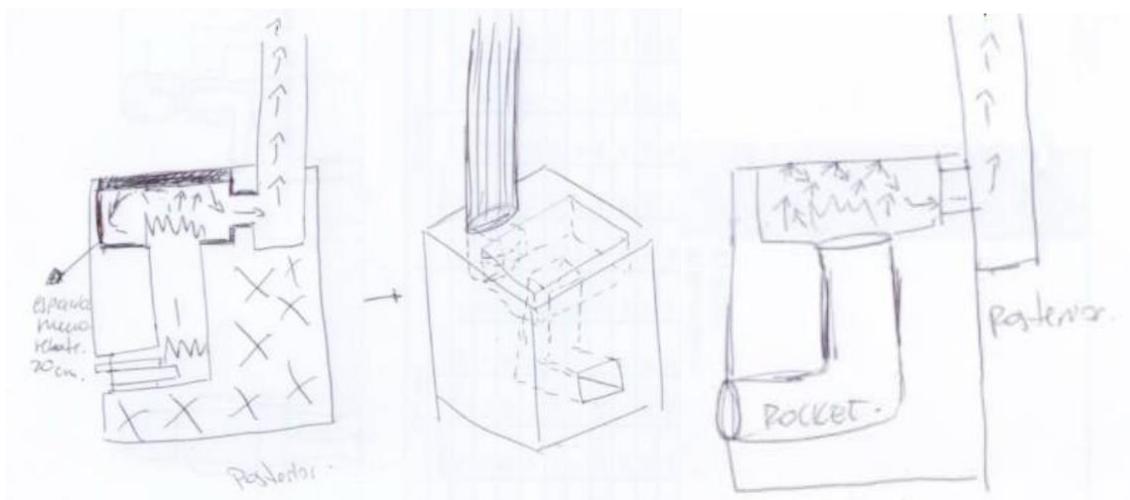


Figura 44. Boceto conducto rocket sencillo.

En el caso de un sistema rocket con quemador cerrado (sin que se empotre la olla) el conducto que dirige a la chimenea tiene un espacio de máximo 20 cm

entre la salida de fuego y la superficie del quemador. En el caso de que se empotre la olla las paredes del conducto interno rodea a la olla dejando un espacio de máximo 1 cm. El calor rodea la olla y escapa por un orificio hacia la chimenea.

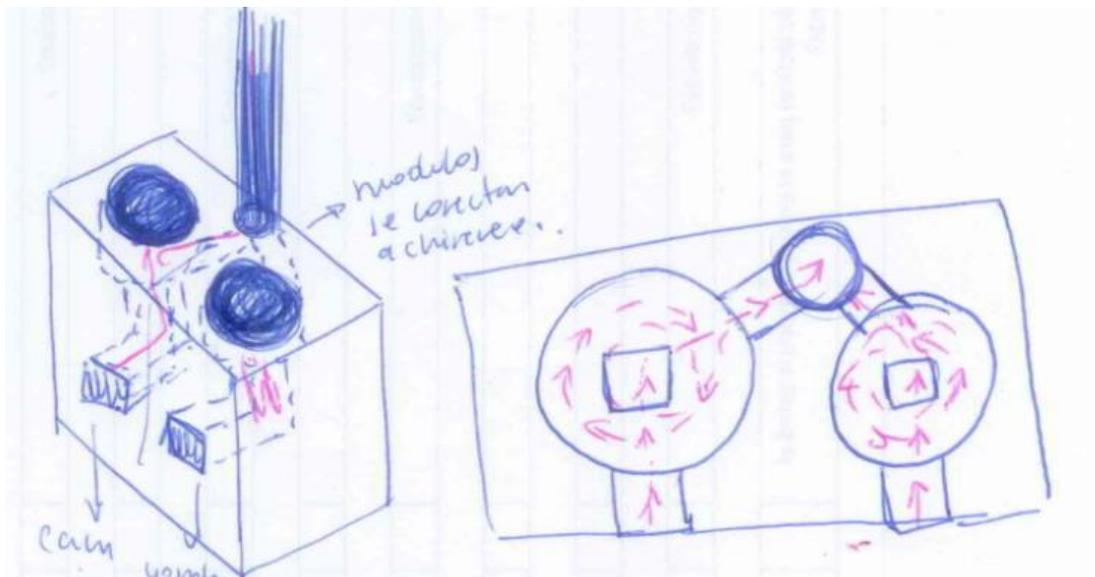


Figura 45. Boceto conducto rocket complejo.

Una variación al conducto saliente de la cámara de combustión para cuando hayan 2 o más quemadores con su propia cámara de combustión. Para ello hay un conducto que conecta a cada sistema con la chimenea. Es decir, solo hay una chimenea.

Top



Figura 46. Superficie en forma de plancha.

Plancha superior rectangular. Capacidad de 1 olla. Se puede usar para cocinar alimentos directamente sobre la superficie.



Figura 47. Superficie en forma de rejilla.

Quemador de rejilla. Calor escapa por espacios de la rejilla impactan directo al utensilio de cocina. Capacidad 1 olla.

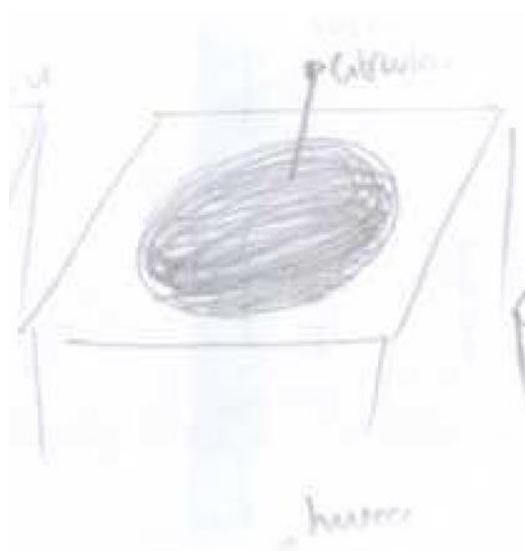


Figura 48. Superficie en forma de plancha circular.

Plancha superior de forma circular. Capacidad 1 olla. Se puede usar para cocinar alimentos directamente sobre la superficie.

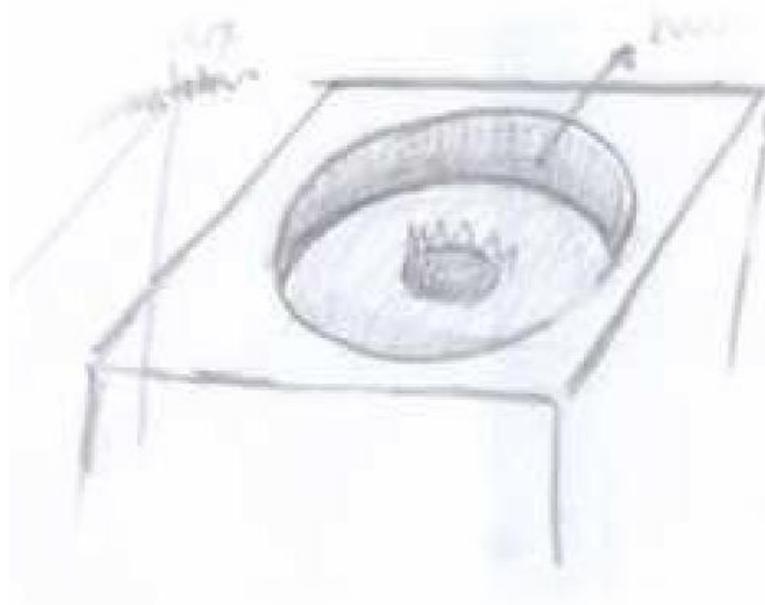


Figura 49. Superficie de forma hueca

Quemador de forma hueca. Capacidad 1 olla. Permite empotrar la olla. Mayor superficie de la olla se calienta.



Figura 50. Superficie en forma de anillos concéntricos.

Quemador de círculos concéntricos. Permite usar 3 tamaños de ollas. Anillos se pueden remover descubriendo el área en que se coloca la olla.

Intercambiador de Calor

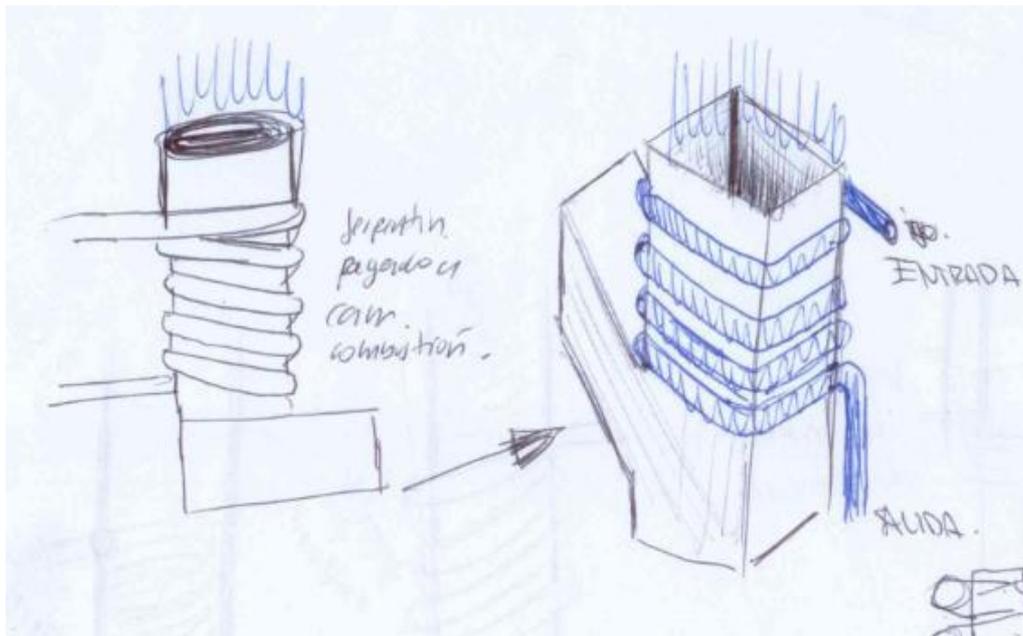


Figura 51. Intercambiador de calor en cámara de combustión.

Tubería ordenado cámara de combustión. Transferencia de calor óptima debido a las altas temperaturas de la cámara de combustión. Resta temperatura a la cámara de combustión.



Figura 52. Intercambiador de calor de forma de olla.

Intercambiador como elemento exterior. Cilindro que contiene agua y tubería en su interior. Se conecta a fuente de agua fría y fuente de agua caliente sólo cuando se utiliza. Su uso es como el de una olla. Orificio de escape de vapor en la superficie evita que se alcancen temperaturas superiores a los 100°C

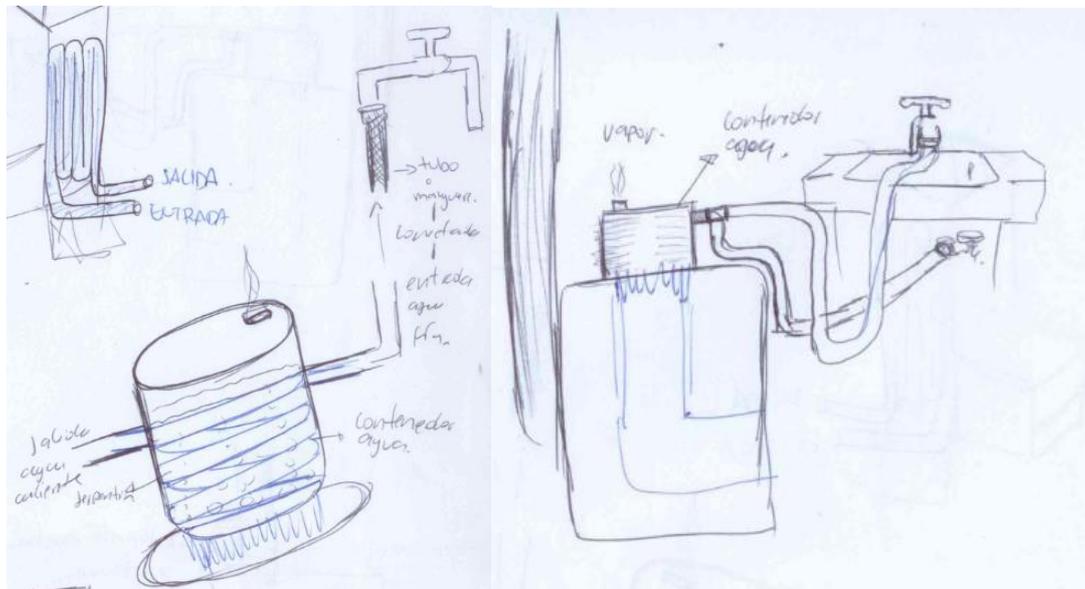


Figura 53. Intercambiador de calor en forma de olla.

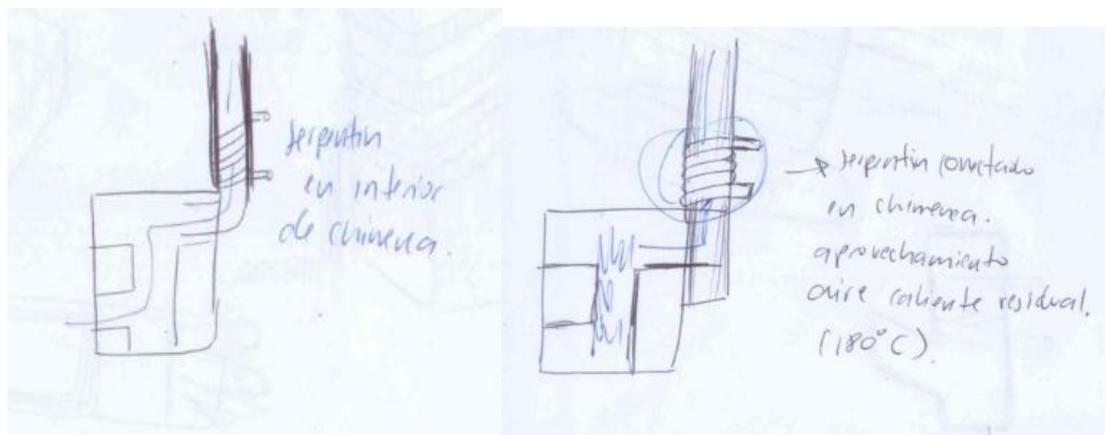


Figura 54. Intercambiador de calor en chimenea interior y exterior.

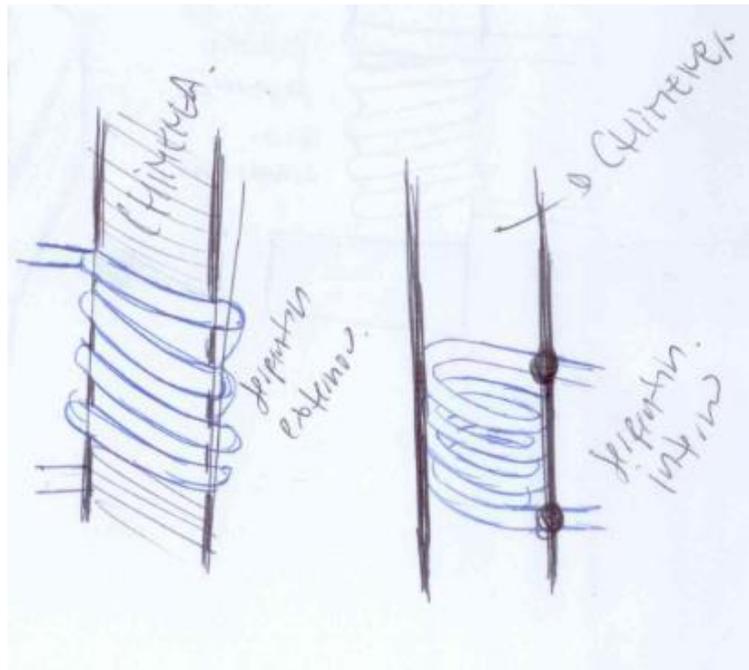


Figura 55. Intercambiador de calor en chimenea - interior y exterior.

Serpentín de cobre que rodea la chimenea. Instalación simple. Absorbe calor de superficie de la chimenea. Disminuye el efecto de succión de aire. Recibe calor residual directamente. No disminuye la temperatura de la superficie de la chimenea.

Modularidad – Versatilidad - Universalidad

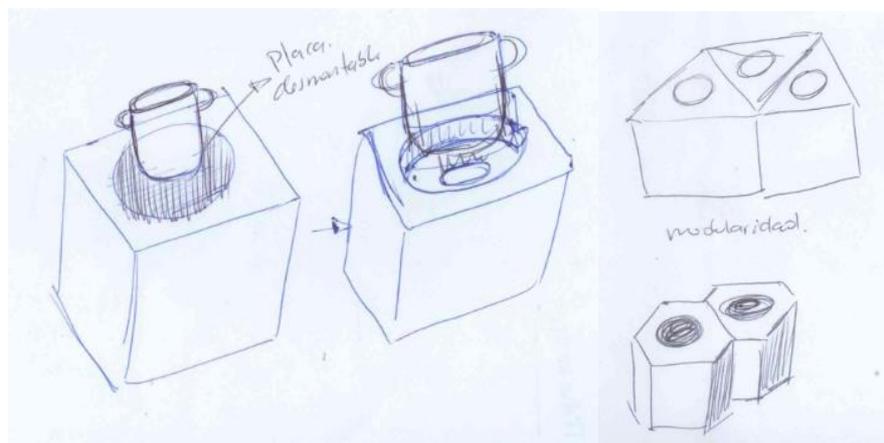


Figura 56. Ejemplos de sistemas de módulos.

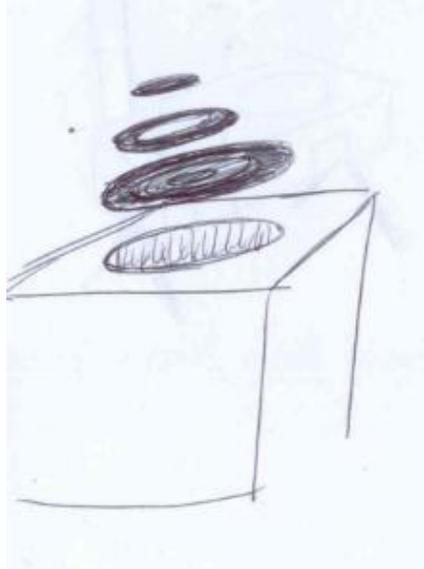


Figura 57. Quemador anillos concéntricos & hueco.

Cada módulo es un sistema individual de estufa y calentamiento de agua. Posibilidad de usar ollas grandes y pequeñas mediante anillos concéntricos y un espacio hueco como en la rocket institucional. Se conectan hacia la chimenea y también hacia la cámara de residuos. Se requiere un dispositivo para desacoplar los anillos concéntricos.

Boceto PROPUESTA 1 – RED

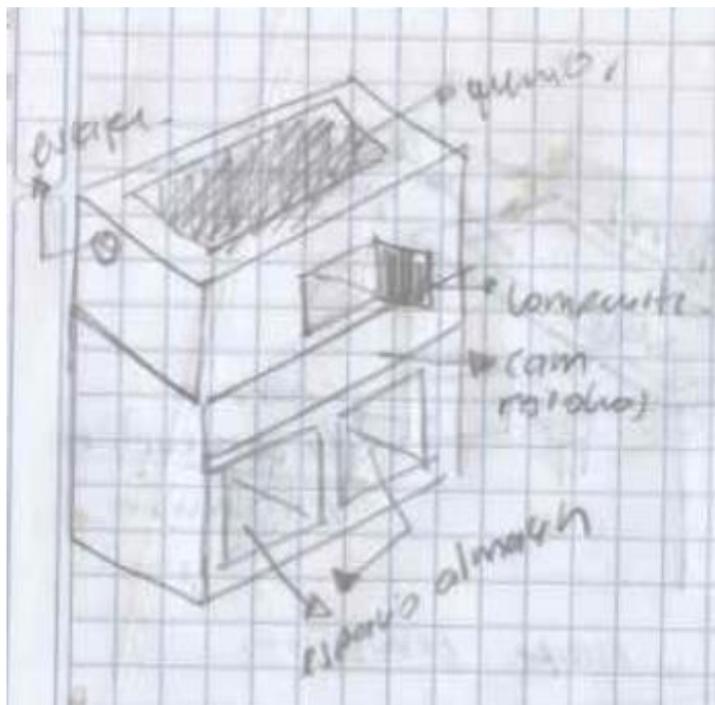


Figura 58. Primera Propuesta de diseño.

Capacidad 2 ollas. Quemador en forma de plancha rectangular. 1 cámara estilo rocket con rejilla para residuos. Cajón de residuos. Chimenea lateral. Espacio inferior para almacenaje.

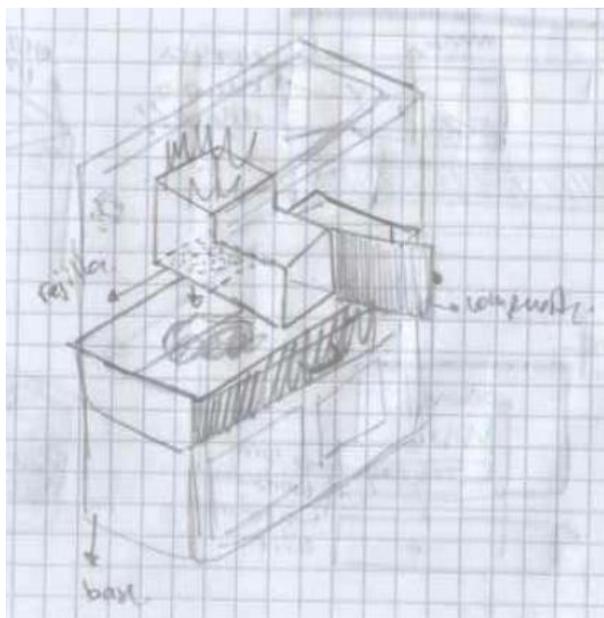


Figura 59. Primera Propuesta de diseño.

Espacio entre salida de fuego y quemador es de corta distancia, pero de área similar a la del quemador. Compuerta para entrada de combustible y aire. Una

vez colocado el combustible se cierra. Tiene pequeños orificios en la parte inferior y superior para succionar aire.

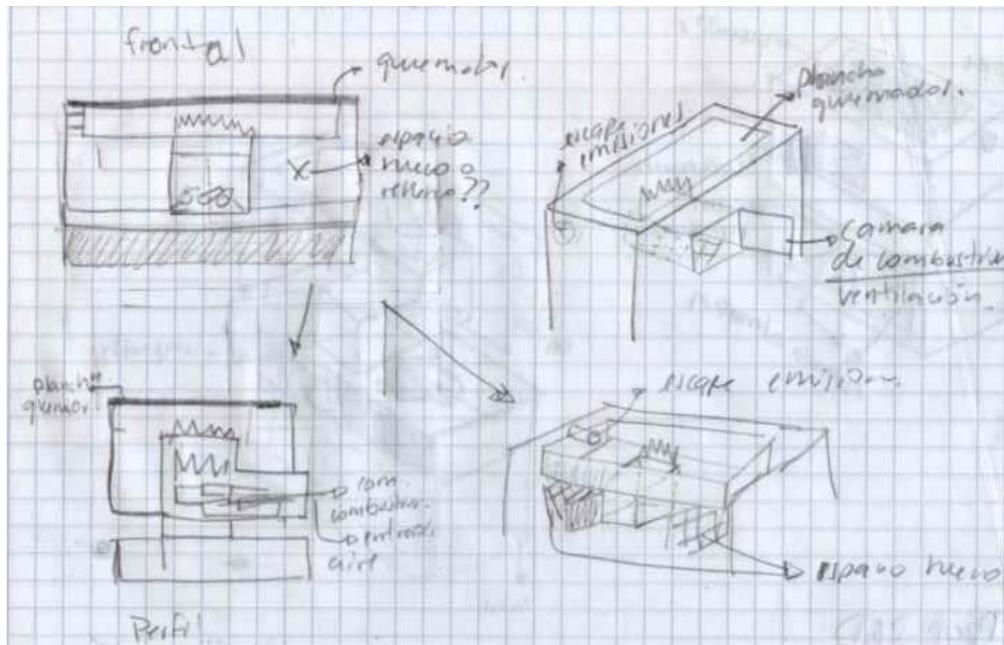


Figura 60. Primera Propuesta de diseño.

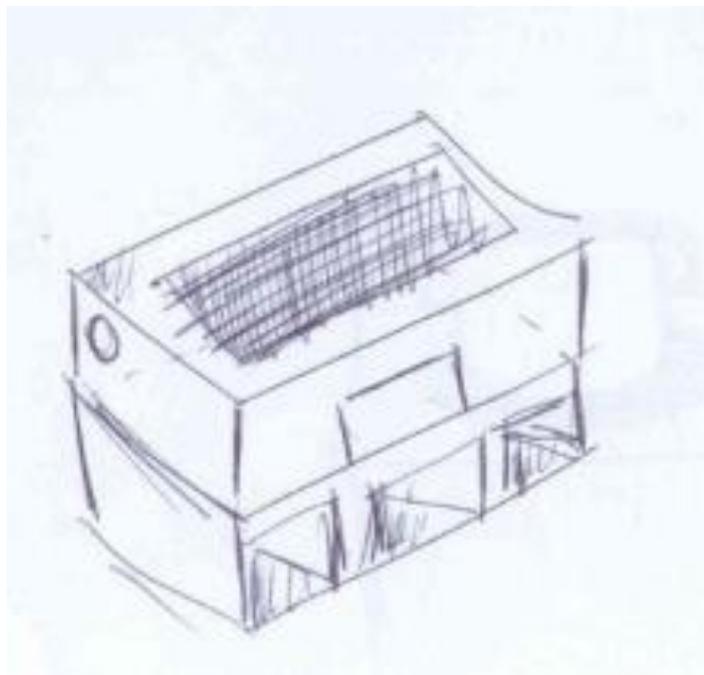


Figura 61. Primera Propuesta de diseño.

Boceto PROPUESTA 2 - CILINDRICA

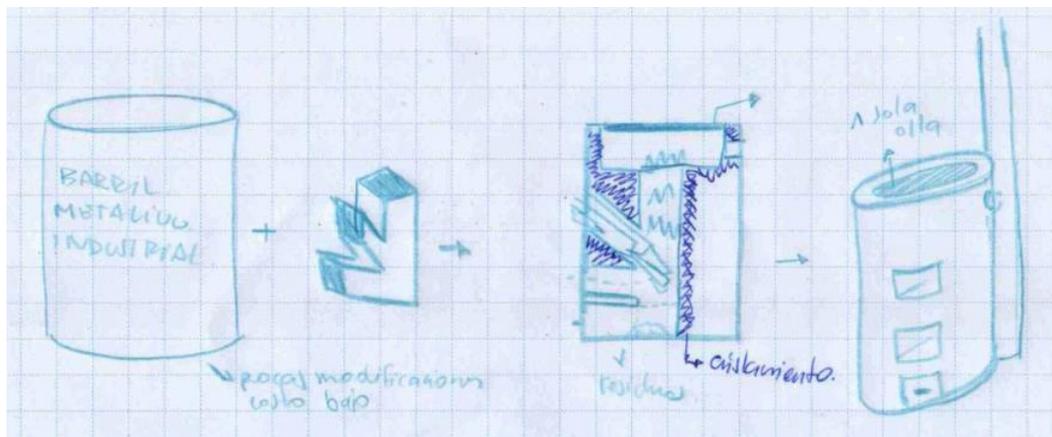


Figura 62. Segunda propuesta de diseño.

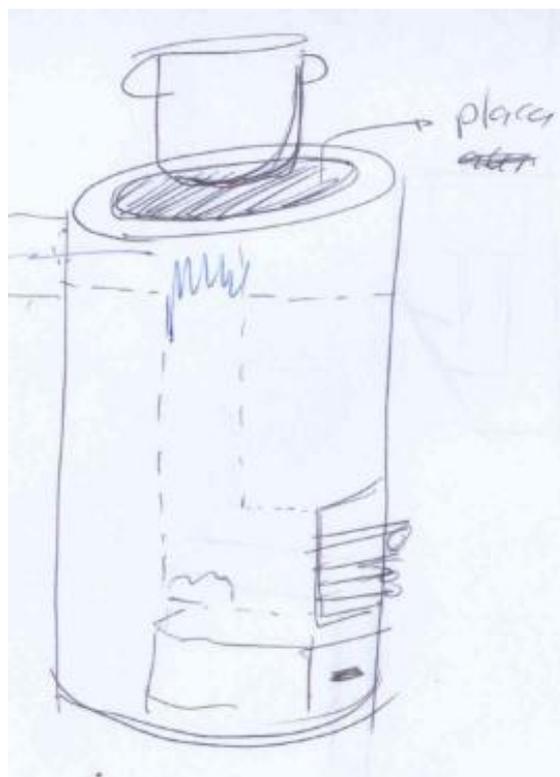


Figura 63. Segunda propuesta de diseño.

Forma cilíndrica. Adaptación de un barril industrial. Quemador en forma de plancha circular. Capacidad 1 olla. Sistema de combustión, ventilación y desecho en el interior. Debe estar aislado. Espacio entre salida de fuego y quemador aislado. Chimenea lateral.

Boceto PROPUESTA 3 - GOLD

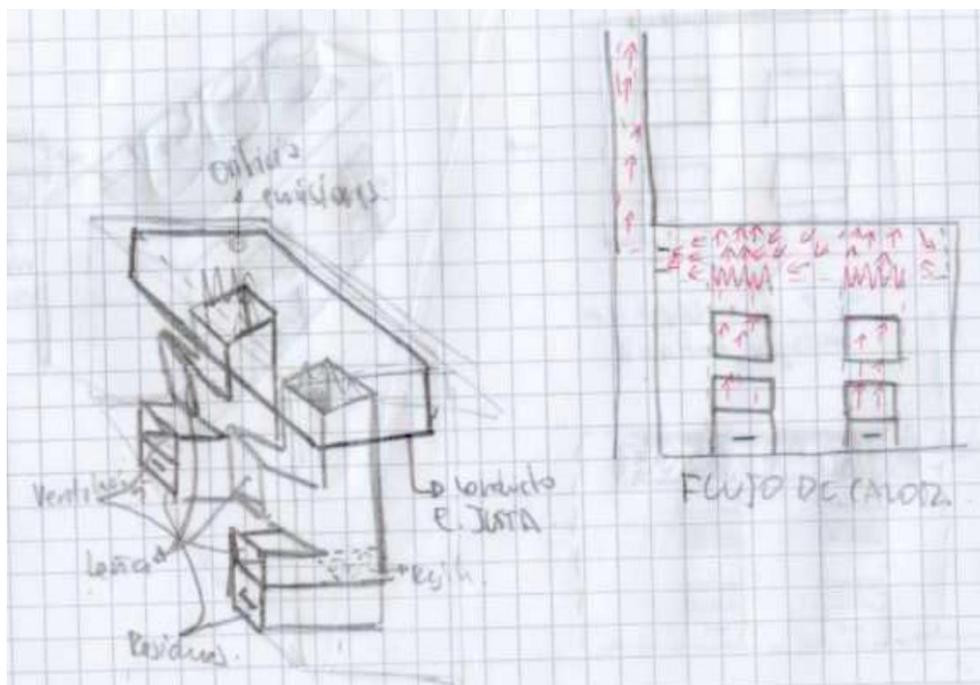


Figura 64. Tercera propuesta de diseño.

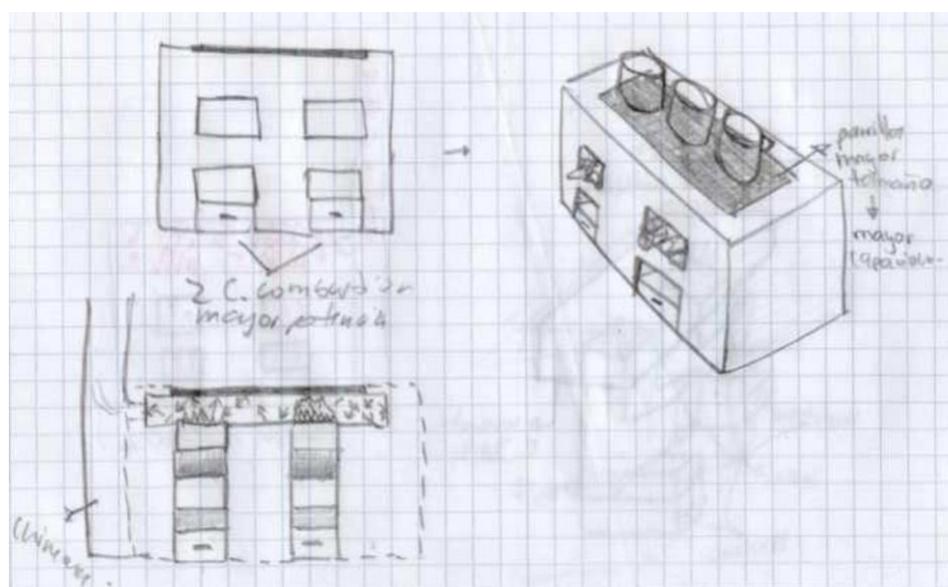


Figura 65. Tercera propuesta de diseño.

Capacidad 3 ollas. Quemador en forma de plancha rectangular. 2 sistemas de combustión ventilación y desecho. Cada sistema tiene aislamiento térmico. Conducto de intercambio de calor converge en chimenea lateral como en la estufa Justa.

Boceto PROPUESTA 4 - YELLOW

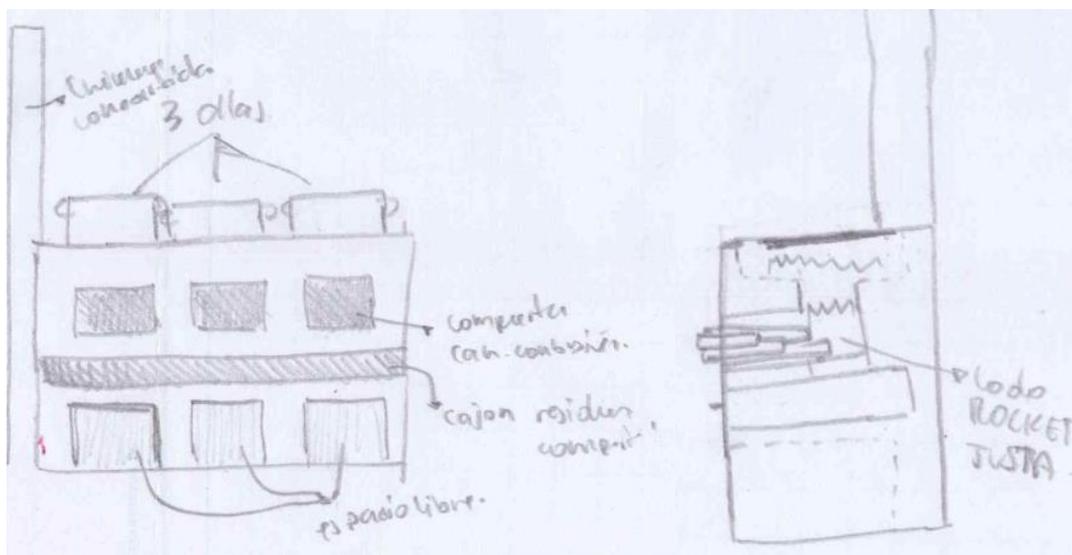


Figura 66. Cuarta propuesta de diseño.

Esta propuesta se compone de 3 codos rocket independientes. El conducto de calor se encuentra unido y es más angosto para tener una mayor eficiencia térmica. Cada codo rocket alimenta a un quemador; por ende, hay 3 quemadores, uno para ollas de tamaño regular y los otros dos pueden soportar ollas de gran capacidad. Debajo de los codos rocket está el cajón para residuos donde se depositan los residuos de las 3 cámaras de combustión.

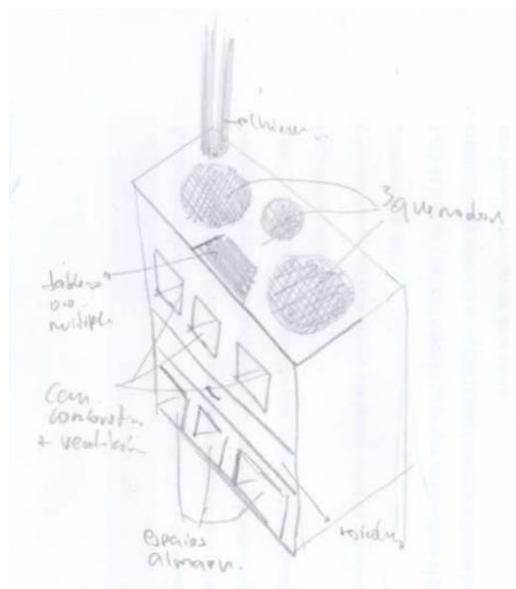


Figura 67. Cuarta propuesta de diseño.

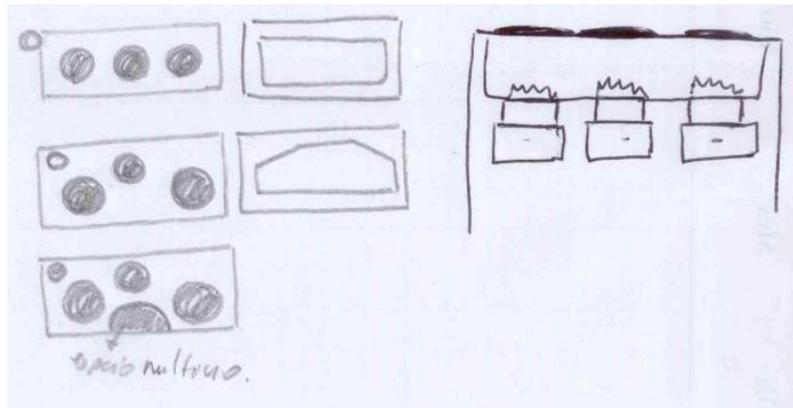


Figura 68. Cuarta propuesta de diseño. Variantes de superficie.

En la parte inferior se encuentra un espacio para almacenar leña, utensilios de cocina, etc. En cuanto al calentador de agua, el intercambiador puede ubicarse dentro de la chimenea. El conducto de transferencia de calor que sale del codo rocket es más angosto que en las propuestas anteriores para que el calor se concentre en los quemadores.

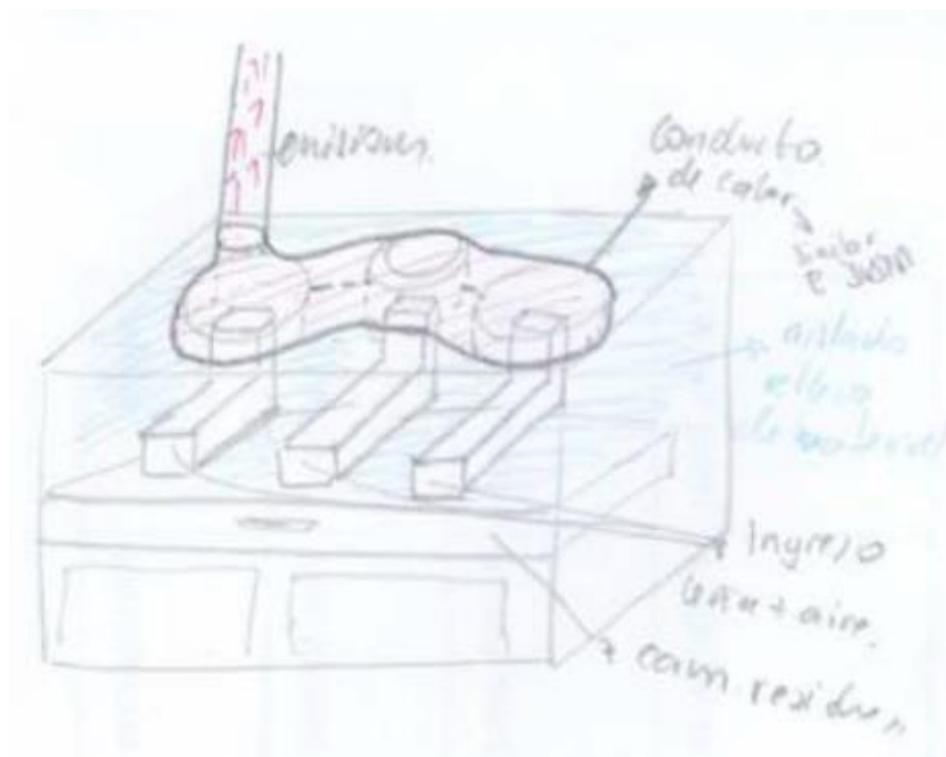


Figura 69. Cuarta propuesta de diseño. Flujo de calor.

Boceto PROPUESTA 5 – HEXAGONAL

Esta propuesta es un solo módulo con capacidad para usar una olla a la vez ya sea de tamaño regular o de gran capacidad. Tiene la forma de un prisma de 6 caras. La cara inferior es más angosta que la cara superior por ende sus lados tiene una inclinación descendente. Es una variación del sistema rocket institucional puesto que permite empotrar la olla a una distancia corta de la salida del fuego para que la rodee y cubra una mayor superficie en la olla. Si no se requiere usar una olla de gran capacidad se puede usar una plancha de forma circular sobre la cual se pone la olla para su uso.



Figura 70. Quinta propuesta de diseño.

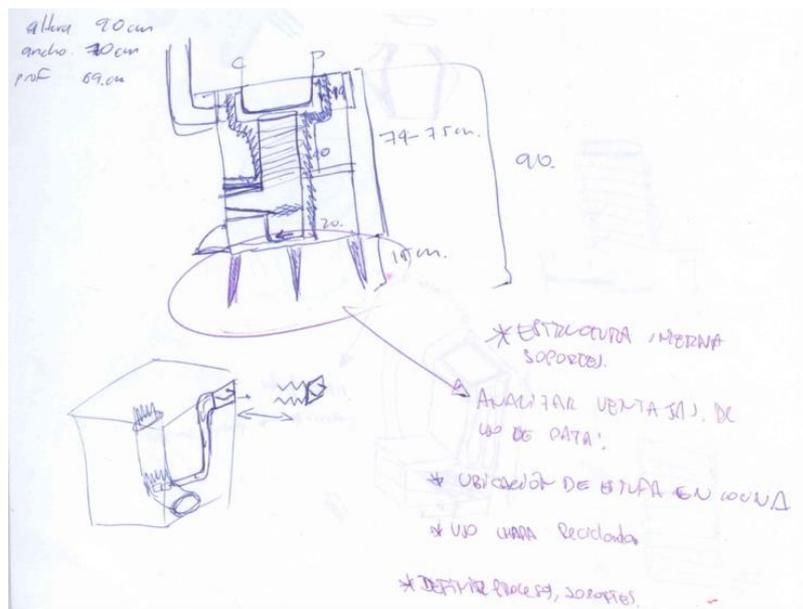


Figura 71. Quinta propuesta de diseño.

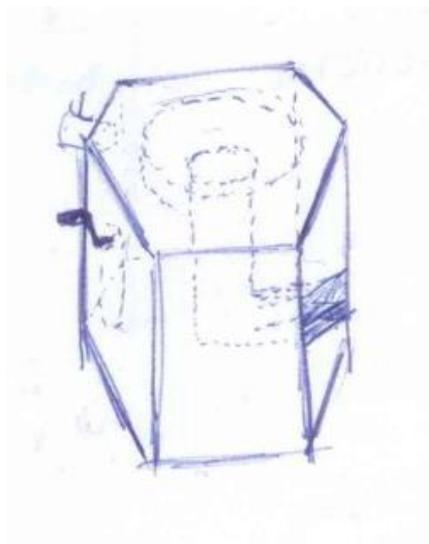


Figura 72. Quinta propuesta de diseño.

En esta propuesta se aplica una variación del módulo de combustión. El alimentador de leña, ingreso de aire y cajón residual no están alineados, sino que se encuentran distribuidos en las 3 caras frontales del objeto; un elemento en cada cara y a distinto nivel. El intercambiador de calor rodea el tubo ascendente del codo rocket. La chimenea está ubicada en la cara posterior. El interior de las paredes del objeto debe estar relleno de material aislante. Es objeto se apoya sobre 3 patas.

Boceto PROPUESTA 6 – Silver

Esta propuesta se trata de 3 módulos independientes que conforman un sistema complejo y convergen en una misma chimenea. Contiene 3 quemadores que pueden ser usados para ollas de gran capacidad y para ollas regulares. Se ha aplicado principios de diseño de la estufa rocket institucional en los 3 módulos por ello se puede empotrar una olla en cada quemador. El intercambiador de calor para el calentamiento del agua se ubica rodeando el tiro de uno de los módulos de combustión.

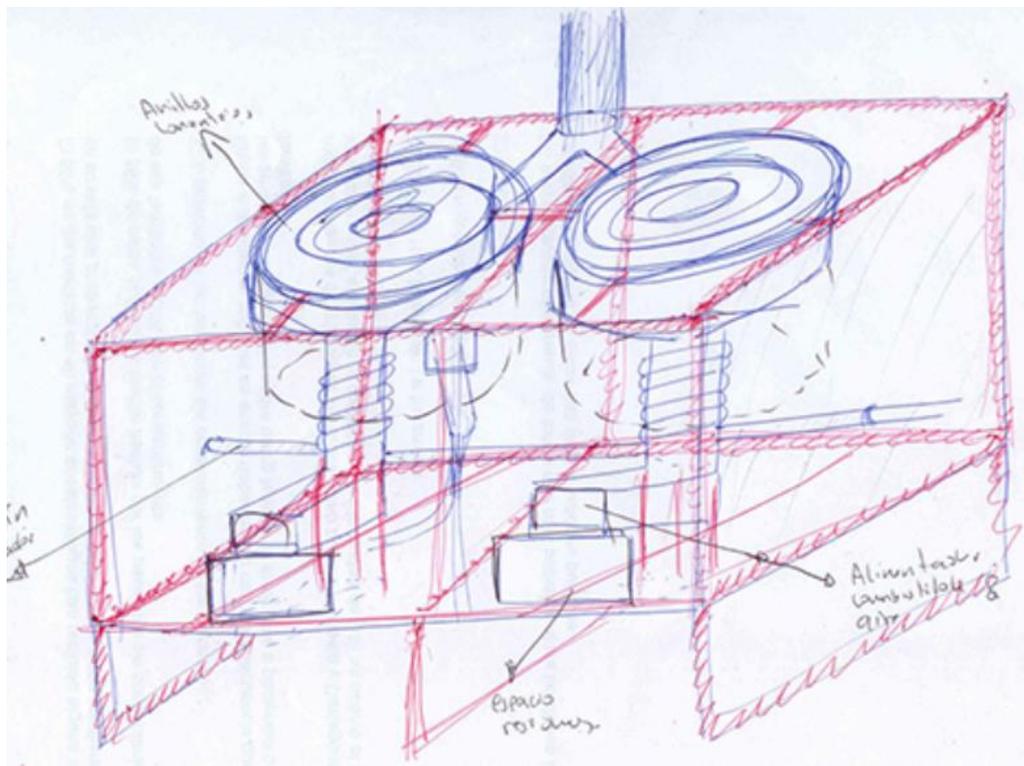


Figura 73. Boceto propuesto de diseño 6, estructura interna.

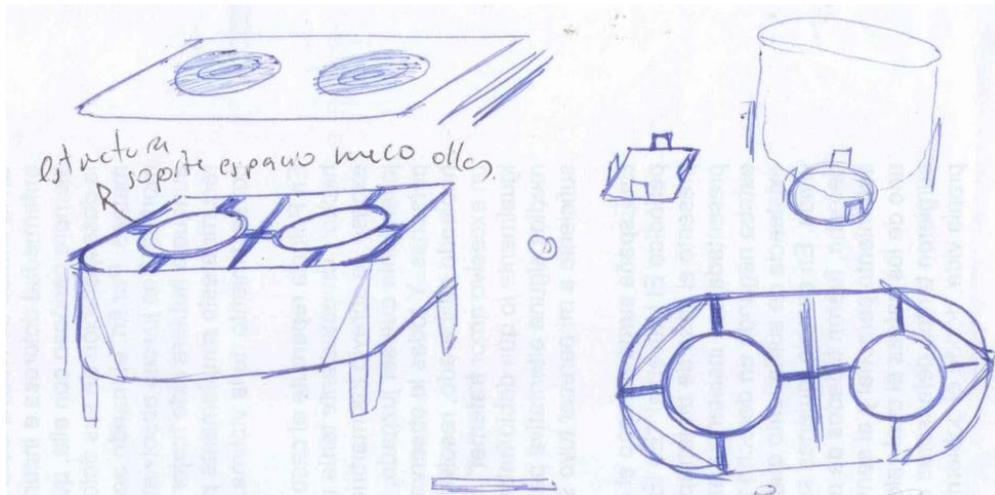


Figura 74. Boceto propuesta 6, elementos y estructura de la superficie.

En la superficie del producto cada quemador está compuesto una placa circular de anillos concéntricos desmontables. Al igual que la propuesta anterior el interior del producto debe contener material de aislamiento térmico. Este sistema es en su mayoría compuesto de materiales metálicos para su estética exterior y estructura de soporte.

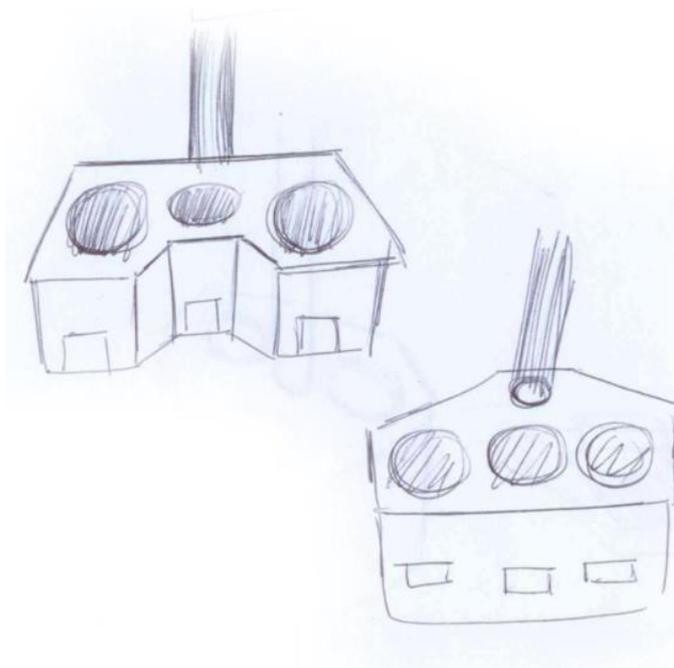


Figura 75. Boceto propuesta 6.

Conclusión

En conclusión, cada propuesta varia, aunque tienen componentes similares que se pueden rescatar y combinar en una propuesta formal. El producto final puede estar compuesto por módulos que mantengan características similares. Cada módulo debe mantener en esencia la combinación de diseño de la estufa Rocket, Justa y Rocket Institucional para que se pueda usar ollas de tamaño regular y ollas de gran capacidad. Por su parte, el intercambiador de calor debe ser ubicado en el interior de la chimenea para evitar que le reste calor a la cámara de combustión o al conducto de transmisión de calor. Además, la cámara de combustión debe mantenerse la forma básica del codo rocket con la adición de la rejilla de soporte y cajón de residuos. El interior del sistema debe tener el aislamiento térmico apropiado.

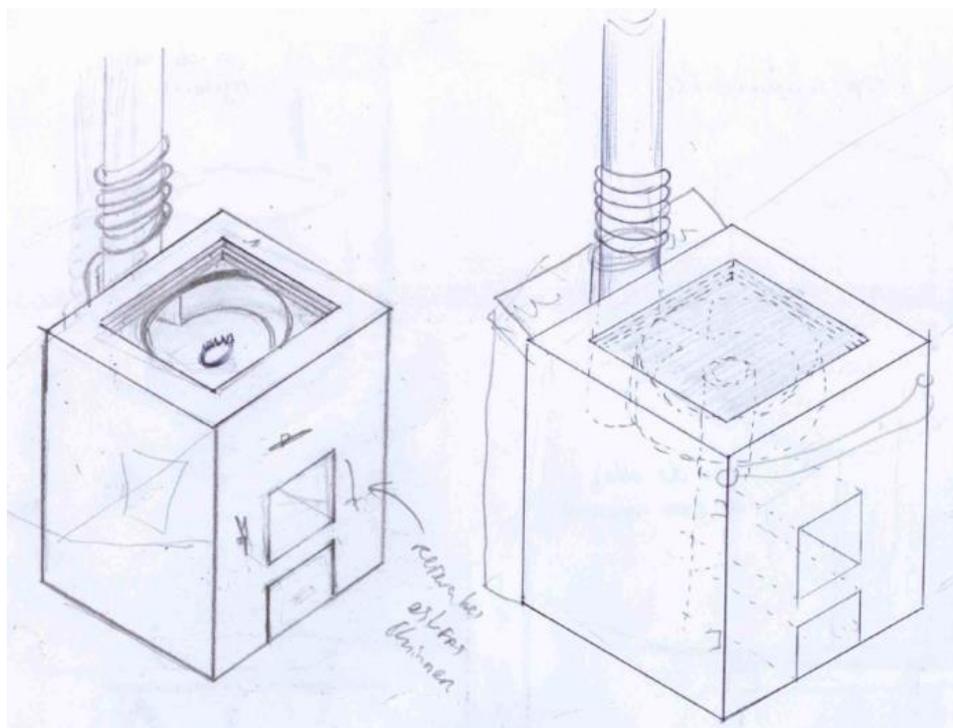


Figura 76. Boceto módulo para propuesta final.

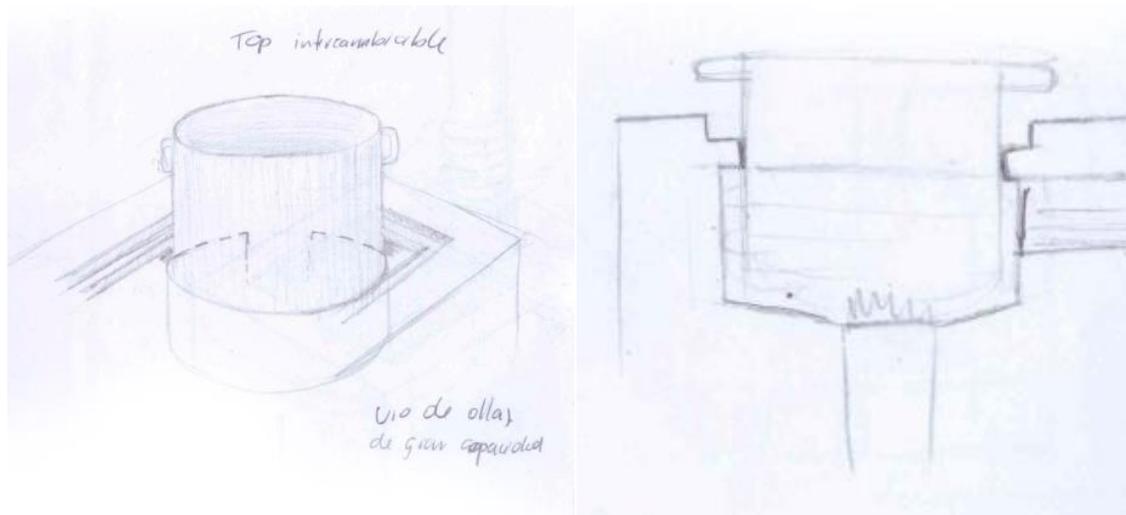


Figura 77. Boceto módulo para propuesta final, top con olla empotrada.

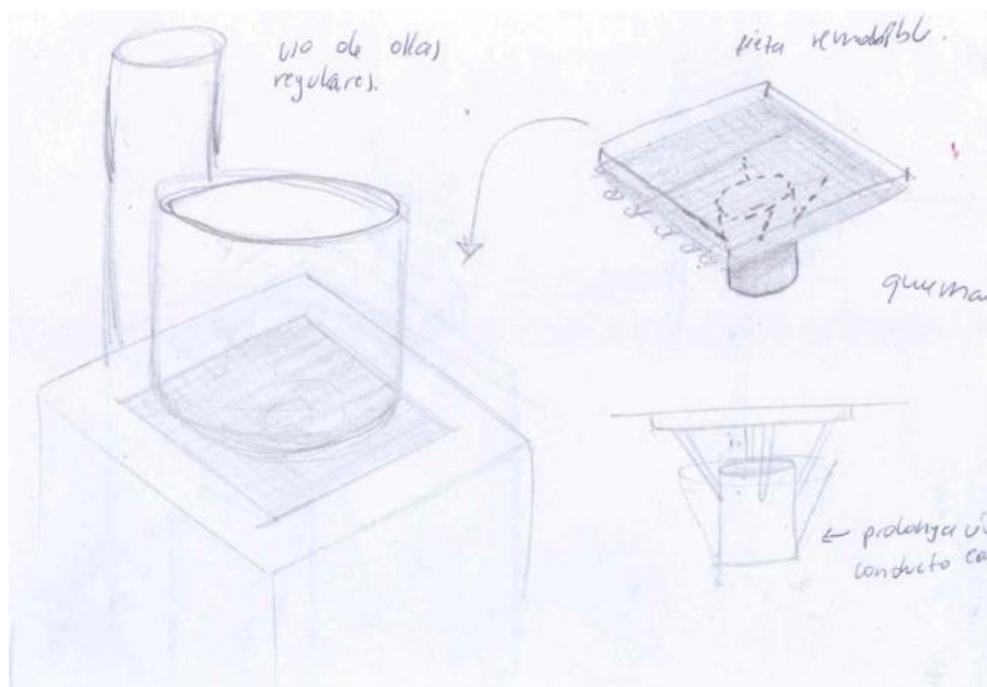


Figura 78. Boceto módulo para propuesta final, plancha quemador desmontable.

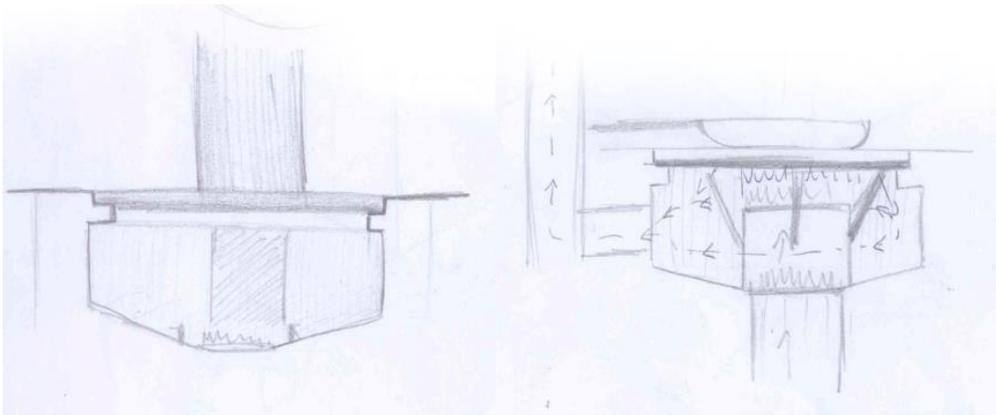


Figura 79. Boceto módulo para propuesta final, conducto de transferencia de calor.

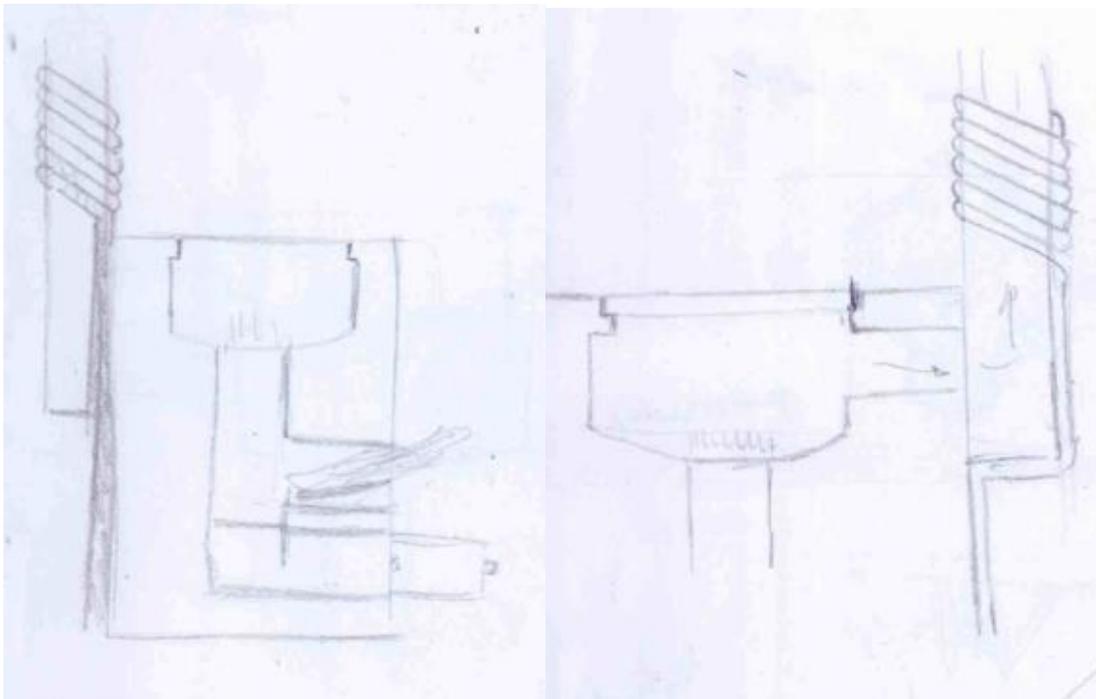


Figura 80. Boceto módulo para propuesta final, diagrama de transferencia de calor desde cámara de combustión hasta chimenea e intercambiador de calor.

1.15 Fase 2, Propuestas de Productos

7.3.1 Propuesta 1: Red

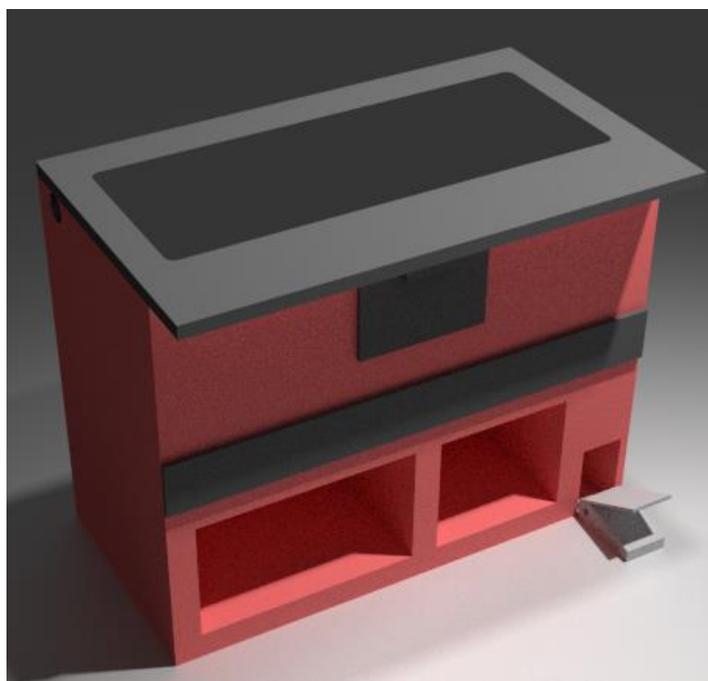


Figura 81. Representación de la propuesta Red.

Descripción

Siguiendo los lineamientos de la estufa Justa se elaboró esta primera maqueta. El uso principal es para cocinar. Las ollas se colocan en una plancha superior por la cual se transmite el calor. Tiene un pequeño conducto de salida de emisiones en la cara izquierda. Además, posee un pedal que sirve para bombear aire dentro de la caldera.

El ingreso de combustible se realiza por una compuerta en la cara frontal. Los residuos caen a un cajón que puede ser removido para desechar los residuos. El artefacto va colocado sobre una estructura de similar tamaño en cuanto a la base, pero de diferente altura. Esta estructura sirve de soporte y cuenta con compartimentos para almacén de leña, utensilios, etc. Este modelo fue pensado como un objeto sólido que una vez instalado no podrá ser removido del lugar. Por ello el orificio de escape de emisiones puede ubicarse en el costado puesto que se puede conectar con un tubo de escape (chimenea en el exterior).

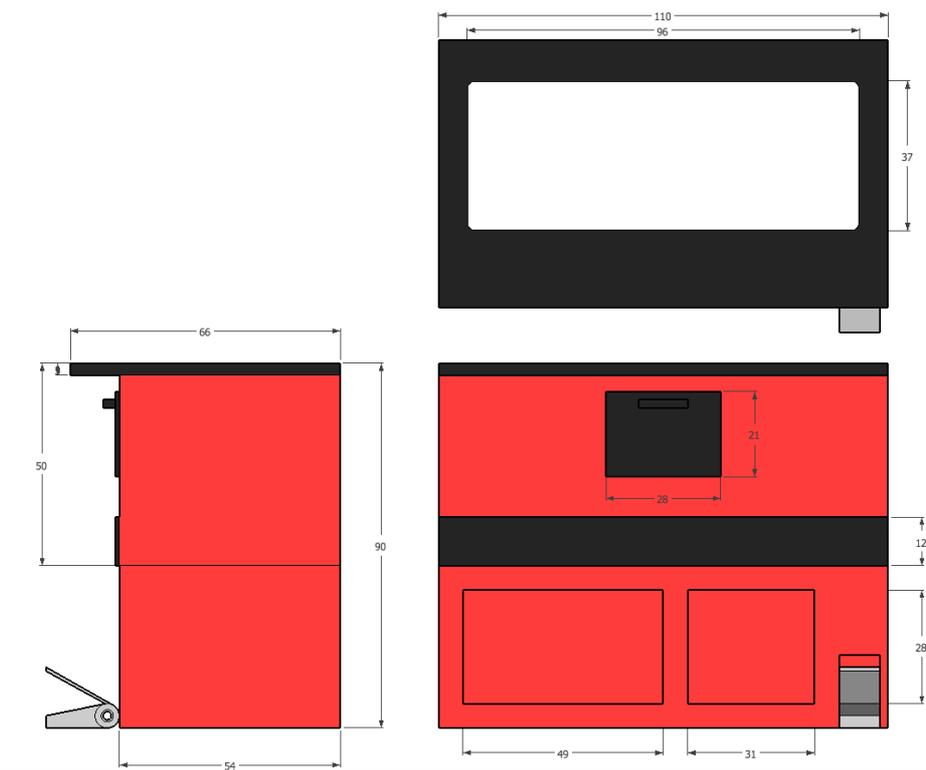


Figura 82. Vista superior, lateral y de frontal de la propuesta Red.

Características

Para esta maqueta los materiales estructurales pueden ser: Ladrillo, cemento, barro, adobe. La plancha sobre la cual van posadas las ollas puede ser hecha de acero o hierro de un espesor de 4 a 10 milímetros. En cuanto a la puerta de ingreso de combustible y el cajón de residuos el material puede ser chapa de acero de 1 a 3 milímetros. En el interior se ubica un soporte a manera de rejilla también de acero o hierro que sirve de soporte del combustible y de separador entre la caldera y el compartimiento de residuos. Para el pedal insuflador de aire se pueden aplicar materiales como chapa acero, junto con una cimbra de acero conectados a una manguera o tubo de 1" de diámetro el cual desemboca en el interior de la caldera.

Funcionamiento

El usuario debe abrir la compuerta, ingresar el combustible y prenderlo. Una vez encendido, se cierra la compuerta, si es necesario puede bombear aire mediante el pedal insuflador para acelerar la combustión. Acto seguido se coloca sobre la plancha superior la o las ollas (hasta 3 ollas).

Una vez finalizado la combustión, las cenizas y residuos caen directamente al cajón residual que se puede remover para su limpieza

7.3.2 Propuesta 2: Cilíndrica

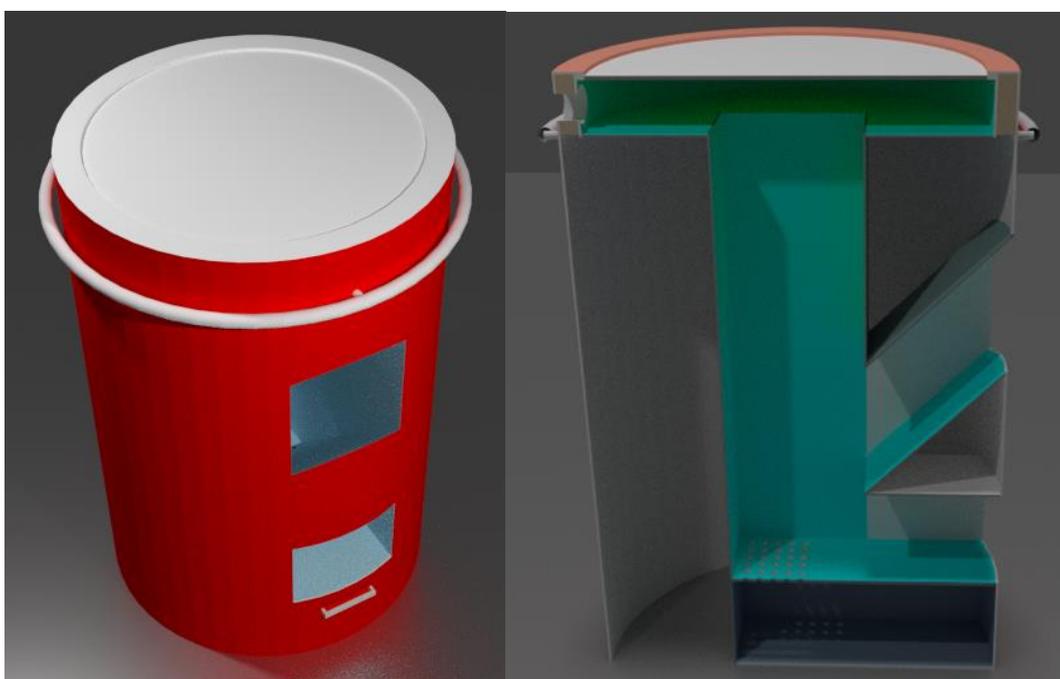


Figura 83. Representación de propuesta Cilíndrica. Isométrico y corte transversal

Descripción

Se trata de una estufa que sigue los principios rocket adaptados a un cilindro metálico. En el interior se encuentra la cámara de combustión con una entrada de combustible, otra entrada para aire, un compartimento para residuos, plancha para ollas, orificio de salida de emisiones. En este caso se puede usar

una a la vez. En la parte superior del exterior hay un tubo que rodea al cilindro para usos variados. El hecho de emplear un cilindro es para ahorrar procesos y costos de producción puesto que es una estructura fija y estable a la cual se agregarán componentes. Su uso se puede dar tanto en interior como en exterior. La salida de emisiones es similar a la maqueta anterior. En este caso se debe colocar un tubo de escape o chimenea.

Características

Las dimensiones de esta maqueta son 58 cm de diámetro, 70 cm de altura. Este compuesto en su mayoría de metal, acero, al igual que los componentes de la cámara de combustión, ingreso de aire, cámara de residuos. En su cara superior se ubica una plancha circular de acero sostenida por tubos o perfiles también de acero. En el interior como se muestra en la imagen, el espacio vacío que rodea la cámara de combustión va cubierto por una capa de fibra de material aislante que puede ser fibra de vidrio. Hay un espacio entre la pared exterior del cilindro y la pared interna de la cavidad de salida de fuego.

Funcionamiento

La leña ingresa por el portal superior inclinado. Seguido a esto, se enciende la leña por el conducto de entrada de aire. Después, se coloca la olla en la plancha. Cuando el proceso de preparación de alimentos ha terminado y la leña se ha consumido los restos o residuos de la misma se depositan en la cámara de residuos y estas se retira para su desecho.

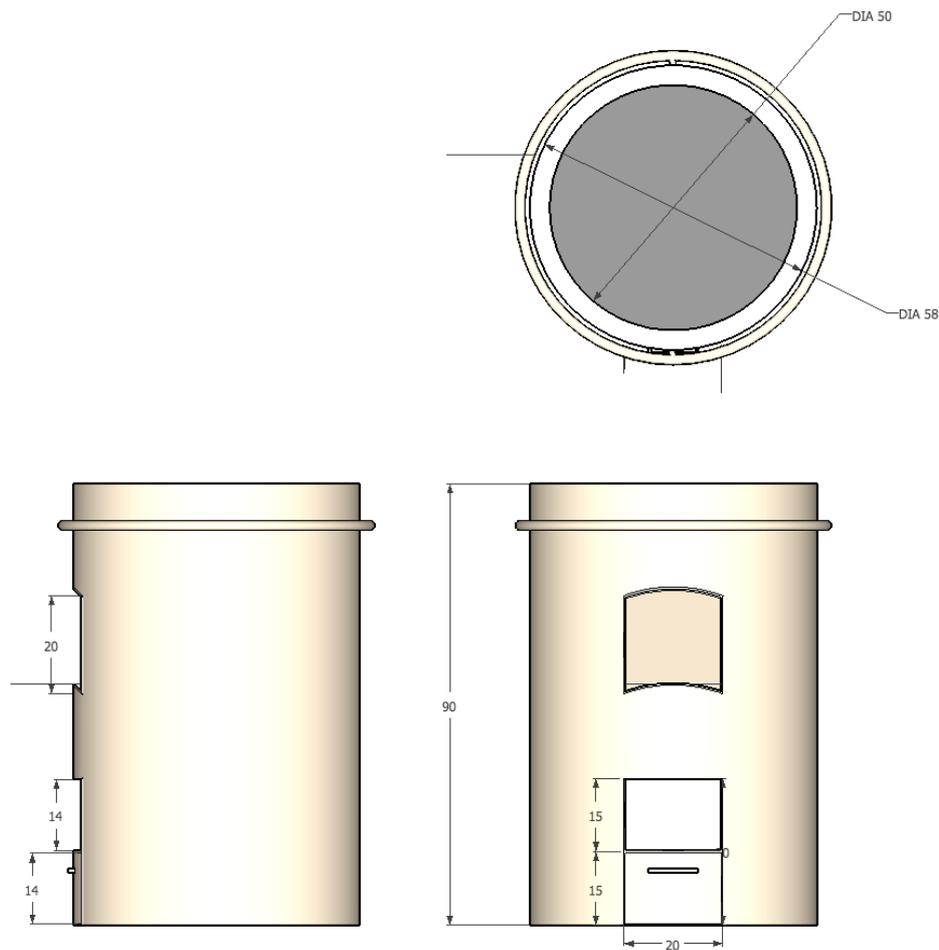


Figura 84. Estufa Cilíndrica, vistas superior, lateral y frontal.

7.3.3 Propuesta 3: Gold

Descripción

Se trata de dos cámaras de combustión cada una con un alimentador de madera, alimentador de aire y con una cámara de residuos. En la parte alta hay una plancha que es la superficie donde se apoyan las ollas. Una salida de humo pequeña similar a la propuesta 1. Se emplean dos cámaras de combustión para incrementar a la intensidad de flujo de salida de calor. El exterior de las cámaras de combustión debe tener un material aislante.

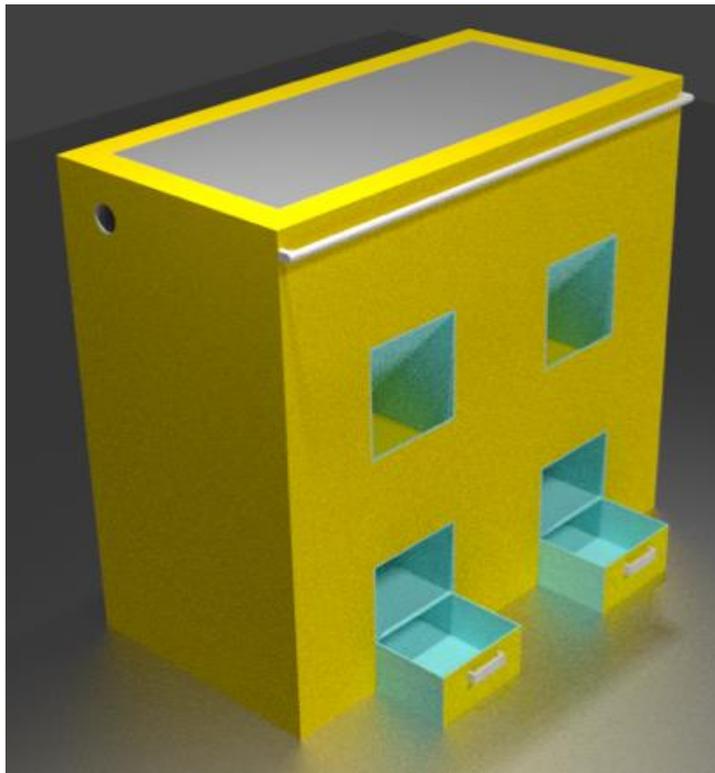


Figura 85. Propuesta de estufa Gold.

Características

Las dimensiones de esta propuesta son 120 cm x 90 cm x 60 cm. Los materiales que se piensan aplicar son ladrillo, cemento, barro para sus paredes externas. Acero para las cámaras de combustión, cámara de residuos & plancha superior. Como aislante se puede aplicar fibra de vidrio.

Funcionamiento

El encendido de la estufa es similar a aquel de la propuesta 2. En este caso el usuario puede optar por usar una cámara de combustión o las dos dependiendo de su necesidad. Se debe tener precaución de entrar en contacto con la plancha cuando solo se use una cámara de combustión puesto que ésta calentará toda la plancha.

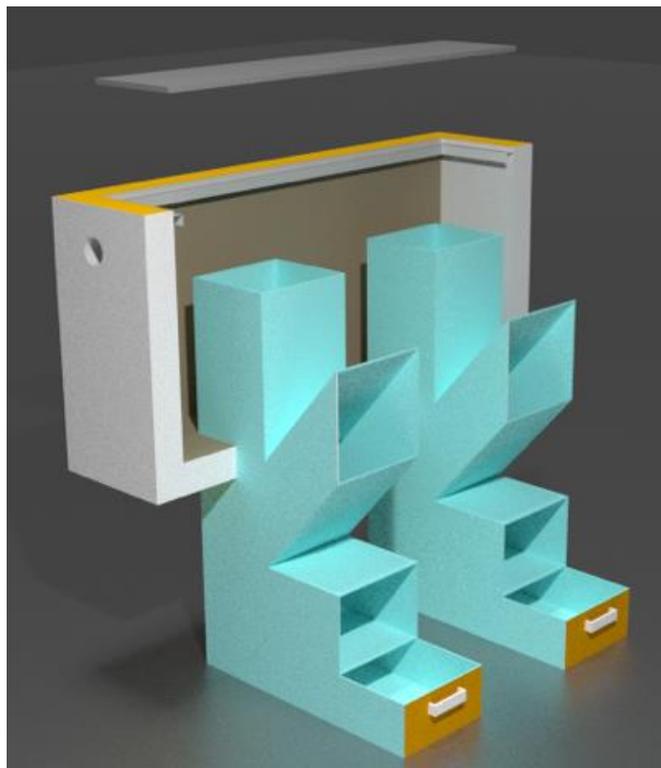


Figura 86. Corte y explosión de la propuesta Gold.

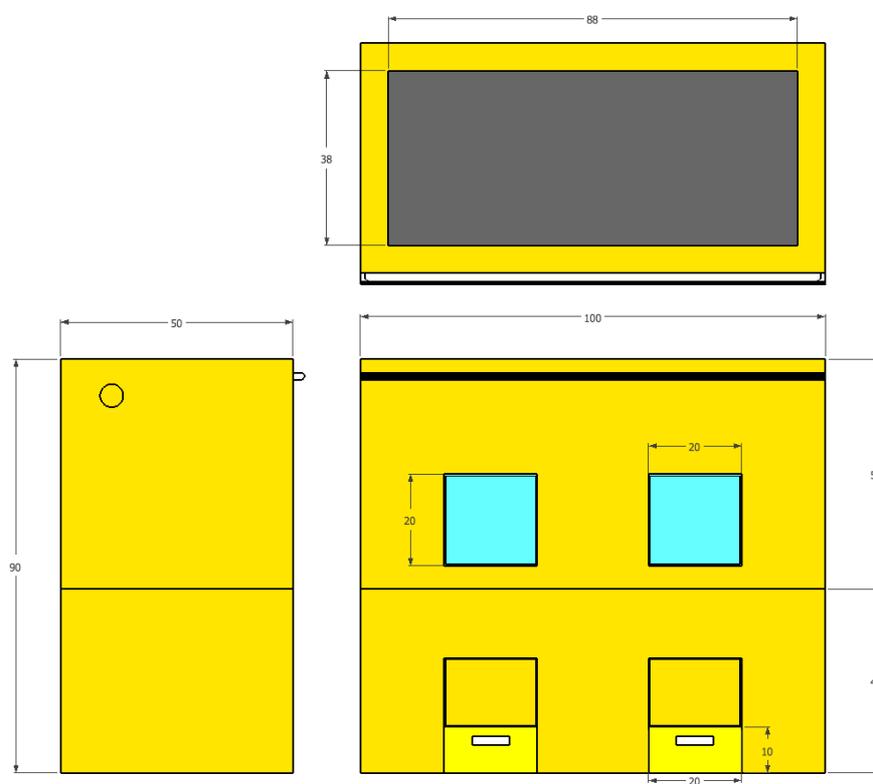


Figura 87. Propuesta Gold, vistas superior, lateral y frontal.

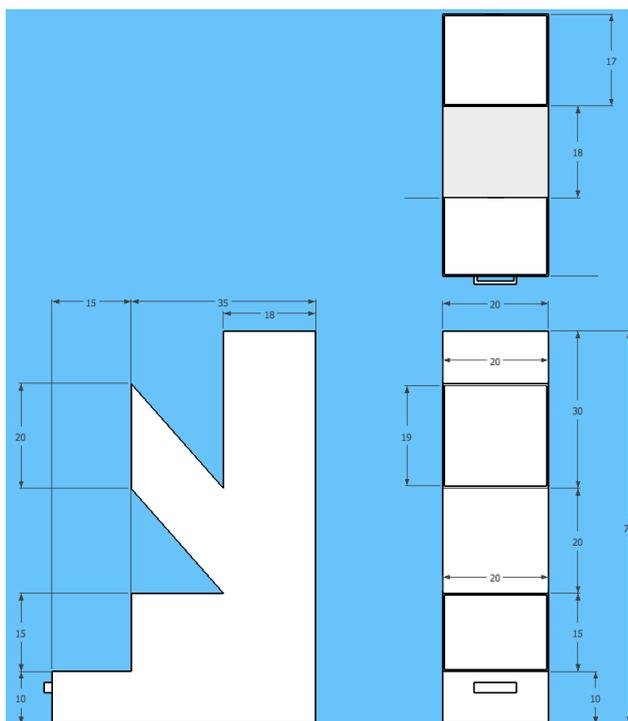


Figura 88. Vista superior, lateral y frontal de la cámara de combustión de la propuesta Gold.

7.3.4 Propuesta 4: Yellow



Figura 89. Propuesta Yellow.

Descripción

Esta propuesta tiene tres quemadores cilíndricos, uno central de menor diámetro y dos de mayor diámetro ubicados uno en cada extremo, además de una tabla de uso múltiple. Asimismo, tiene tres compuertas de alimentación de leña y un cajón de desechos. En la parte inferior se ven dos compartimientos vacíos que pueden servir para almacenar leña o utensilios de cocina. La chimenea se conecta por dentro está ubicada en la esquina posterior izquierda.

Características

Al igual que la Yellow y Red, los materiales que se pueden emplear en la construcción de esta propuesta pueden ser cemento, ladrillo, barro para la estructura y metales como acero, hierro y aluminio para los componentes como compuertas, quemadores y chimenea. Las dimensiones son 110 cm x 60 cm x 90 cm, excluyendo la altura de la chimenea que puede variar dependiendo de la altura del techo donde se la coloque.

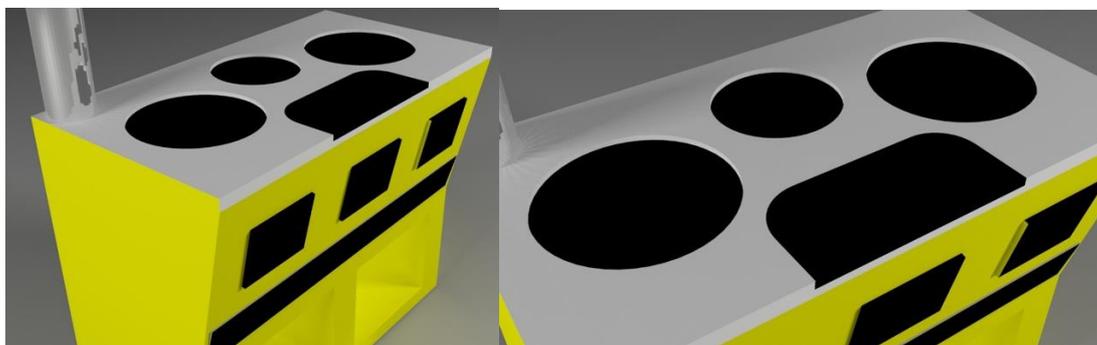


Figura 90. Propuesta Yellow, detalle de la cara superior.

Funcionamiento

Cada quemador es como un módulo que tiene su propia cámara de combustión y alimentador de leña con funcionamiento parecido al de la estufa Justa. Cada cámara está parcialmente separada en el interior por una pared interna que ocupa el espacio de cada quemador. Sin embargo, esta separación es parcial ya

que cada pared tiene un espacio hueco en su parte superior. Esto actúa como un conducto que permite el paso de emisiones hacia la chimenea. Por ejemplo, si se usa un solo quemador, el procedimiento de uso sería el siguiente:

- Abrir la compuerta del quemador que se usará.
- Introducir la leña.
- Encender la leña.
- Cerrar la compuerta.
- Colocar la olla o utensilio sobre el quemador.
-

De esta manera el calor producido en la cámara de combustión se enfocará principalmente en el quemador de dicha cámara. Sin embargo, habrá un rebote de calor que se disipa por medio del espacio entre las paredes de las cámaras en el interior. Como se ha mencionado en este proyecto, debido al efecto de insuflado que produce el conducto de la chimenea, todo golpe de calor que rebote de un quemador se dirige hacia la chimenea. De esta manera habrá un calentamiento en los otros quemadores.

El cajón de residuos funciona exactamente igual al de la propuesta Red. Es una caja grande que abarca casi todo el ancho de la estufa. Recibe los residuos de los 3 quemadores, pero no está dividida como las cámaras individuales de cada quemador. En la parte superior, debido a que el quemador central es de menor tamaño y está ubicado hacia el centro y más hacia el aparte posterior, queda un espacio libre en la parte delantera. Este espacio puede servir para usos variados propios de la cocina.

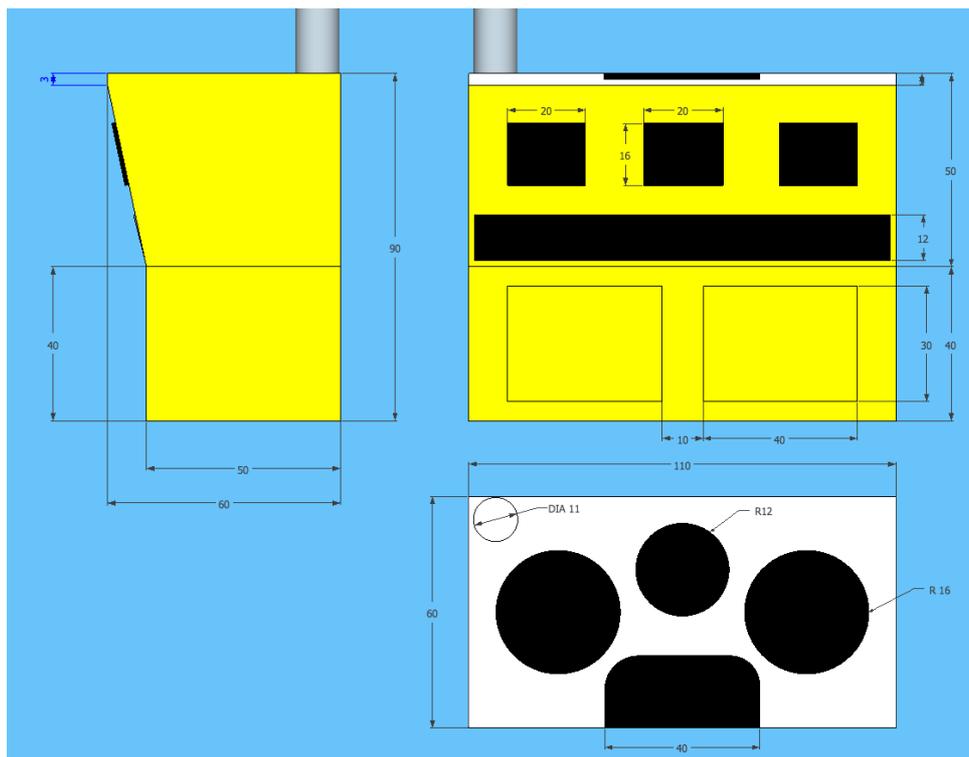


Figura 91. Propuesta Yellow, vista lateral, frontal y superior.

7.3.5 Propuesta 5: Hexagonal

Descripción

Esta maqueta incorpora que resuelven el problema de cocinar y calentar agua. Los elementos más importantes son la cámara de combustión, intercambiador de calor (calentador de agua) y el quemador (salida de fuego hacia la olla). Además de los elementos ya mencionados en las propuestas anteriores que son entrada de aire, alimentador de leña, cámara de residuos y chimenea. Esta maqueta tiene una forma hexagonal vista desde arriba. Posee 8 caras en total. Se sujeta sobre 3 soportes. Para esta estufa se han combinado los principios rocket con los principios de la rocket institucional.

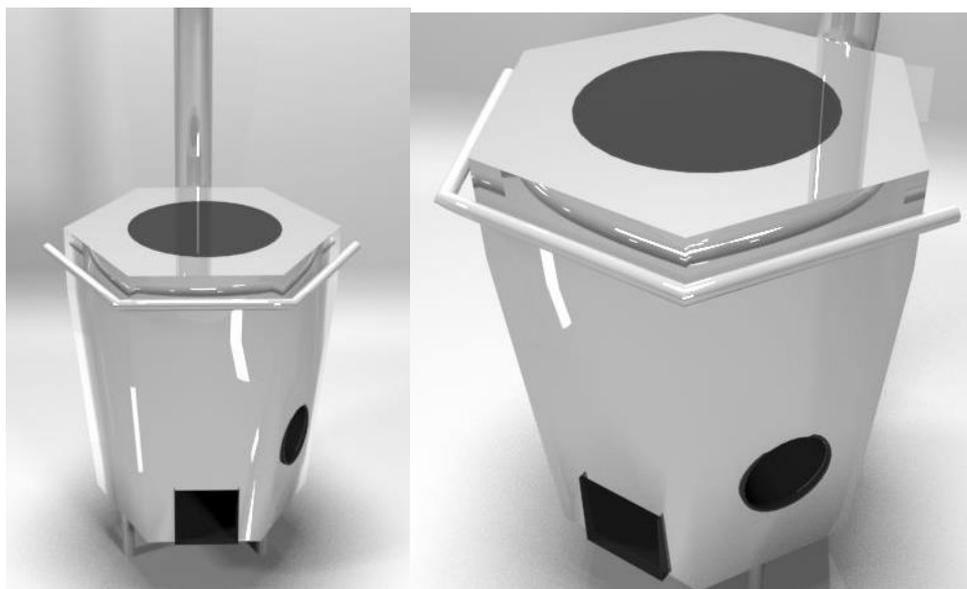


Figura 92. Propuesta Silver

Características

Los materiales para esta maqueta son en su mayoría metálicos; plancha de hierro o acero (quemador), chapa de acero (exterior e interior), tol negro (cámara de combustión), aluminio (chimenea), cobre (intercambiador de calor). El quemador tiene un diámetro de 40 cm (varía según el diámetro de la olla que se aloja

dentro) La cámara de combustión se encuentra en la cara frontal derecha del objeto lo cual es una variación que no afecta a la eficiencia de combustión.

Su ubicación está dada para aprovechar la forma del cuerpo de la estufa y para dar una distribución versátil de sus componentes. Rodeando la cámara de combustión se encuentra un serpentín de cobre de 1" por el cual pasa el agua y cuya función es transferir el calor de la cámara de combustión hacia el agua que fluye en su interior. Esta tiene una entrada y salida las cuales se conectan al canal de agua local mediante válvulas.

En la superficie de la estufa se encuentra una plancha circular (quemador) desmontable. Este componente permite el uso de ollas en su superficie y de ollas de gran capacidad como en la rocket institucional. Al igual que las propuestas anteriores, toda la estructura que compone la cámara de combustión y su porción continua van cubiertos de material aislante. La altura de la estufa es de 90 cm, su ancho y profundidad son de 60 cm.

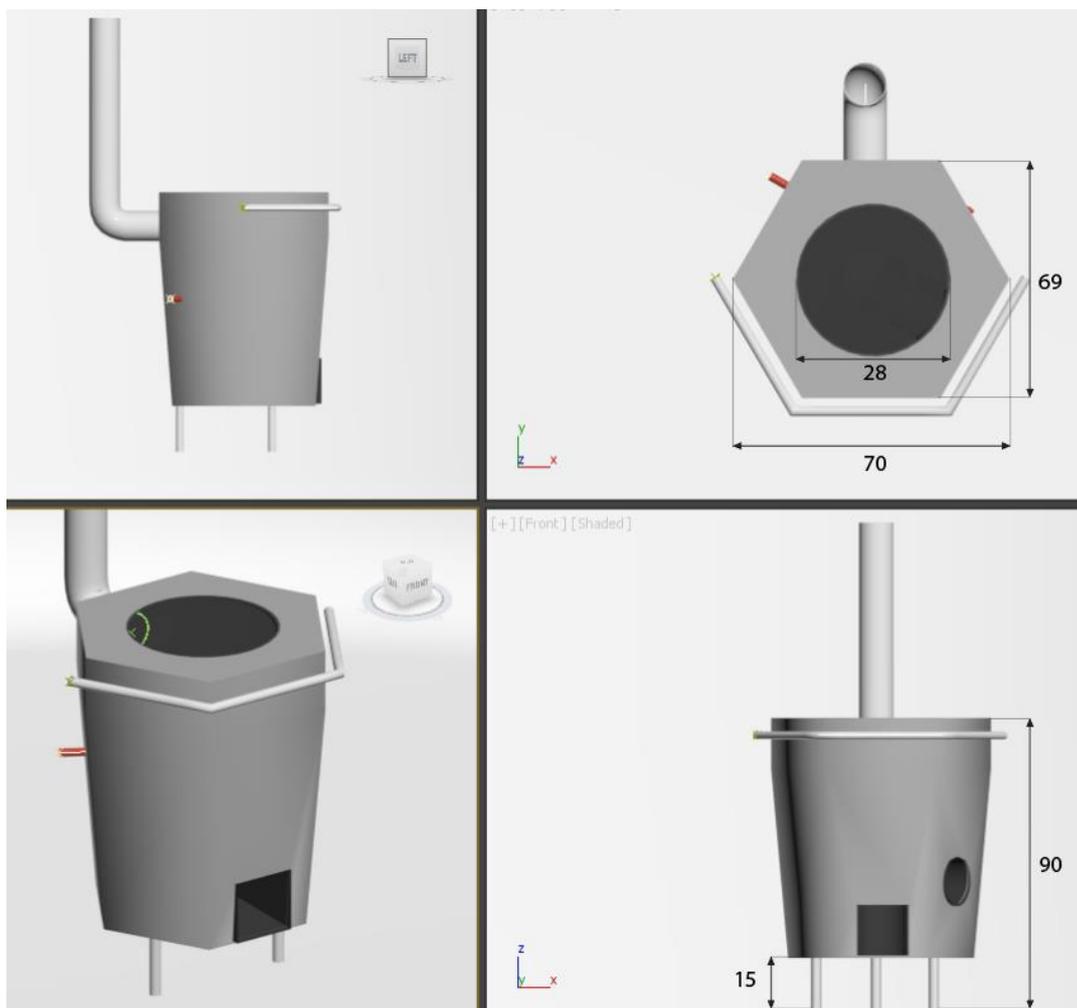


Figura 93. Propuesta Silver, proyección ortogonal.

Funcionamiento

El proceso de ingreso, encendido y residuos es igual a las propuestas anteriores. La colocación de las ollas para su uso se puede dar de dos formas. La primera usa la plancha circular o quemador, sobre esta se coloca la olla o utensilio que se empleará. La segunda forma de uso es retirando el quemador e introduciendo la olla que encaja en esta cavidad. El fuego que sale de la cámara de combustión impacta contra el quemador (si está en uso) y escapa por un orificio que desemboca en la chimenea. Cuando se usa la olla incrustada, el fuego sale de

la cámara de combustión, impacta la olla y la rodea luego escapa por el conducto de la chimenea.

Mientras la cámara de combustión esté en uso, el intercambiador de calor (serpentín) estará calentando el agua en su interior. Esto quiere decir que el usuario puede hacer uso del agua caliente. Si no se necesita el uso de agua caliente, se puede cortar el paso de agua hacia el serpentín, sin embargo, esto no impide que el agua residual se continúe calentando lo cual es peligroso. (Torske, 2017) Para evitar el riesgo de micro explosiones la salida del serpentín tiene una válvula de presión por donde escapará el vapor de agua.



Figura 94. Representación de la propuesta Hexagonal, explosión de componentes

7.3.6 Propuesta 6: Silver

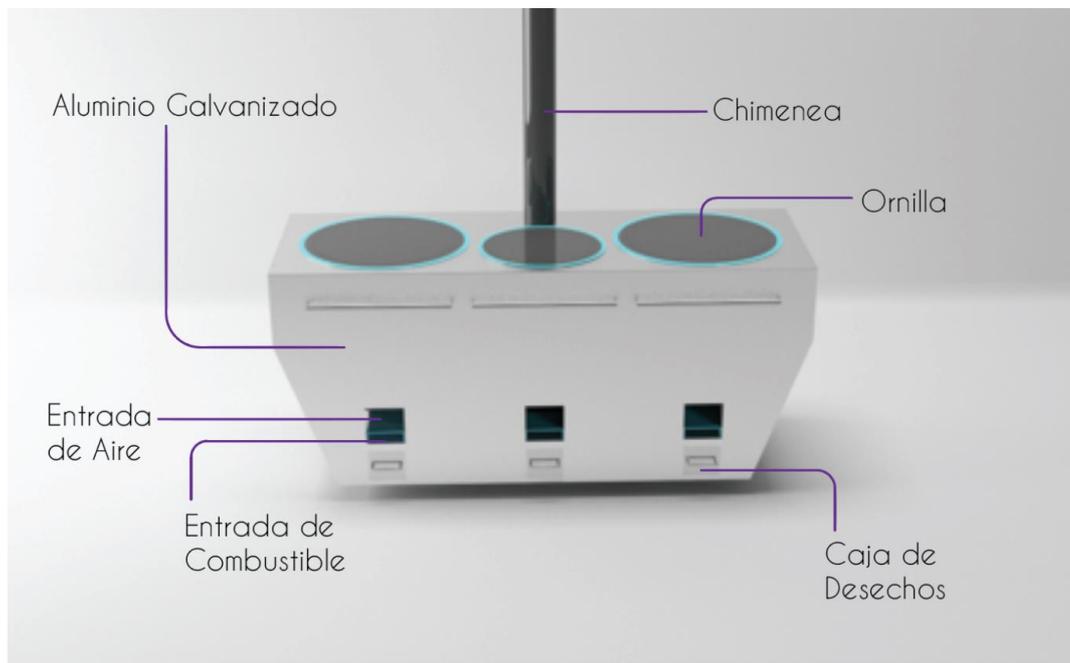


Figura 95. Propuesta Silver.

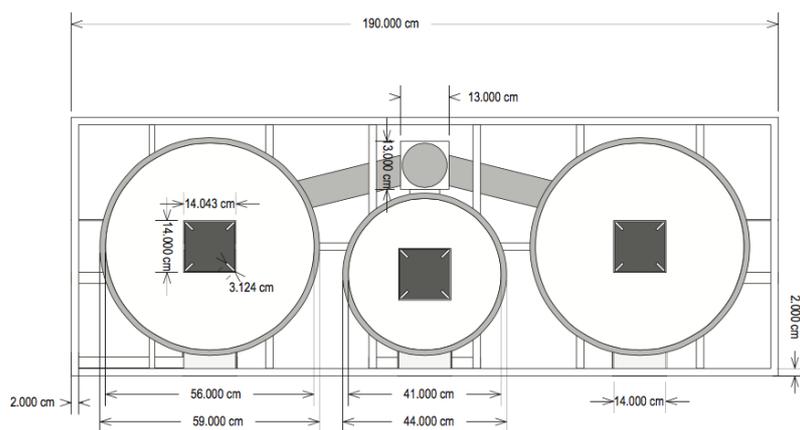
Descripción

Se trata de una estufa que abarca 3 quemadores, 3 cámaras de combustión, 3 cámaras residuales, una chimenea, y un intercambiador de calor para calentar agua. Para el desarrollo de la misma se ha seguido los principios de diseño de estufas a leña del Dr. Winiarsky. La propuesta Silver tiene como estructura y armazón materiales metálicos como lo pueden ser el acero, hierro y aluminio. En su interior también se pueden aplicar los materiales metálicos ya mencionados. Sin embargo, en el caso de la cámara de combustión pueden usarse tantos materiales metálicos resistentes a altas temperaturas o materiales cerámicos con propiedades refractarias. A su vez, el intercambiador de calor es un serpentín de cobre de 1 pulgada de diámetro que rodea el cuello de la cámara de combustión.



Vista lateral

Vista frontal



Vista Superior

Figura 96. Sistema Silver, vistas.

Dimensiones: 190 cm x 80 cm x 60 cm. Por su puesto la altura del conducto de la chimenea puede variar según las condiciones espaciales de la cocina en que se instale.

Cada quemador tiene su propia cámara de combustión, alimentador de combustible, cámara residual. Se conecta únicamente al conducto de salida de emisiones (chimenea).

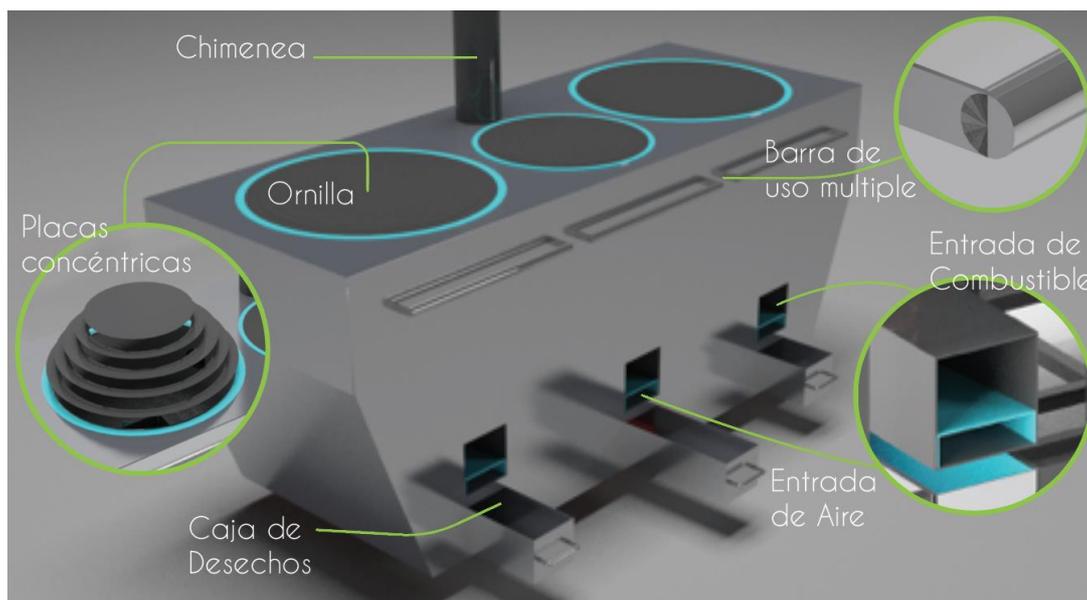


Figura 97. Sistema Silver, partes.

Hay dos quemadores de 56 cm de diámetro ubicados hacia los extremos de la superficie y un quemador central de 44 cm de diámetro. Cada quemador tiene una plancha de anillos concéntricos que se puede adaptar según el tamaño de olla. En el caso de ollas de gran capacidad se puede remover los anillos del quemador y empotrar la olla como en el caso de la cocina rocket institucional.

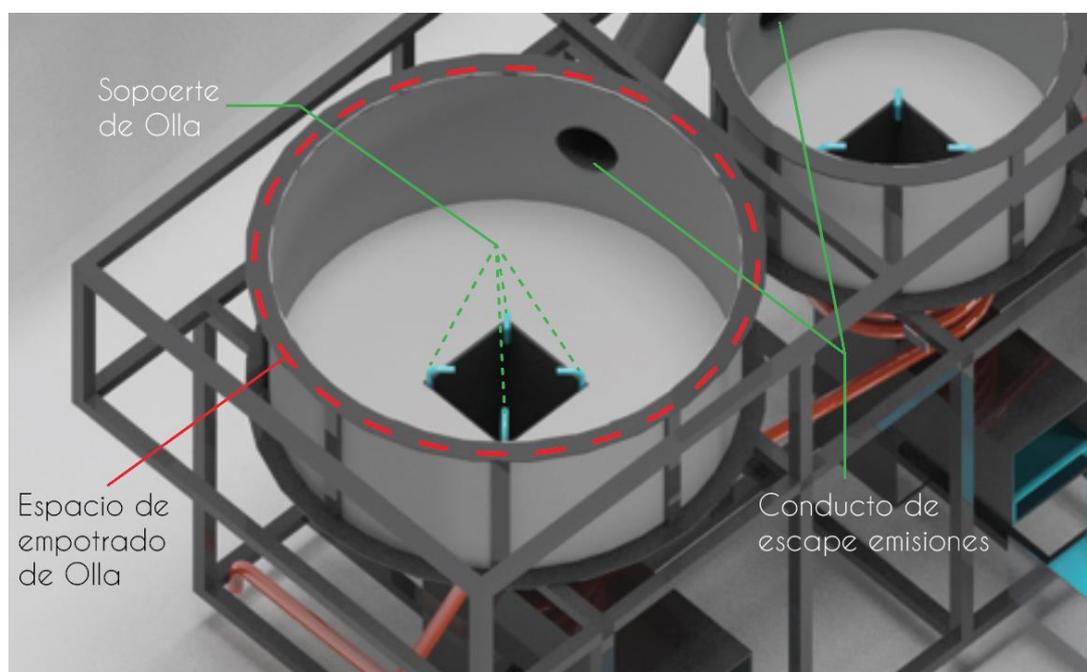


Figura 98. Sistema Silver, esqueleto y componentes internos.

La cámara de combustión es un codo Rocket construido en su totalidad de metal. En el interior de la cámara se pueden colocar paneles cerámicos y con esto se puede alargar la vida de este componente. La cámara de combustión tiene una apertura en la que se coloca una estructura que sirve de divisor entre el ingreso de aire y el ingreso de leña. Esta estructura tiene una inclinación que permite a que la leña descienda automáticamente por gravedad. Al final del cuello de la cámara de combustión se encuentran 4 soportes que sobresalen 1,5 cm que resisten el peso de la olla y dan un espacio entre la olla y el conducto de salida del fuego. A su vez, el cuello de la cámara de combustión está unido a una cámara vacía de forma cilíndrica que albergará a una olla de gran capacidad.

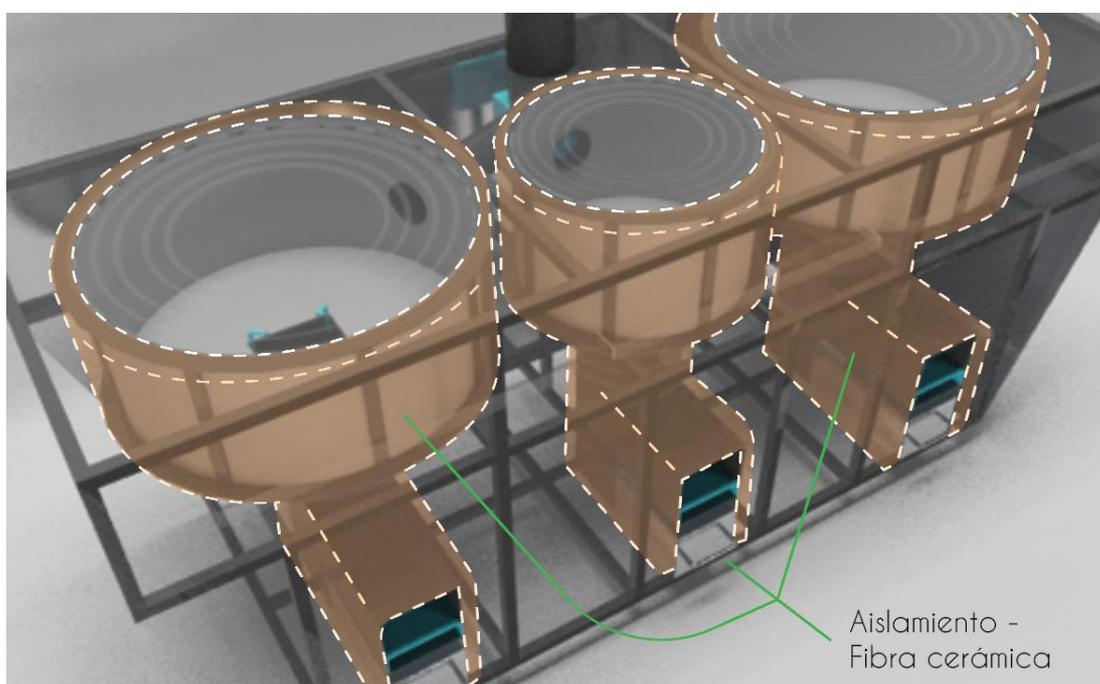


Figura 99. Sistema Silver, aislamiento térmico.

Para mantener el calor concentrado en los elementos de combustión y transmisión de calor cada sistema está recubierto por una capa de fibra cerámica. Esta capa se sostiene por medio de alambres.

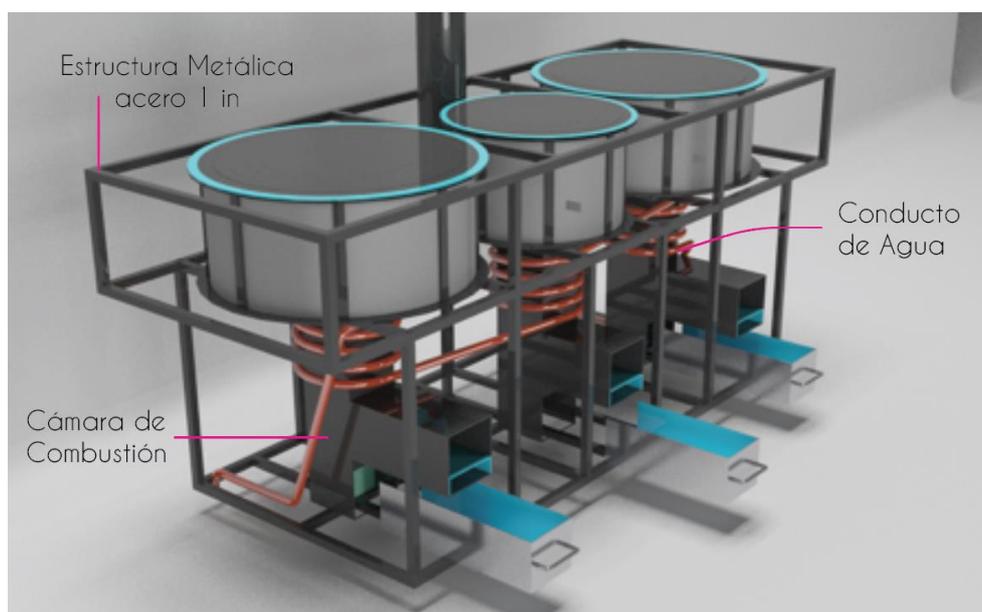


Figura 100. Sistema Silver, estructura y componentes internos.

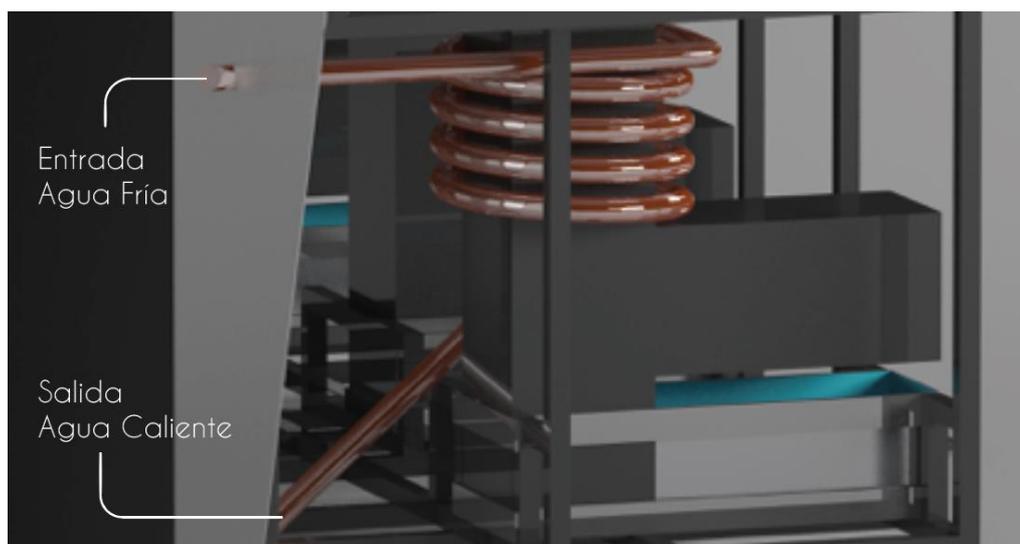


Figura 101. Sistema Silver, intercambiador de calor.

El exterior de la cámara de combustión está rodeado por un serpentín de cobre que actúa como transmisor de calor para el agua que recorre en su interior. Posee una entrada proveniente de la tubería de agua más cercana y por ende tiene una salida que está conectada a la tubería de agua caliente del sitio de instalación. Además, la salida del intercambiador debe estar conectado a una válvula de presión por la cual se elimina el vapor de agua lo cual impide el riesgo

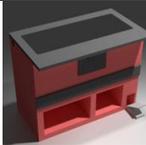
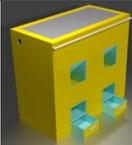
de tener micro explosiones en el interior del serpentín. El intercambiador también está recubierto por la capa de aislamiento de fibra cerámica.

7.3 CONCLUSIÓN

Es importante exponer las características de cada propuesta en la siguiente tabla para su comparación.

Tabla 13.

Tabla comparativa de las propuestas realizadas.

	Red	Gold	Cilíndrica	Yellow	Hexagonal	Silver
						
Cámara de combustión	E. Justa	2 - Rocket Inclínada	Rocket Inclínada	3 - E. Justa	Rocket	3 - Rocket
Ingreso de Aire	NA	Frontal	Frontal	NA	Lateral	Frontal
Insuflador de Aire	Si	No	No	No	No	No
Aislamiento	Pared Ladrillo	Pared Ladrillo	Fibra de vidrio / cerámica	Pared Ladrillo	Fibra cerámica	Fibra cerámica
Tamaño	110 x 90 x 66 cm	100 x 90 x 50	58 x 58 x 90	110 x 90 x 60		190 x 80 x 70
Quemadores	1	1	1	3	1	3
Capacidad	2-3 ollas	2-3 ollas	1 olla	3 ollas	1 olla	3 ollas
Materiales	Cemento, barro, ladrillo, acero,	Acero, aluminio,	Acero, aluminio,			

	aluminio, hierro	aluminio, hierro	aluminio , hierro	aluminio , hierro	cobre, fibra cerámica	cobre, fibra cerámica
Calentador de agua	No	No	No	No	SI	Si
Complejidad de producción	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta
Mantenimien to	Limpieza	Limpieza	Limpiez a	Limpiez a	Limpieza	Limpieza
Estética	+	+	+ -	+	-	++
Transporte	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Vehículo de gran capacidad
Ensamble	En sitio	En taller	En sitio	En sitio	En sitio	En taller

Todas las propuestas expuestas tienen puntos positivos y negativos. Para ello se ha hecho una comparativa entre todas las propuestas. Ahora es el momento de recopilar las características positivas que pueden servir para el diseño de una propuesta definitiva. Asimismo, cabe mencionar las características que se pueden mejorar.

Para empezar, en relación al tamaño del producto, debido al espacio disponible por el comedor cualquiera de las propuestas es apta. Sin embargo, no todos los usuarios disponen del mismo espacio para su cocina. Por ello, el producto final debe ser aplicable tanto para el comedor como para cualquier otro usuario. Por ende, el tamaño de las propuestas es aceptable con excepción de la Silver puesto que su tamaño está fuera de posibilidad espacial de un usuario común.

La idea de tener un elemento que sirva para bombear aire dentro de la cámara de combustión es bastante aceptable. Sin embargo, el tener un insuflador no incrementará el nivel del efecto de succión que se produce por el tiro de la chimenea. Si se desea incrementar el flujo de llama, el bombeo o insuflado debe

ser constante. Además, en el modelo rocket no hay la necesidad de incluir un dispositivo de soplado ya que el sistema en sí genera una succión de flujo constante y suficientemente fuerte.

Hablando de materiales y producción del producto hay varios factores que entran en escena como lo son la complejidad y costos. Las propuestas Red, Yellow y Gold, aplican materiales como cemento, barro, ladrillo, etc., los cuales son fáciles de encontrar y son accesibles. Pero, el uso de estos materiales alarga el tiempo de construcción pese a que la complejidad de los modelos no es tan elevada. Además, su construcción es variada y ciertamente es un proceso más artesanal. En cuanto a la durabilidad de este tipo de materiales, la vida útil se puede ver afectada por muchos factores como lo son fisuras, agrietamientos, ensuciamiento físico, ensuciamiento biológico, agua, humedad, quema de combustibles, entre otros.

En cambio, las propuestas Cilíndrica, Hexagonal y Silver, aplican materiales en su mayoría metálicos. Las propiedades de estos materiales permiten un manejo industrial en la elaboración del producto y son de mayor durabilidad. Aunque el costo tanto de los materiales como de producción puede ser más elevado que las otras propuestas considerando que son de mayor complejidad. Debido a que la composición estructural de los metales es densa y compacta sin presencia de porosidades son más durables siempre y cuando estén protegidos ante la corrosión y el fuego.

En cuanto a los componentes, la cámara de combustión se muestra de dos maneras en todas las propuestas que son de tipo Rocket o como en la estufa Justa. A su vez las propuestas que aplican el codo Rocket presentan una inclinación en la alimentación de leña.

Dada la investigación realizada se concluye que se debe mantener el sistema Rocket. Un ingreso de leña inclinado que descienda por gravedad a medida que se consume es bastante práctico para el usuario, pero puede encarecer el costo

de producción y uso de materiales. Se puede mantener el codo Rocket tradicional y aplicar un sistema de alimentación de leña y ventilación como el de la propuesta Silver en que se combina el sistema Rocket tradicional en el que se aplica una pieza que divide con una inclinación el ingreso de leña y ventilación.

La propuesta Hexagonal y la Silver incorporan en su diseño un intercambiador de calor de la misma manera. Un serpentín de cobre enrollado alrededor del conducto ascendente de la cámara de combustión. Para controlar riesgos de micro explosiones en el interior se propone la instalación de válvulas en el ingreso y salida del intercambiador. Sin embargo, las recomendaciones de Miguel Torske sugieren colocar al intercambiador de calor alrededor de la cámara de combustión le resta calor a ésta y esto reduce la eficiencia térmica hacia el quemador.

La sugerencia de Torske es aprovechar el calor residual, es decir, después de que ha pasado por el quemador. En otras palabras, se debe colocar al intercambiador en el conducto de la chimenea. Por otro lado, si se coloca el intercambiador por fuera de la chimenea, sucedería lo mismo que colocarla en la cámara de combustión, se reduce el calor interno de la chimenea y esto conlleva a que no se produzca un efecto de insuflado eficaz. Por el contrario, si se instala el intercambiador por dentro del tiro de la chimenea el calor se mantiene en el interior del conducto.

Respecto a los quemadores, se debe tomar en cuenta que el usuario debe tener en uso 3 quemadores en su momento de mayor actividad. Del mismo modo se considera que al menos dos de estas ollas son de gran capacidad (30 litros o más). El sistema Silver cumple con la posibilidad de tener ollas de tamaño común como ollas de gran capacidad. Igualmente, combina el tipo de quemador de la estufa Justa, Rocket y Rocket Institucional. Con ello es mejor opción por su versatilidad.

7.4 Fase 3, Propuesta Formal

Para el desarrollo de una propuesta final se han tomado en consideración los aspectos positivos obtenidos de los bocetos y propuestas elaboradas. En consecuencia, se combina elementos de las propuestas Red, Silver y Yellow junto con los principios de diseño de estufas mejoradas. Es así que se han elaborado una serie de cuatro módulos que juntos conforman un sistema el cual se expone a continuación.

Bocetos Propuesta Final

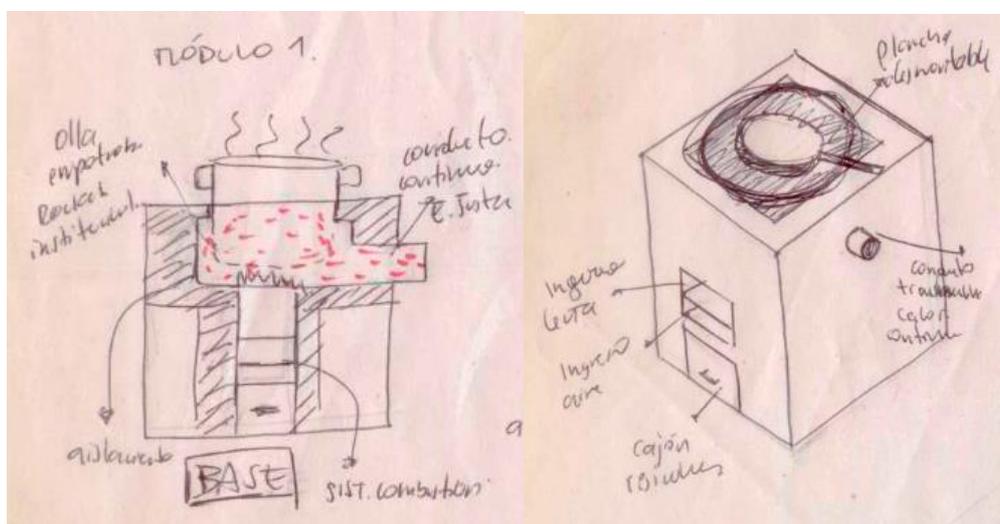


Figura 102. Boceto propuesto final, módulo base.

El primer módulo o módulo base es el más importante pues es el único que posee el sistema de combustión (codo rocket, alimentador de leña, alimentador de aire, cajón residual). Tiene un quemador en forma de plancha circular sobre el cual se pone la olla o si se prefiere cocinar directamente en la plancha. Además, esta plancha es desmontable para poder empotrar una olla de gran capacidad. El conducto de transferencia de calor tiene una salida en la cara lateral derecha del módulo. Este conducto que sobresale del módulo base puede conectarse a cualquiera de los otros 3 módulos.

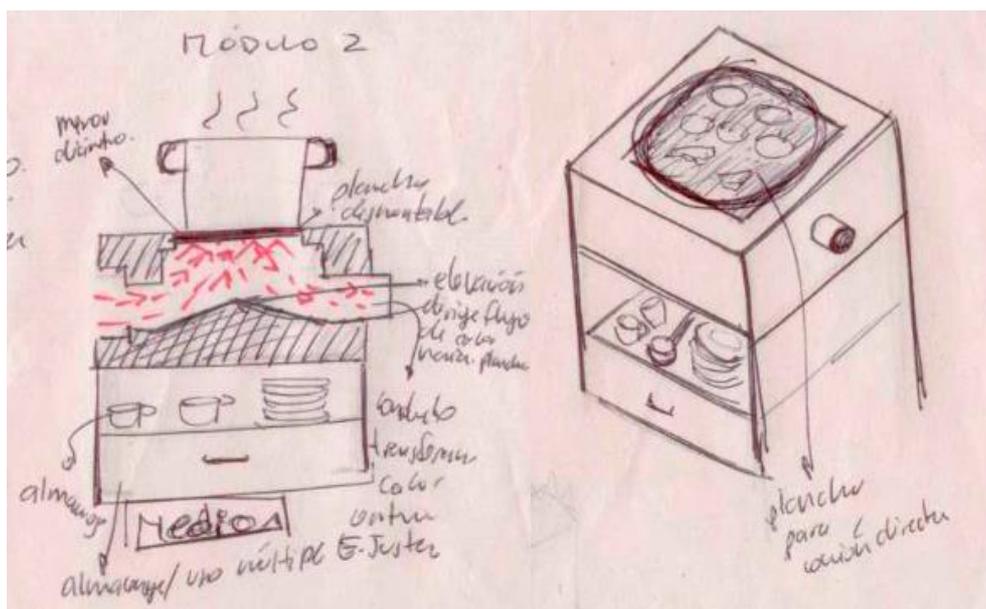


Figura 103. Boceto propuesto final, módulo 2.

El segundo módulo es básicamente la continuación del conducto de transferencia de calor del módulo base. Este módulo es bastante parecido al módulo base con excepción del sistema de combustión. Posee un quemador en forma de plancha circular desmontable de menor dimensión que aquel del primer módulo. Presenta un orificio en su lado izquierdo que es por donde se conecta el conducto de transferencia de calor del módulo anterior y a su vez tiene un apéndice sobresaliente del mismo conducto en el lado derecho. Al carecer de sistema de combustión, el espacio inferior sirve para almacenar utensilios de cocina, leña, etc.

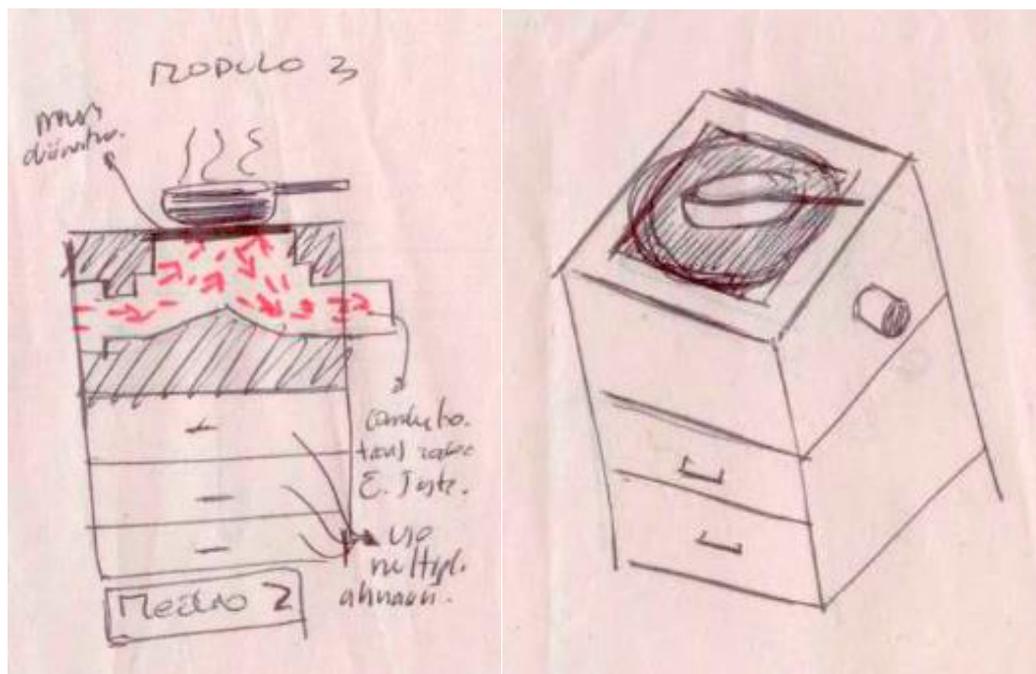


Figura 104. Boceto propuesto final, módulo 3.

El tercer módulo es igual al segundo, únicamente varía la dimensión del quemador que en este caso es de menor diámetro. Soporta una olla de tamaño regular.

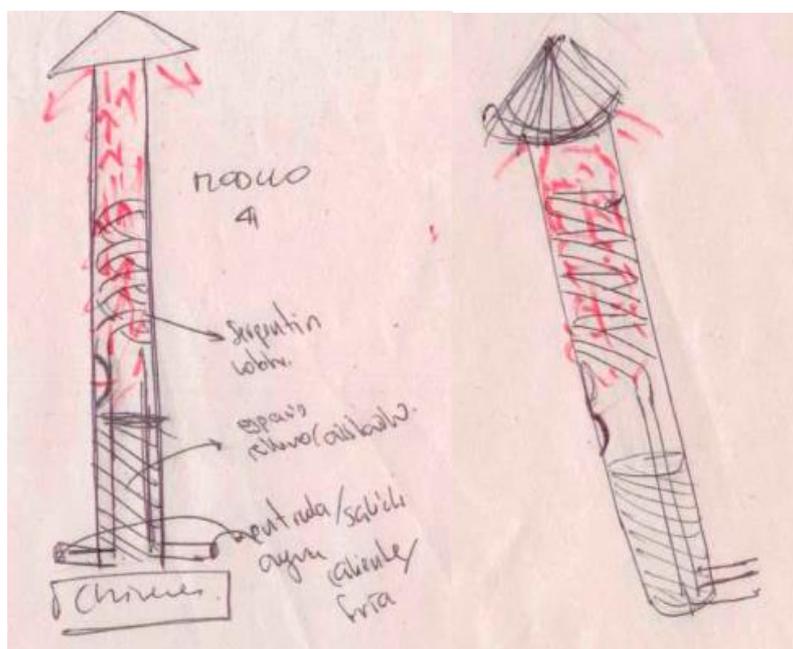


Figura 105. Boceto propuesto final, módulo 4 chimenea.

El último módulo del sistema es el de la chimenea que alberga en su interior al calentador de agua. Es un conducto vertical que posee un orificio de conexión al conducto de transferencia de calor de cualquiera de los tres módulos anteriores. El intercambiador de calor se ubica en el interior del tiro de la chimenea por encima del orificio de conexión. El intercambiador está dispuesto en forma de serpentín con una entrada y salida que se ubican en la parte inferior del módulo. Posee aislamiento por debajo del orificio de conexión para evitar que el flujo de calor se dirija hacia abajo y para mantener la tubería.

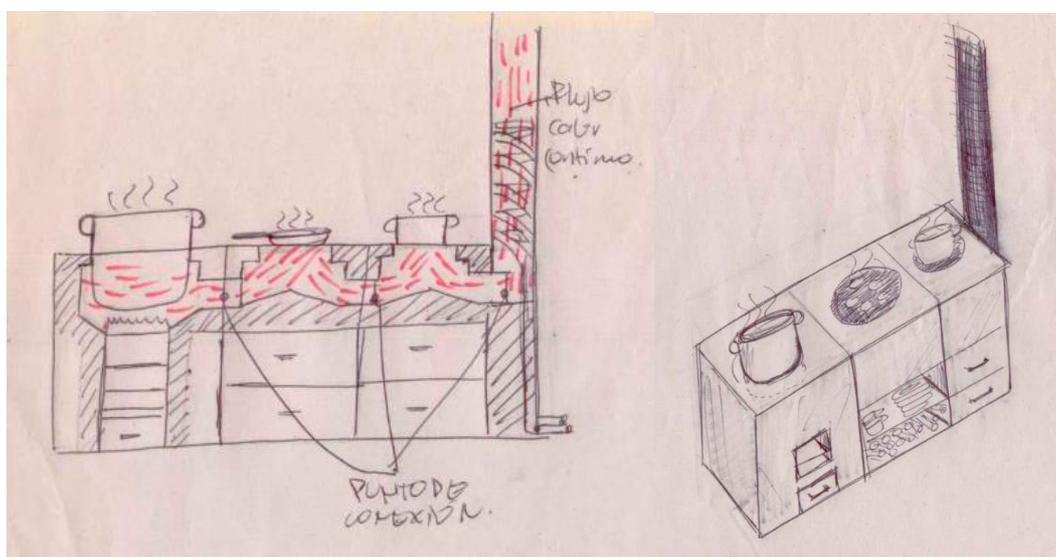
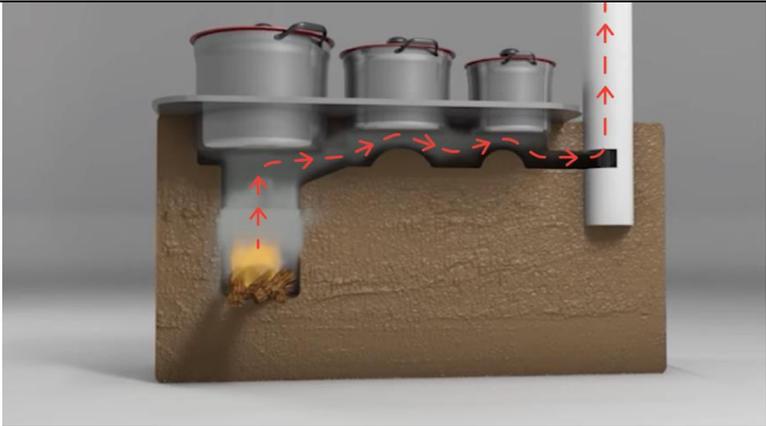


Figura 106. Boceto propuesto final, sistema de módulos.

Tabla 14.

Estufa justa, representación de flujo de calor.

Flujo de calor en Estufa Justa	
<p>La estufa Justa maximiza la circulación del aire permitiendo que el humo circule hacia el exterior. Ahorra energía que se produce al cocinar y se aprovecha de mejor manera el combustible ahorrando tiempo y dinero. Se construye de barro con orificios para que calen perfectamente las ollas. Además de una p lancha metálica de hierro fundido para mayor duración y conservación de calor.</p>	 <p><i>Figura 107.</i> Estufa mejorada Justa. (Grupo de apoyo al sector rural, 2012)</p>  <p><i>Figura 108.</i> Estufa mejorada Justa. (Grupo de apoyo al sector rural, 2012)</p>

Sistema Modular

El producto final es un sistema de módulos que se conectan uno con otro. Son cuatro módulos que conforman el sistema completo; (1) Base, (2) Simple, (3) Simple, y (4) Chimenea-Calentador de agua.

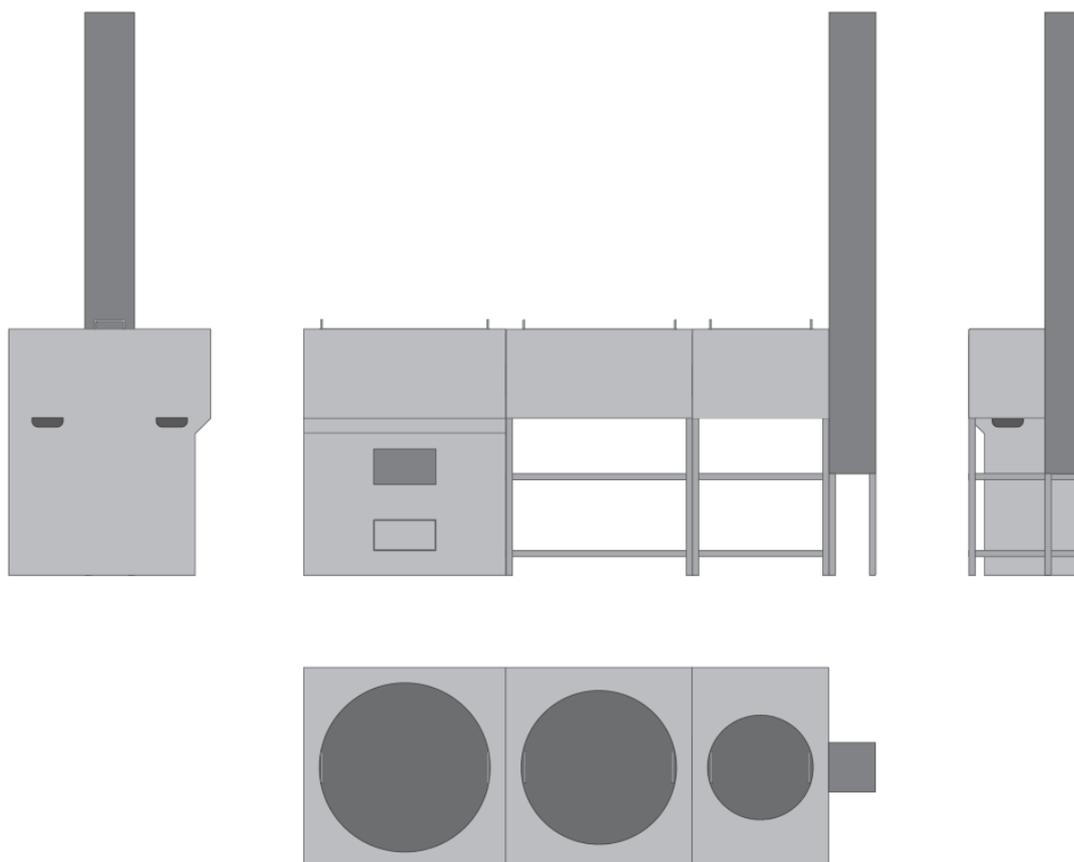


Figura 109. Propuesta final vistas frontal, lateral y superior.

El primer módulo (base) es el más importante puesto que es el único que contiene al sistema de combustión que hace funcionar a todo el sistema. Se conecta con cualquiera de los módulos restantes por medio del conducto de flujo de calor que sobresale de una de sus caras laterales. Los módulos 2 y 3 también tienen esta característica. Además, los módulos 2,3 y 4, tienen un orificio que une un módulo con otro y da continuidad al flujo de calor. Es importante mencionar que tanto el conducto prominente como el orificio de unión están

alineados en la misma posición en cada módulo y las dimensiones de ambos están dadas para que encajen perfectamente.

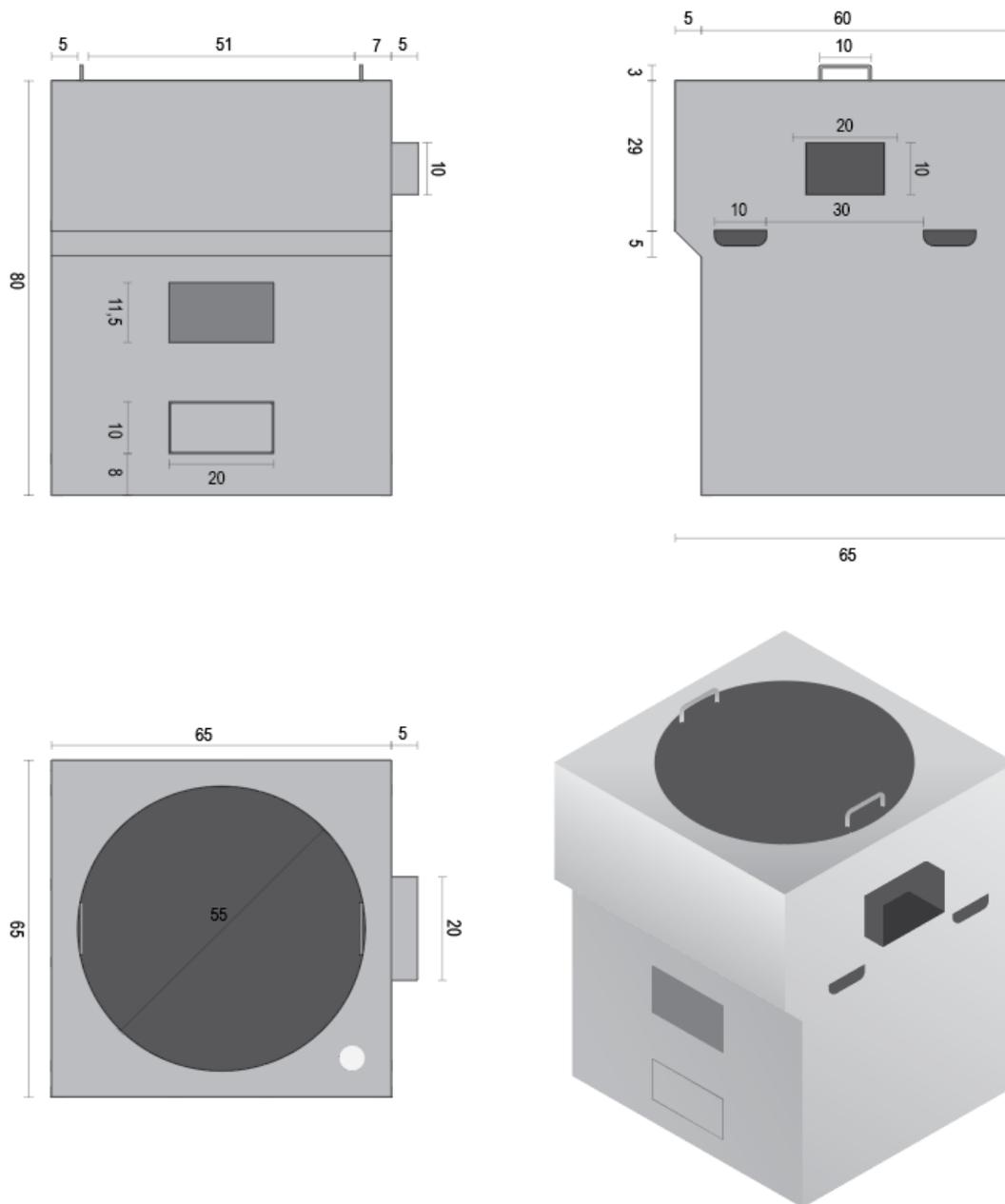


Figura 110. Módulo 1 corte vista frontal & lateral.)

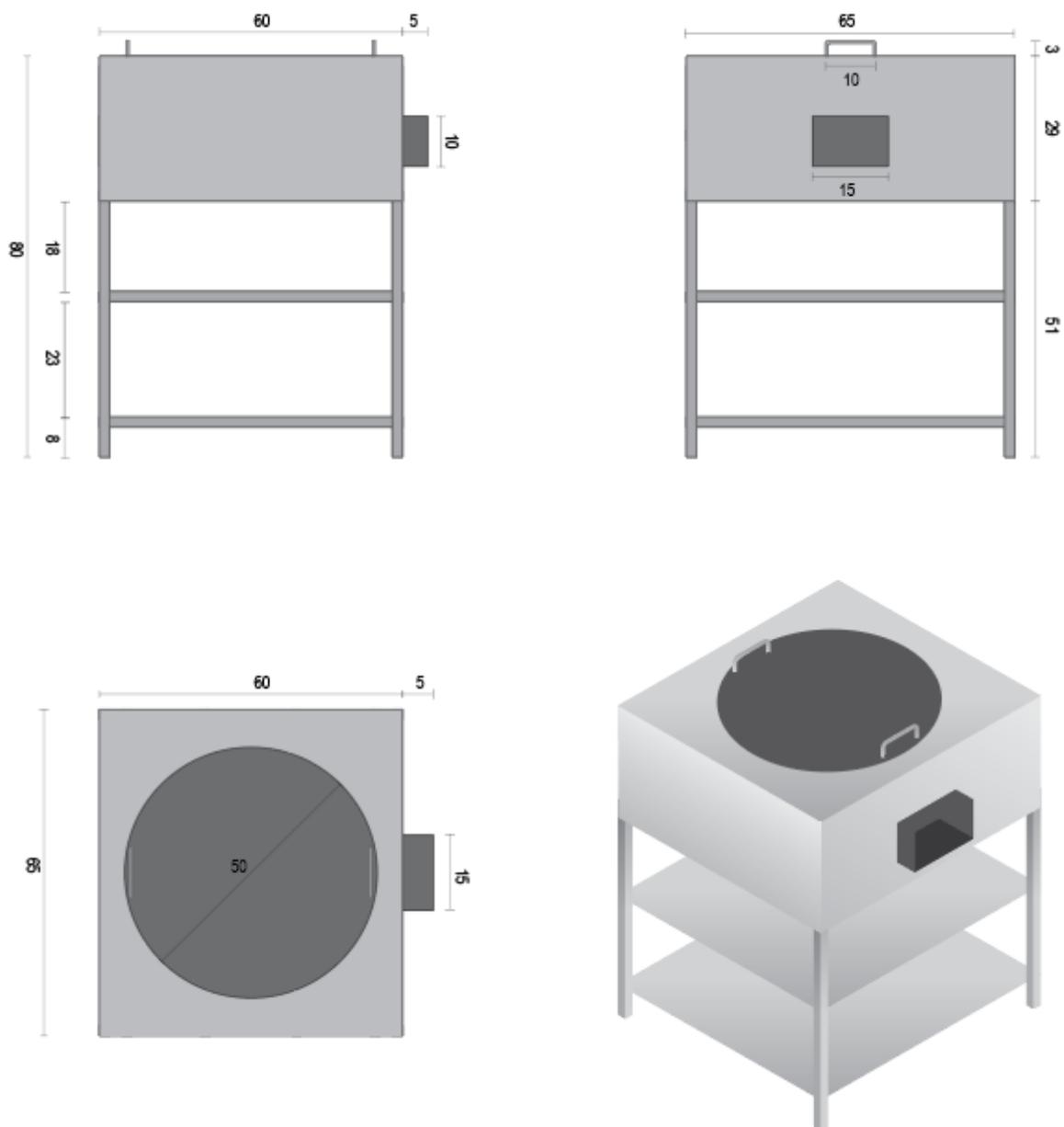


Figura 111. Módulo 2 corte vista frontal & lateral.

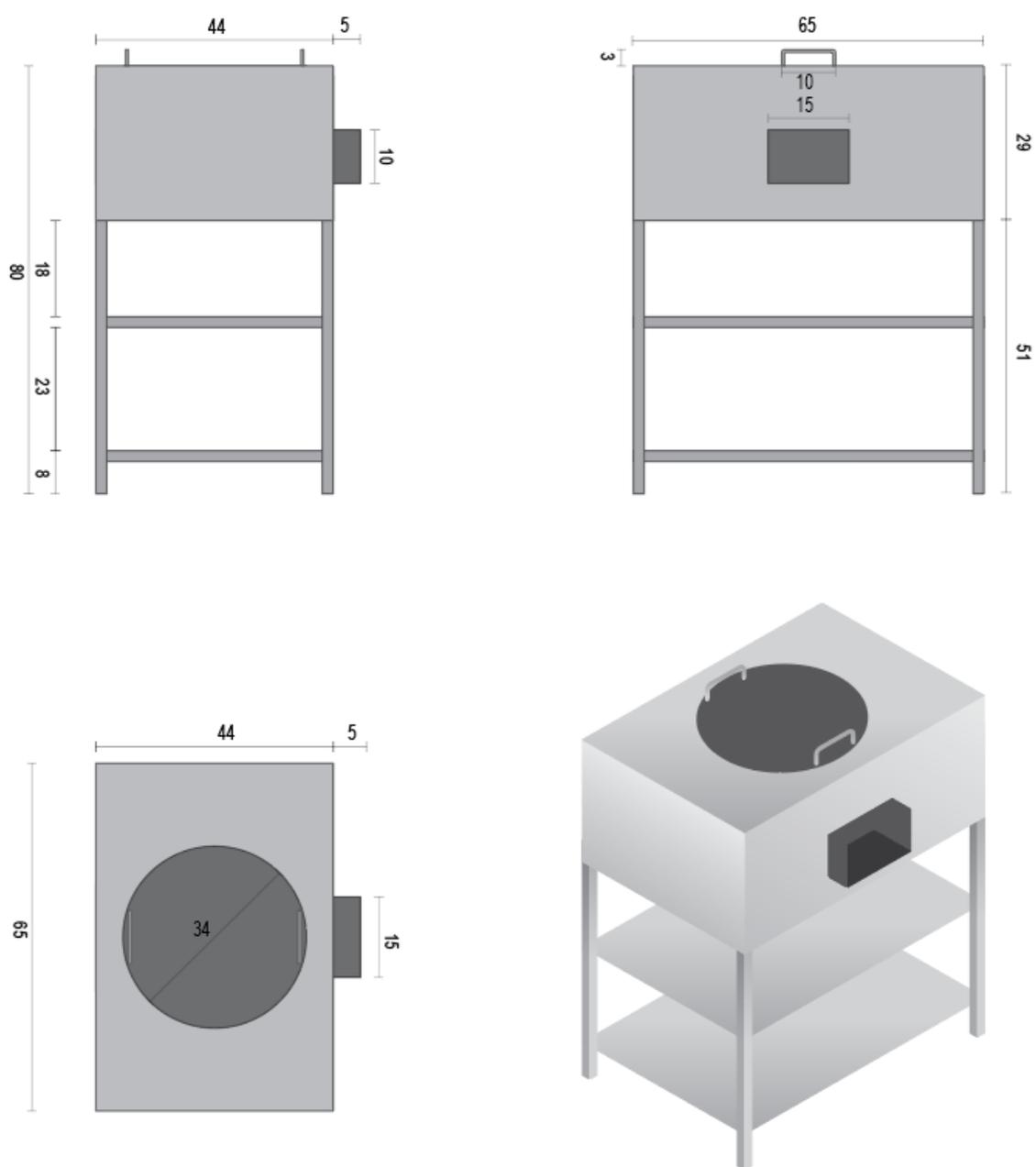


Figura 112. Módulo 3 corte vista frontal & lateral.

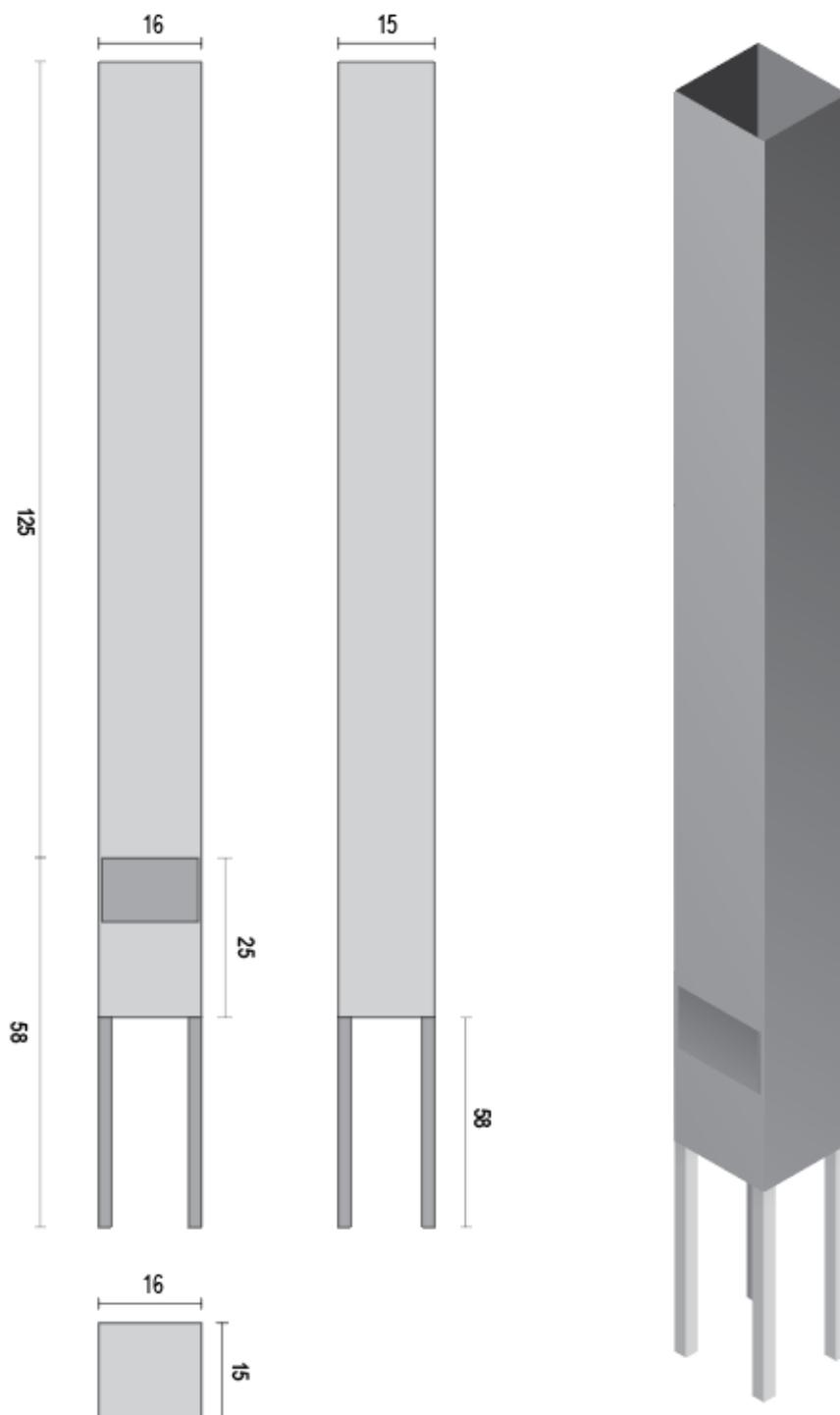


Figura 113. Módulo 4 corte vista frontal & lateral.

7.5 Fase 4, Producto Detallado

Forma Base



Figura 114. Forma básica, módulo 1 + módulo 4

La forma más básica del sistema incorpora 2 módulos que son el base y la chimenea. A partir de ésta combinación se puede ampliar el sistema incorporando cualquiera de los otros módulos, sin embargo, siempre se deberá iniciar cualquier combinación con el módulo 1 al inicio y el módulo 4 al final.

Combinación 1

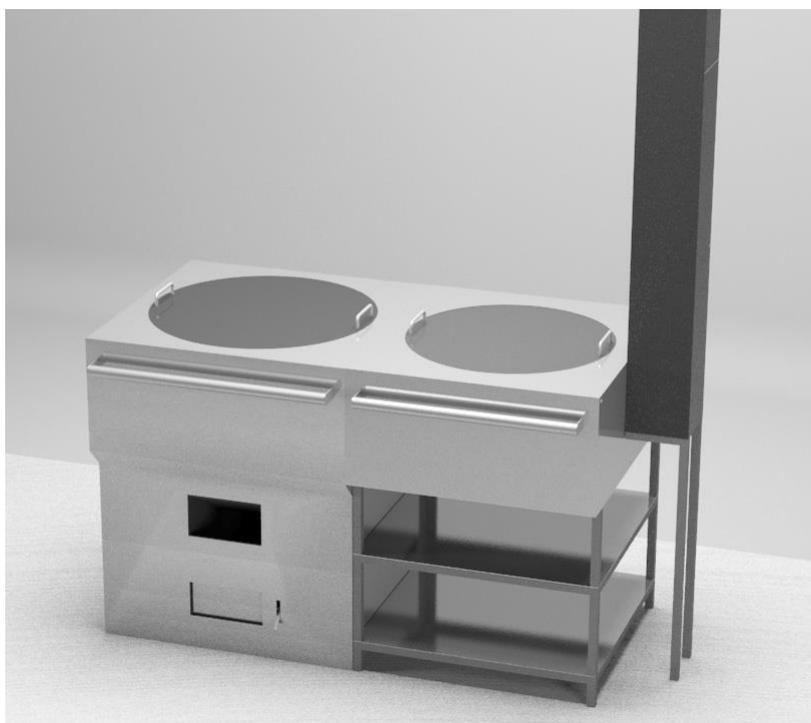


Figura 115. Módulo 1 + módulo 2 + módulo 4.

La combinación 1 comprende el módulo principal junto con el módulo 2 que es más simple y de menor tamaño. Este módulo aprovecha el calor residual del anterior.

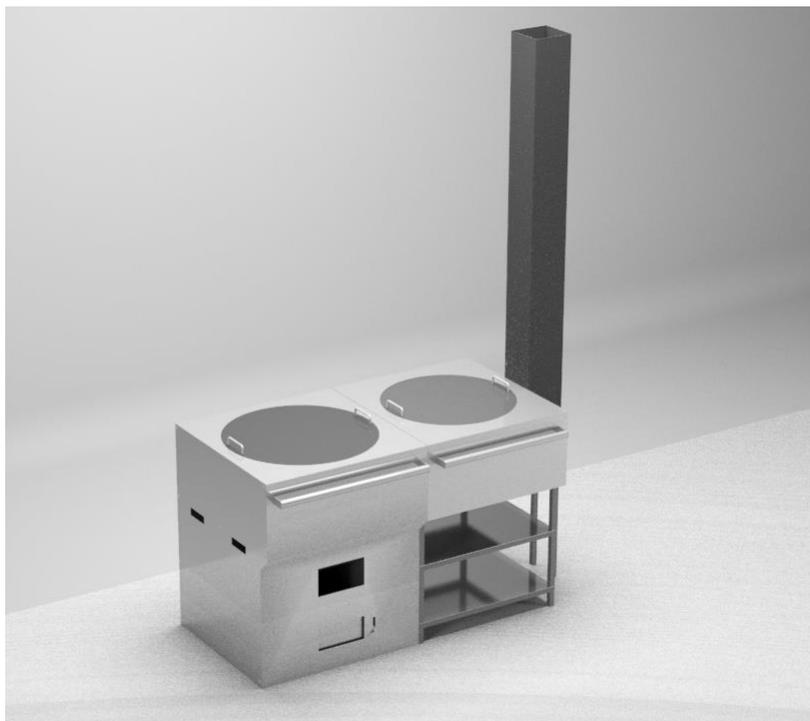


Figura 116. Módulo 1 + módulo 3 + módulo 4.

Combinación 2

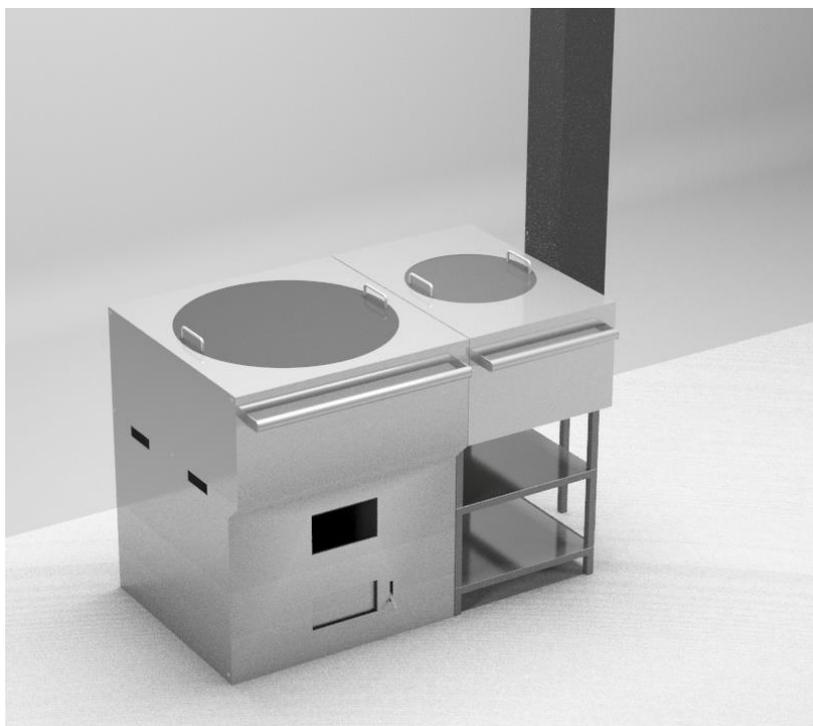


Figura 117. Módulo 1 + módulo 3 + módulo 4.

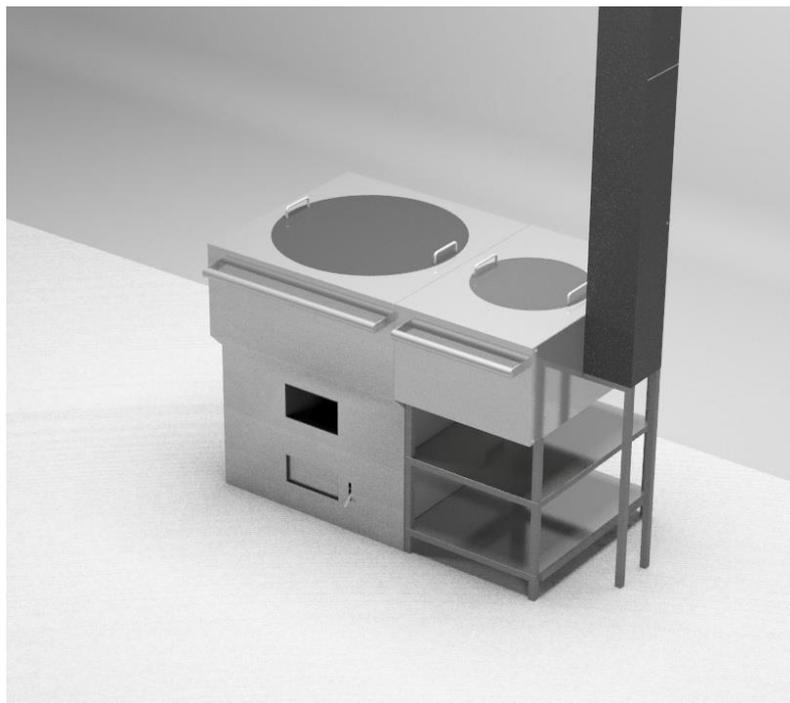


Figura 118. Módulo 1 + módulo 3 + módulo 4.

Sistema Completo



Figura 119. Módulo 1 + módulo 2 + módulo 3 + módulo 4.

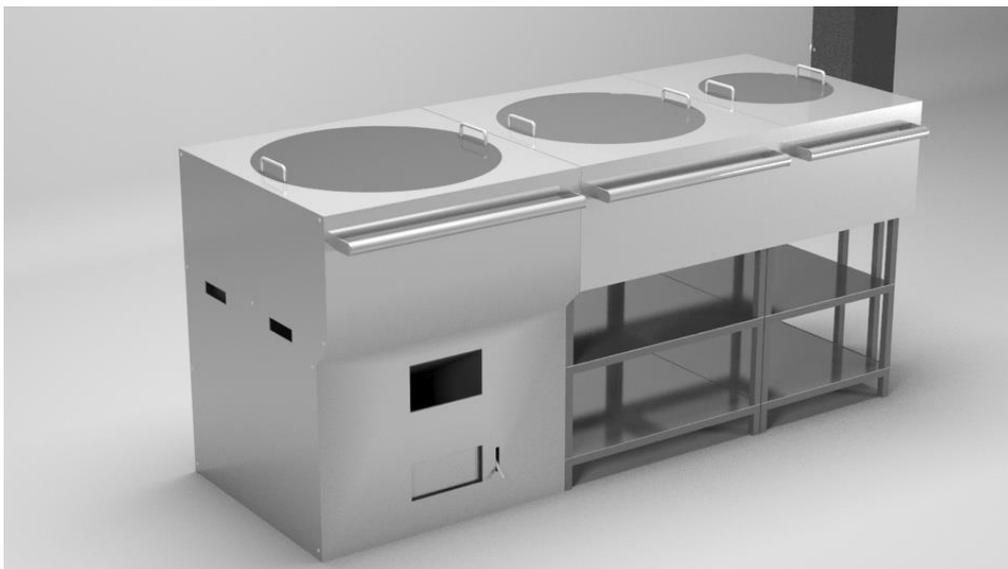


Figura 120. Módulo 1 + módulo 2 + módulo 3 + módulo 4.

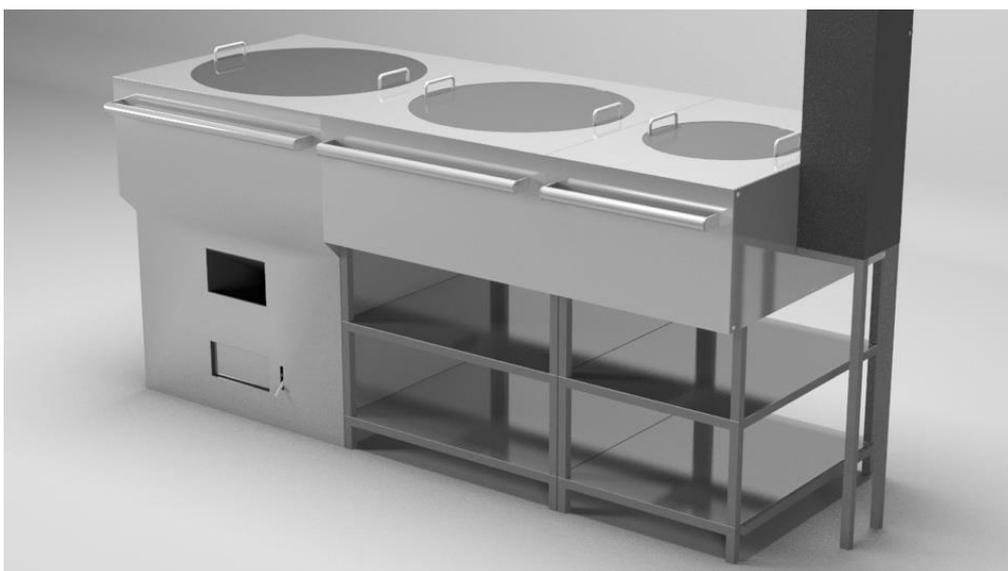


Figura 121. Módulo 1 + módulo 2 + módulo 3 + módulo 4.

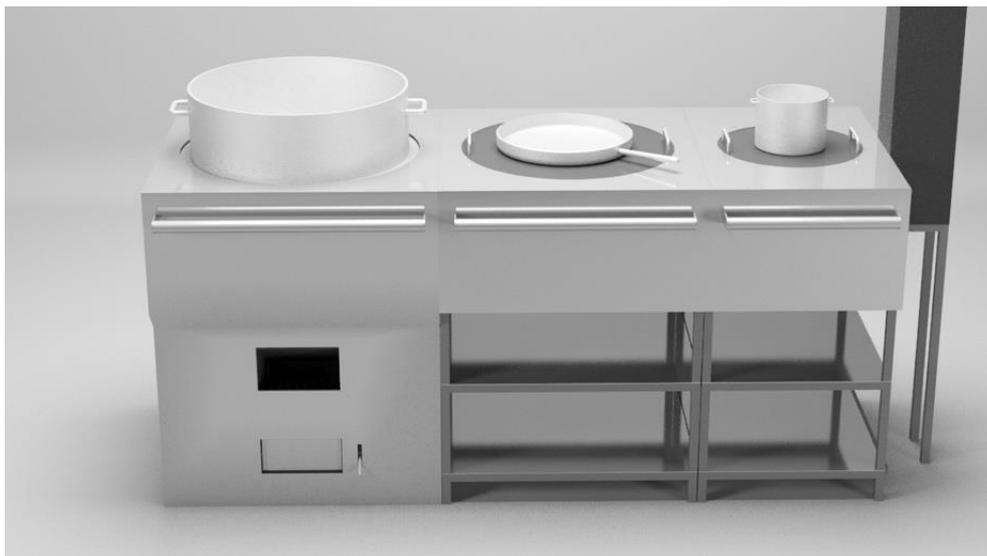


Figura 122. Módulo 1 + módulo 2 + módulo 3 + módulo 4.
Versatilidad de uso de ollas de distintos tamaños.

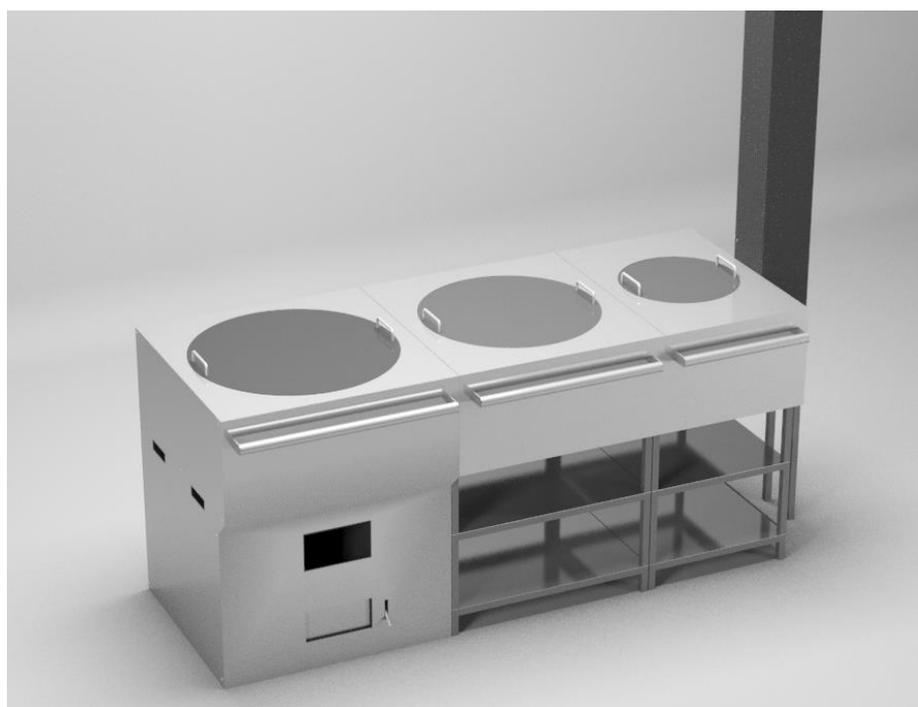


Figura 123. Sistema completo.



Figura 124. Módulos separados.

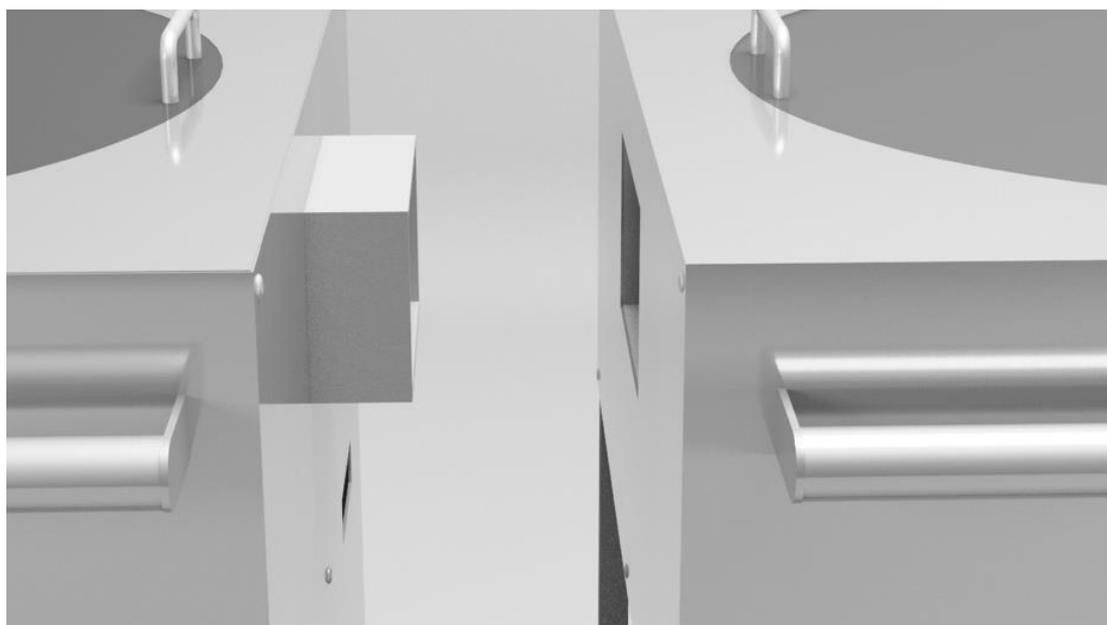


Figura 125. Union entre módulos mediante el conducto de transferencia de calor.

Cada módulo tiene un conducto que sobresale en 5 cm por la cara derecha. Esta saliente se encaja dentro del conducto mencionado del siguiente módulo.

Módulo 1

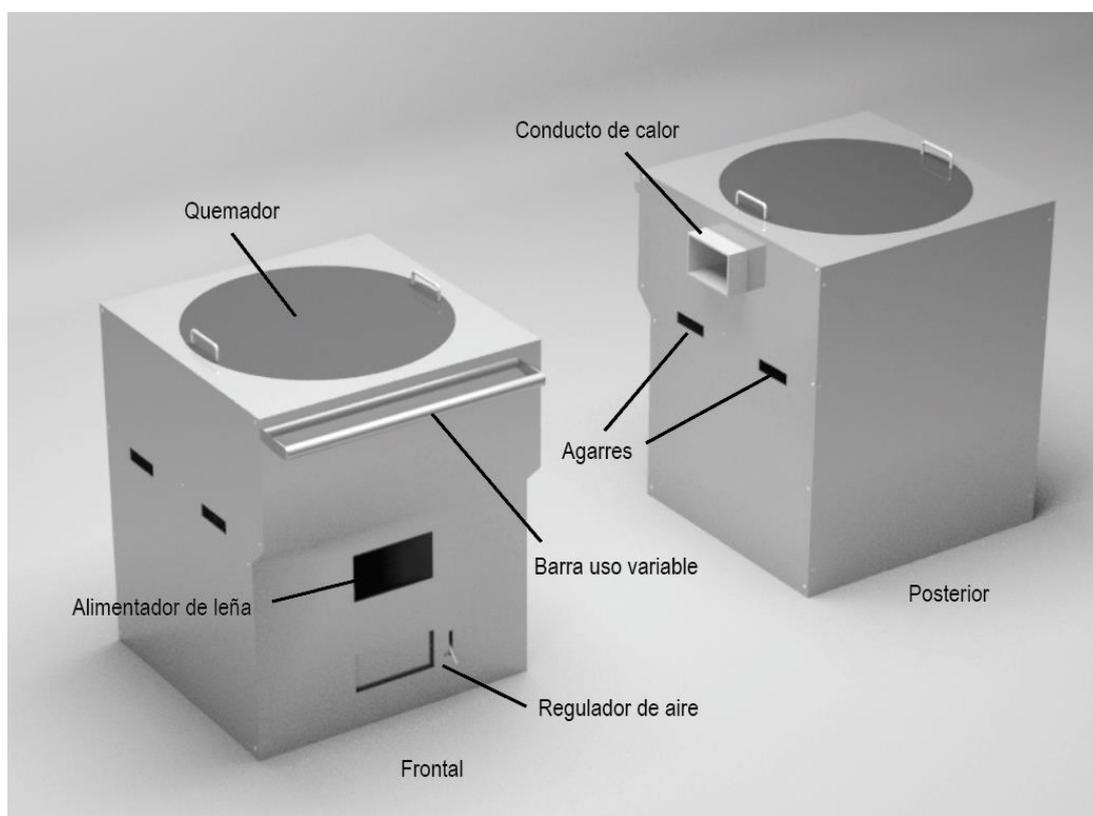


Figura 126. Módulo 1, representación frontal y posterior, componentes externos.

El primer módulo al igual que el segundo y tercero está constituido por 4 capas. Una exterior que recubre con chapa de acero inoxidable al objeto además del quemador que va por encima. Una capa interna que hace de esqueleto y soporta todo el objeto. Otra capa más interna es el aislamiento de fibra cerámica que recubre a la capa más interior la cual contiene en el caso de este módulo al sistema de combustión y estructuras internas como son el conducto de transferencia de calor que continua hacia el siguiente módulo.

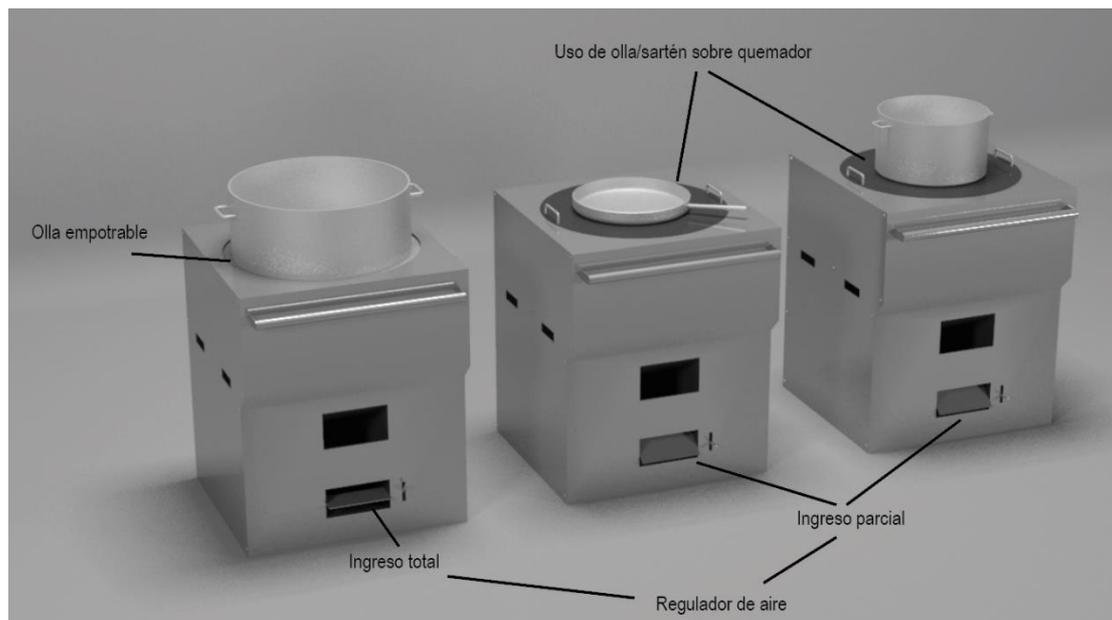


Figura 127. Módulo 1, uso de ollas sobre quemador.

Este módulo es el más importante puesto que contiene en su interior a la cámara de combustión que hace funcionar a todo el sistema. Además, puede albergar a ollas de gran capacidad de diámetro máximo 51 cm.

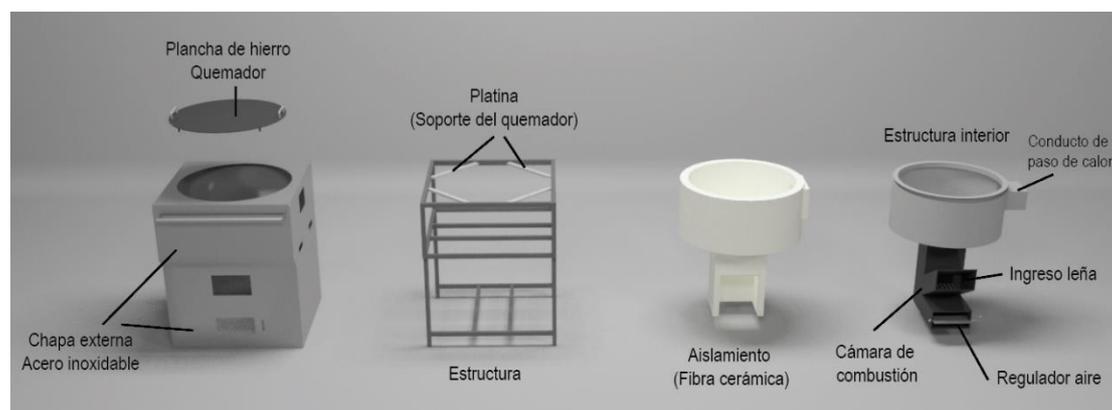


Figura 128. Despiece módulo 1.

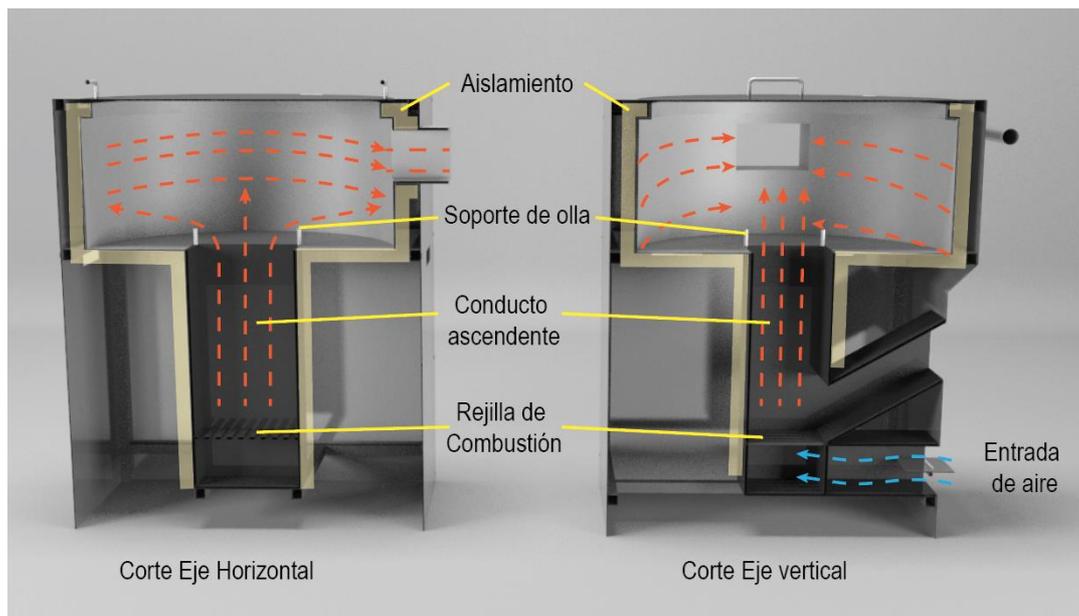


Figura 129. Corte interior del módulo 1, vistas frontal y lateral. uando se ha iniciado la combustión, el flujo de calor asciende y aquí se genera un efecto de insuflado que hala aire hacia la cámara de combustión. El flujo caliente se dirige hacia un espacio hueco de mayor dimensión que la olla que se inserta en este conducto. Seguido, golpea el quemador o la olla (en caso de estar insertada) y acto seguido escapa por el conducto de salida de calor hacia el siguiente módulo.

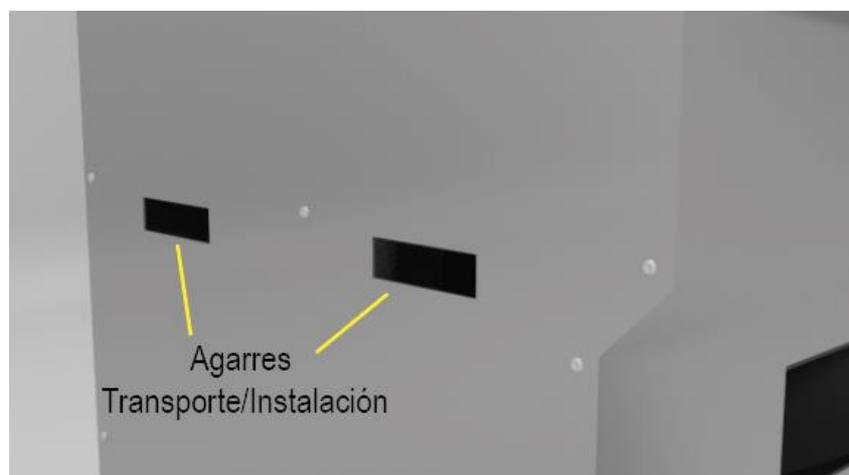


Figura 130. Agarres para transporte e instalación.

Para facilitar la instalación y transporte de éste módulo, hay 2 aperturas en las caras laterales que dan facilidad a que se sujete la estructura o esqueleto del objeto.

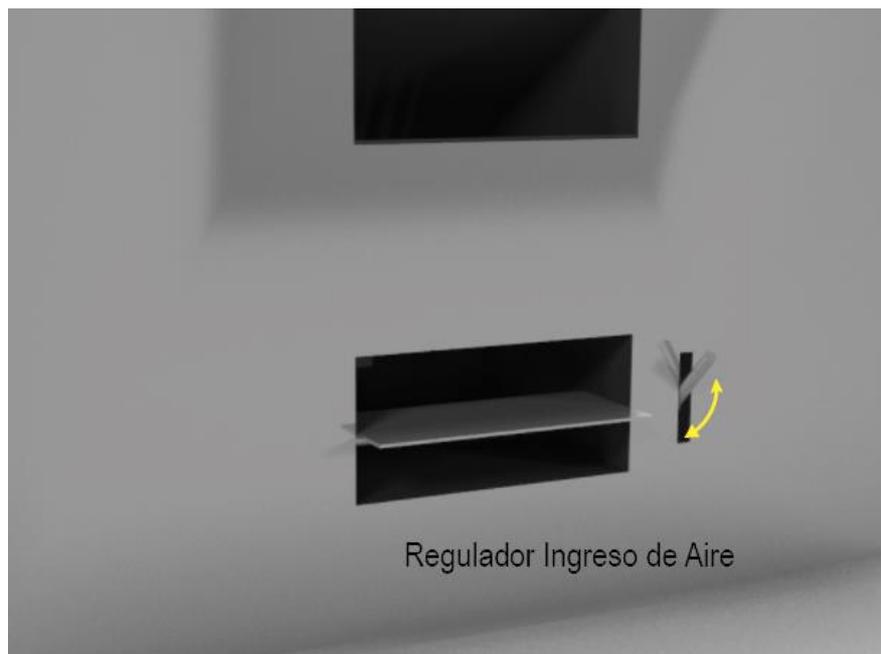


Figura 131. Regulador de ingreso de aire.

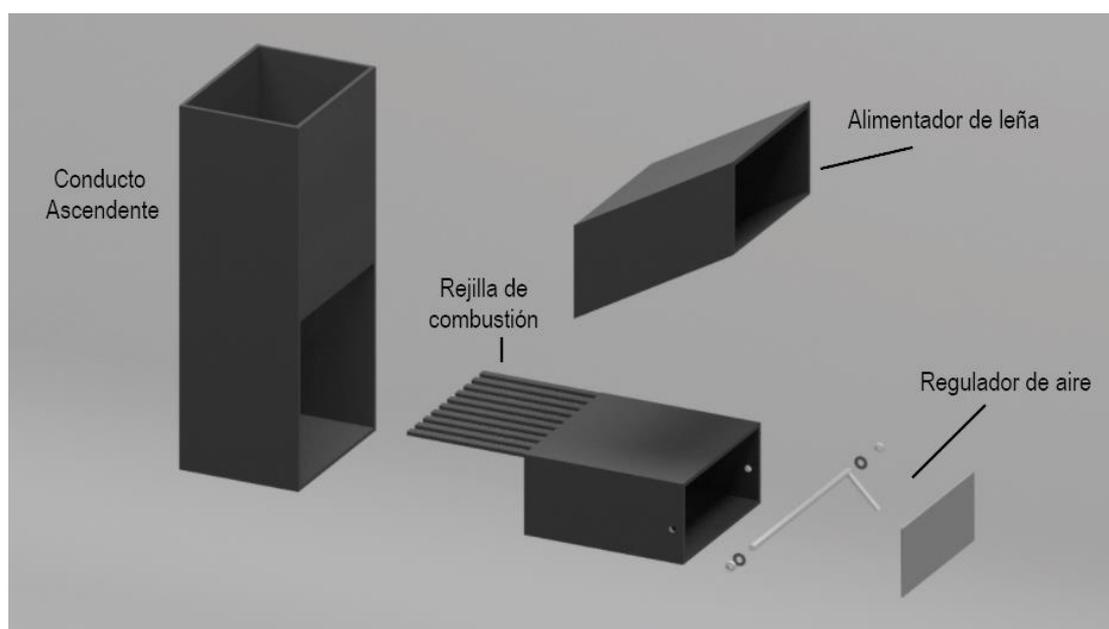


Figura 132 Despiece cámara de combustión.

El sistema de combustión está conformado por 4 piezas. Un conducto ascendente, un alimentador de leña que se une inclinado a 30° , el alimentador de aire que también contiene a una rejilla de combustión y el regulador de ingreso de aire. Éste último es una chapa metálica conectada por suelda a una varilla en

forma de L que atraviesa el inicio del alimentador de aire. Como su nombre lo indica sirve para regular el paso de aire hacia la cámara de combustión.

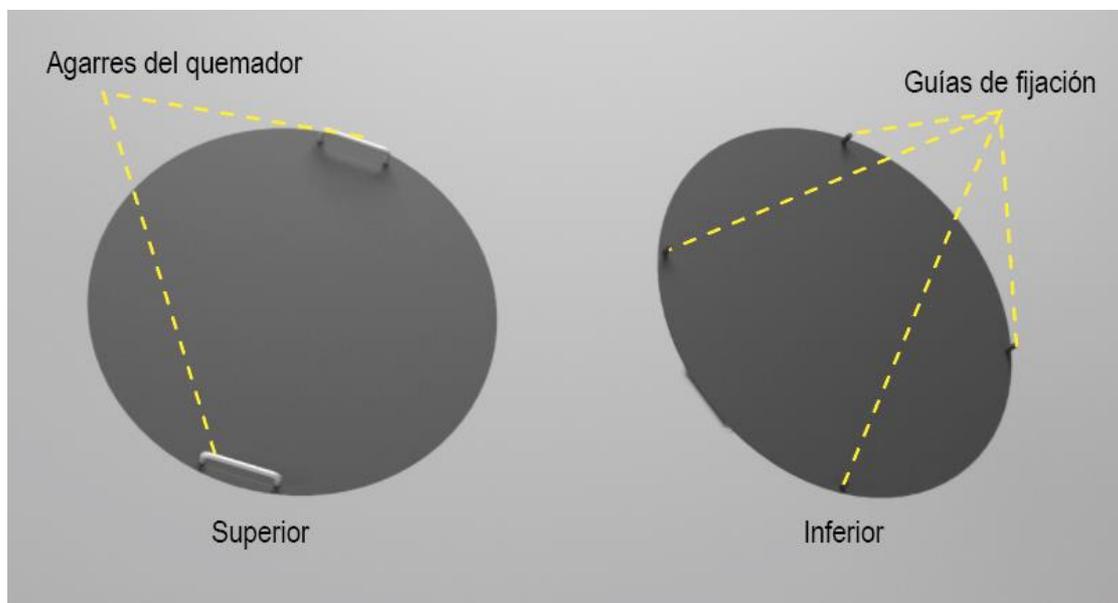


Figura 133. Vista superior y posterior de la plancha/quemador.

La plancha o quemador de los módulos 1,2 y 3 tiene los mismos componentes. Tiene 2 mangos en la superficie que hacen fácil de removerla de la estufa. En la cara inferior poseen puntos de ancla que fijan el quemador a la estufa e impiden que se mueva en el momento de uso.

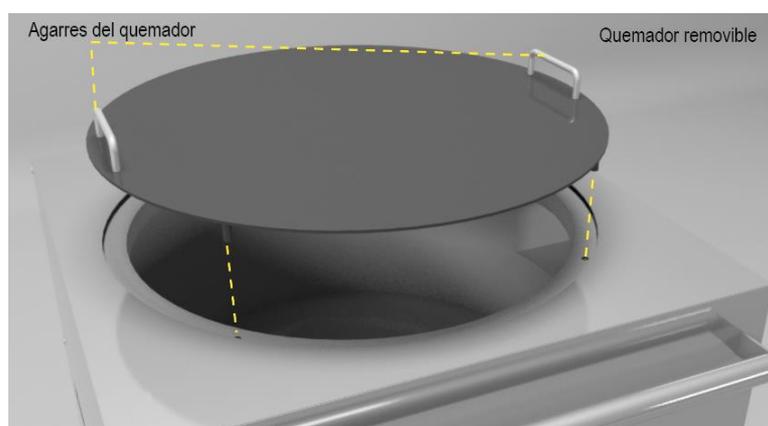


Figura 134. Plancha/quemador removible con sus puntos de anclaje.

Módulo 2

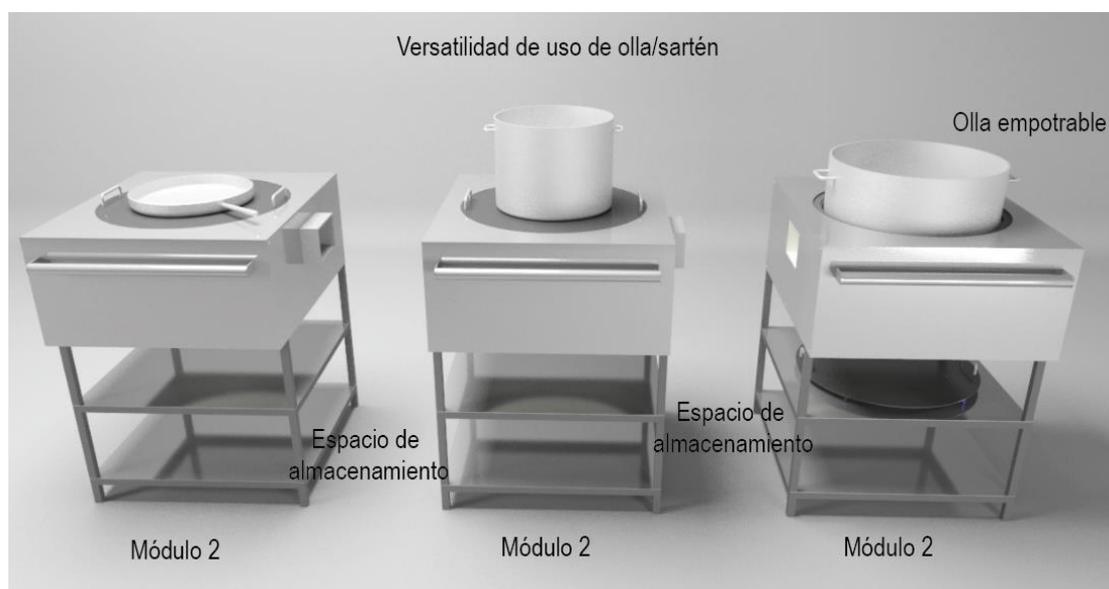


Figura 135. Módulo 2, versatilidad de uso de ollas.

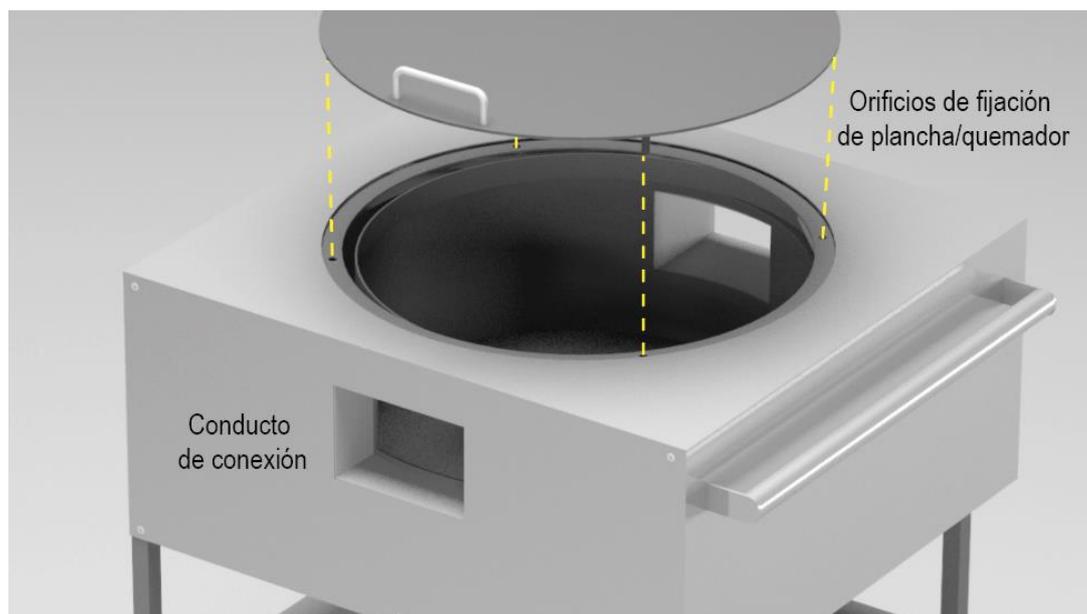


Figura 136. Módulo 2, plancha removible con puntos de ancla, conducto de conexión modular, conducto interno y salida.



Figura 137. Despiece módulo 2.

Al igual que el módulo 1, el segundo módulo tiene 4 capas que son el recubrimiento exterior con chapas de acero inoxidable, esqueleto o estructura interna, la capa de aislamiento de fibra cerámica y la capa de estructura interna que es el conducto de transferencia de calor que alberga un espacio donde se puede empotrar una olla.

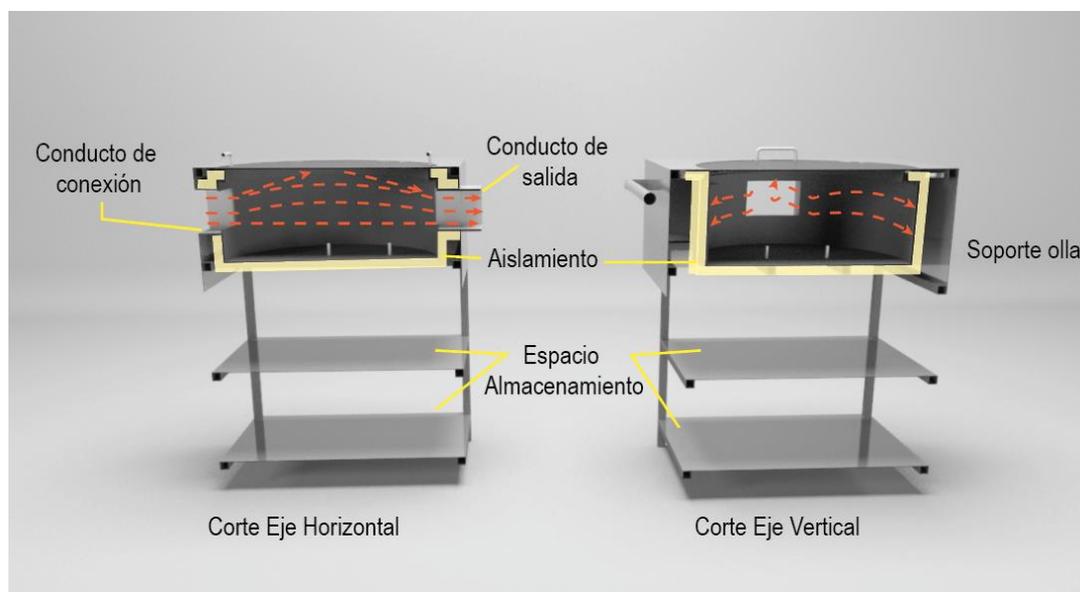


Figura 138. Módulo 2 cortes de vistas frontal y lateral.

El flujo de calor proveniente del módulo 1 pasa por una cavidad en la cual choca con el quemador o bordea la olla que se encuentre insertada. Seguido a esto, el flujo se dirige hacia el conducto de salida para continuar hacia el módulo 3 o 4.

Módulo 3

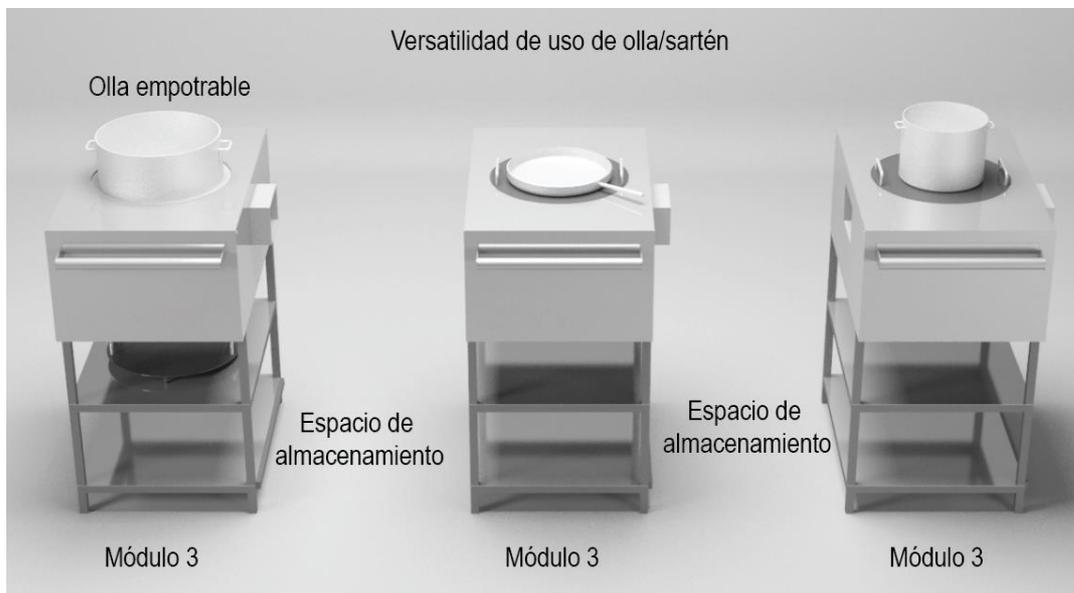


Figura 139. Módulo 3, versatilidad de uso de ollas/sartenes.

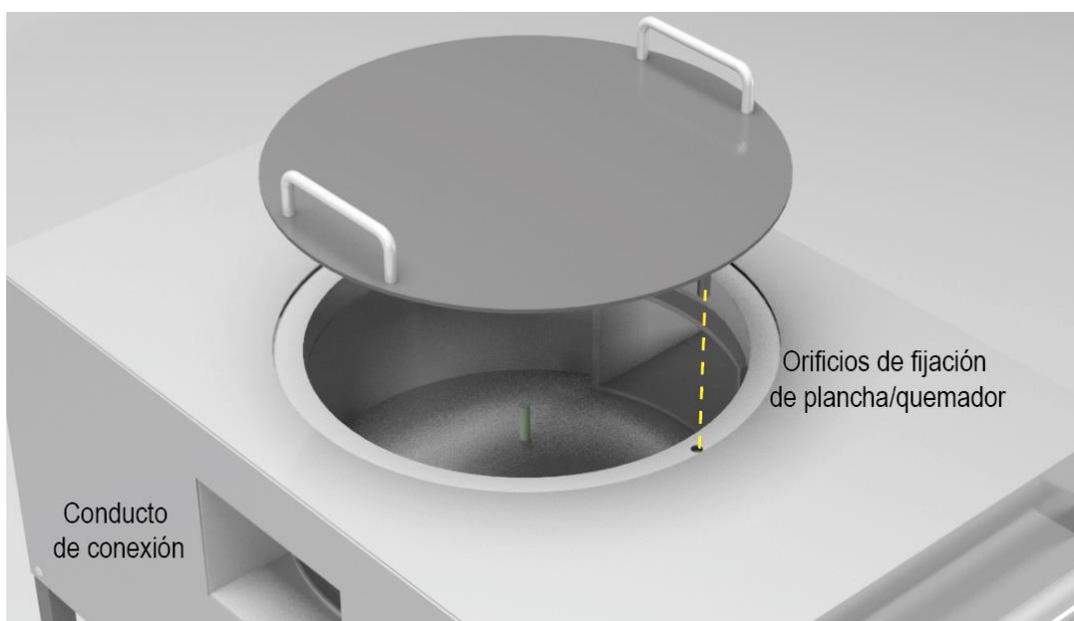


Figura 140. Módulo 3, plancha/quemador removible con sus respectivos puntos de ancla.

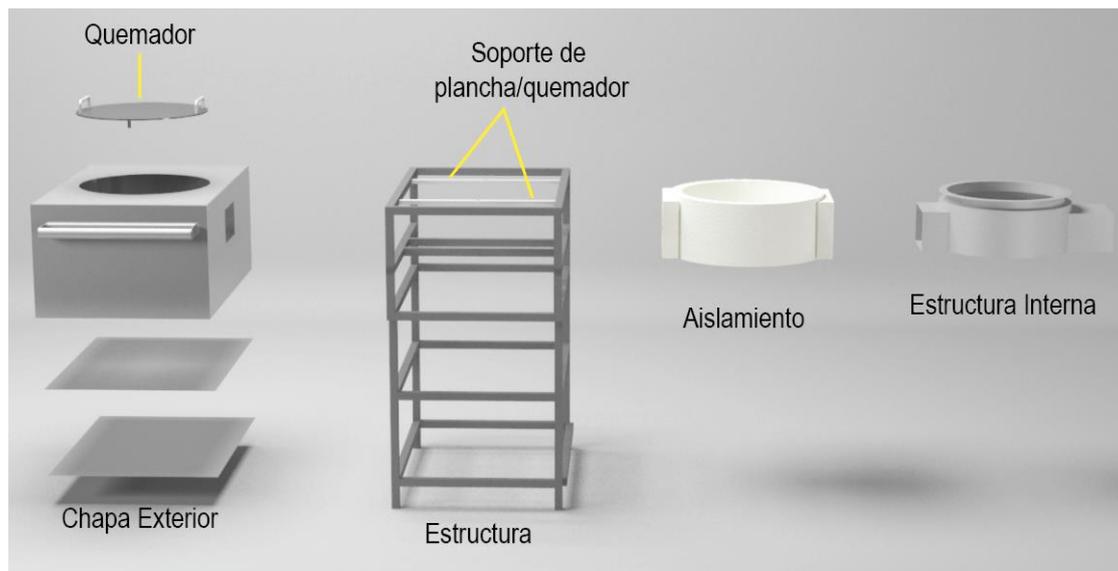


Figura 141. Despiece módulo 3.

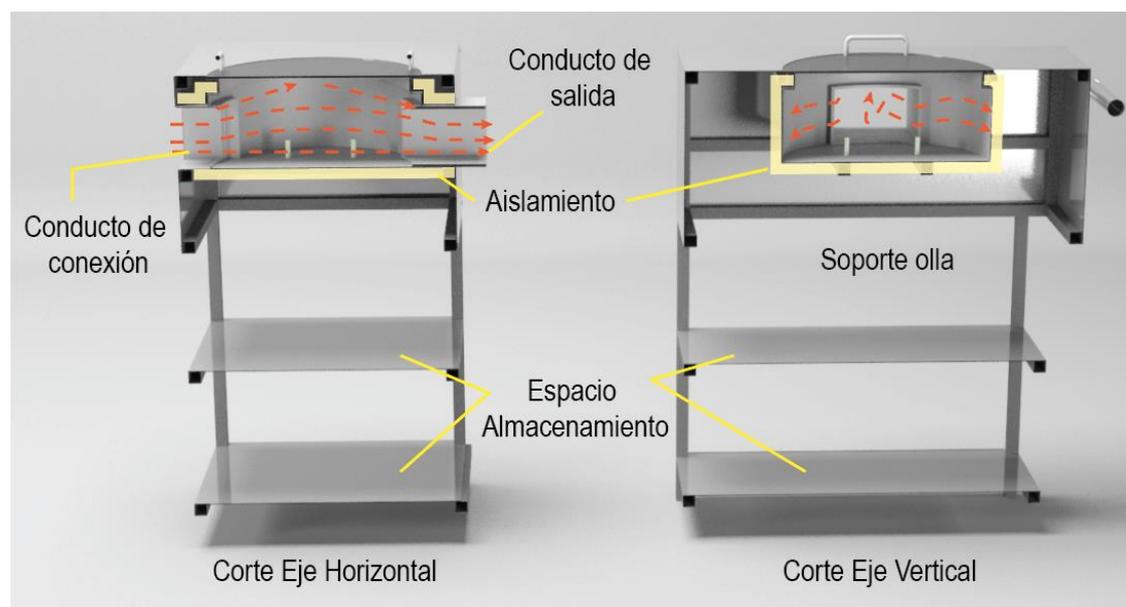


Figura 142. Módulo 3, corte de vistas frontal y lateral.

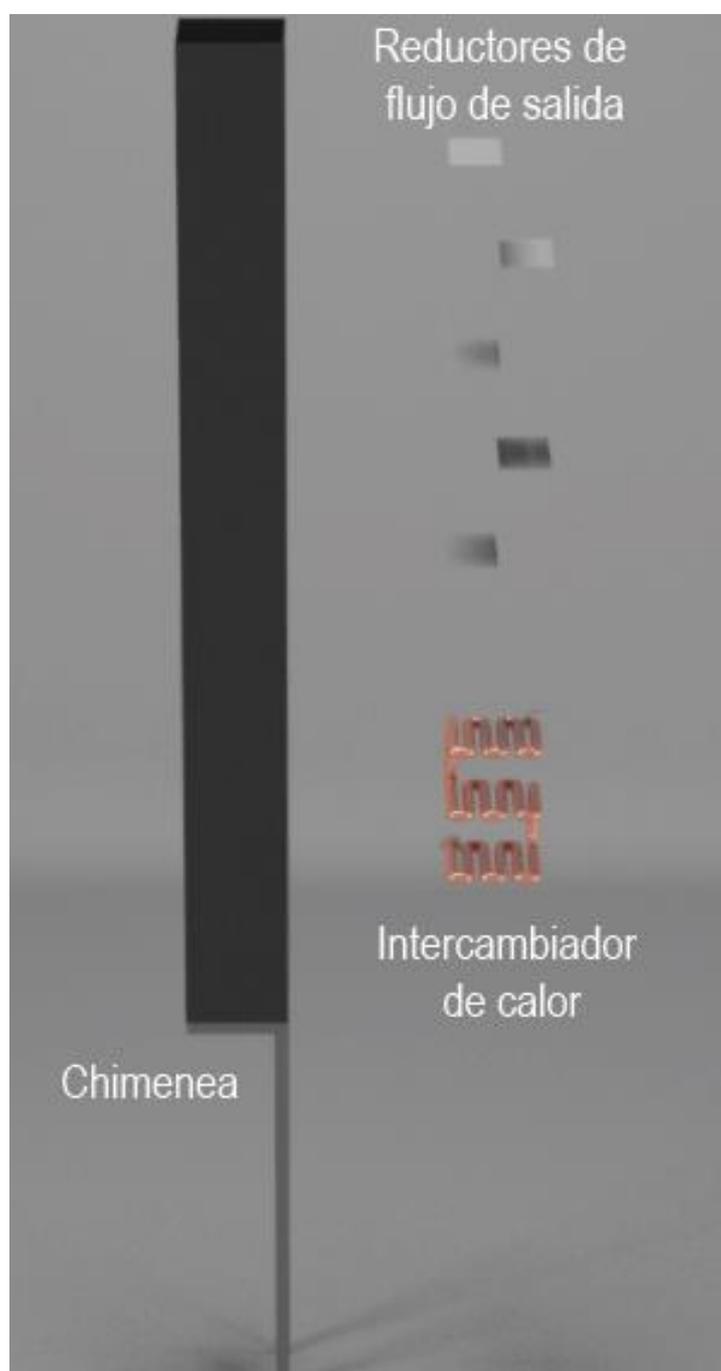
Módulo 4

Figura 143. Despiece módulo 4.

Este módulo es diferente a los anteriores. Es la terminación del sistema y contiene una pieza importante que es el calentador de agua. Se trata de un conducto que recibe las emisiones residuales de calor. Además, este módulo es el más complejo en cuanto a su instalación.

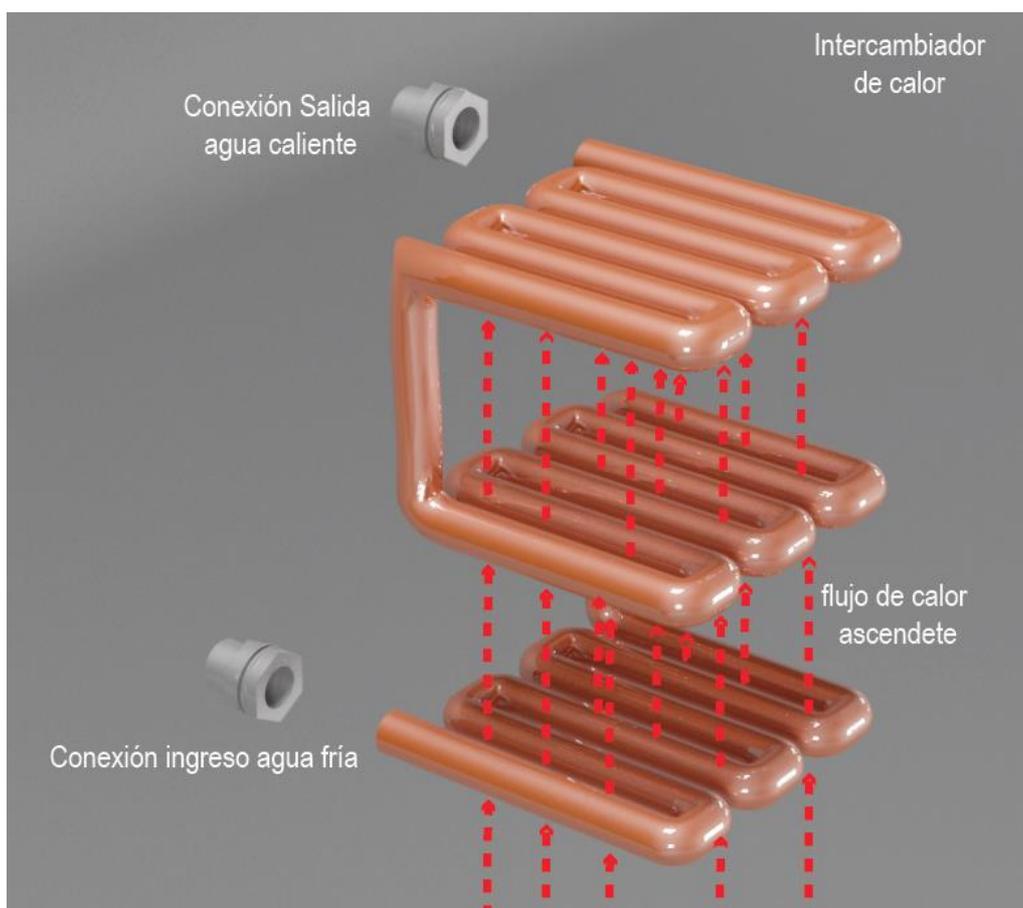


Figura 144. Intercambiador de calor/Calentador de agua.

El intercambiador de calor se dobla en una trama de U continua. Entre cada doblez hay un espacio pequeño que permite el paso del flujo saliente de uno de los módulos. La forma de este intercambiador asegura que el calor saliente de los módulos recorra por la superficie de la cañería de cobre que a su vez frena un poco la salida del flujo y permite que el calor residual sea absorbido por el intercambiador.

Está ubicado en el interior de la chimenea y tiene una entrada de agua fría en la parte inferior con una salida de agua caliente en el extremo superior de la cañería dado que el agua cuando se calienta tiende a ascender.

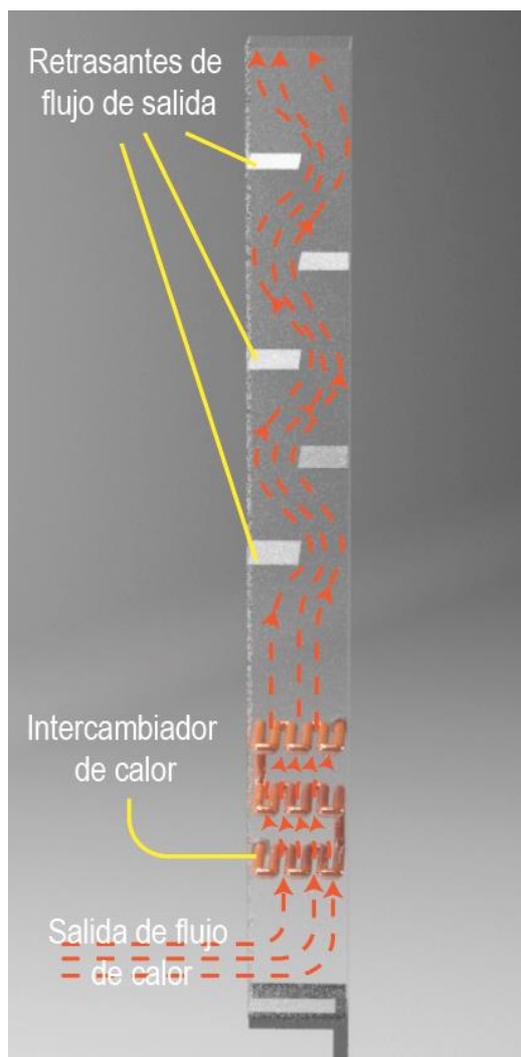


Figura 145. Módulo 4, diagrama de flujo de calor residual.

Los componentes externos de este módulo son la chimenea junto con su soporte estructural debajo. En cuanto a los internos se encuentra el intercambiador de calor y un set de láminas ubicadas de forma intercalada por encima del intercambiador de calor.

Cuando el flujo de calor saliente de los módulos anteriores culmina su trayectoria hacia el exterior por el conducto de la chimenea. Es aquí en que actúa el intercambiador de calor para calentar agua. Este conducto absorbe el calor saliente que dada la forma de la tubería permite que el calor cubra mayor área del tubo y este retenga ese calor. También, en la porción superior por encima del intercambiador se encuentran distribuidos de manera intercalada placas cuya

función es prolongar el recorrido final del flujo de calor. Están dispuestos de tal manera para que el flujo de calor se retenga más tiempo en el interior.

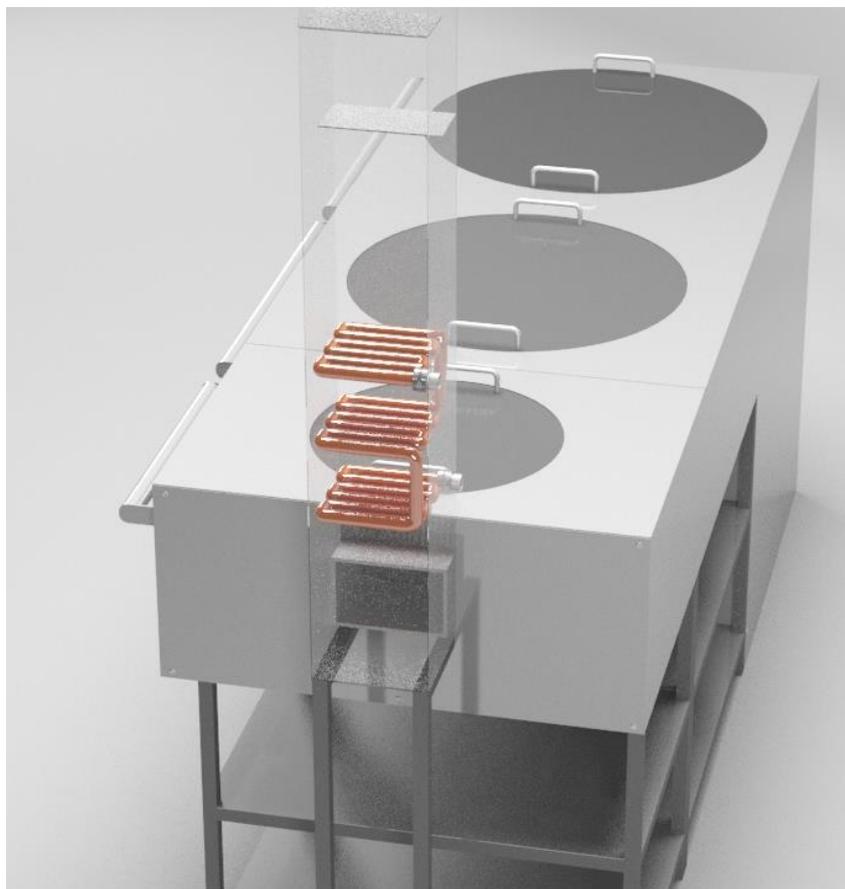


Figura 146. Sistema completo, vista interior de chimenea.

Función

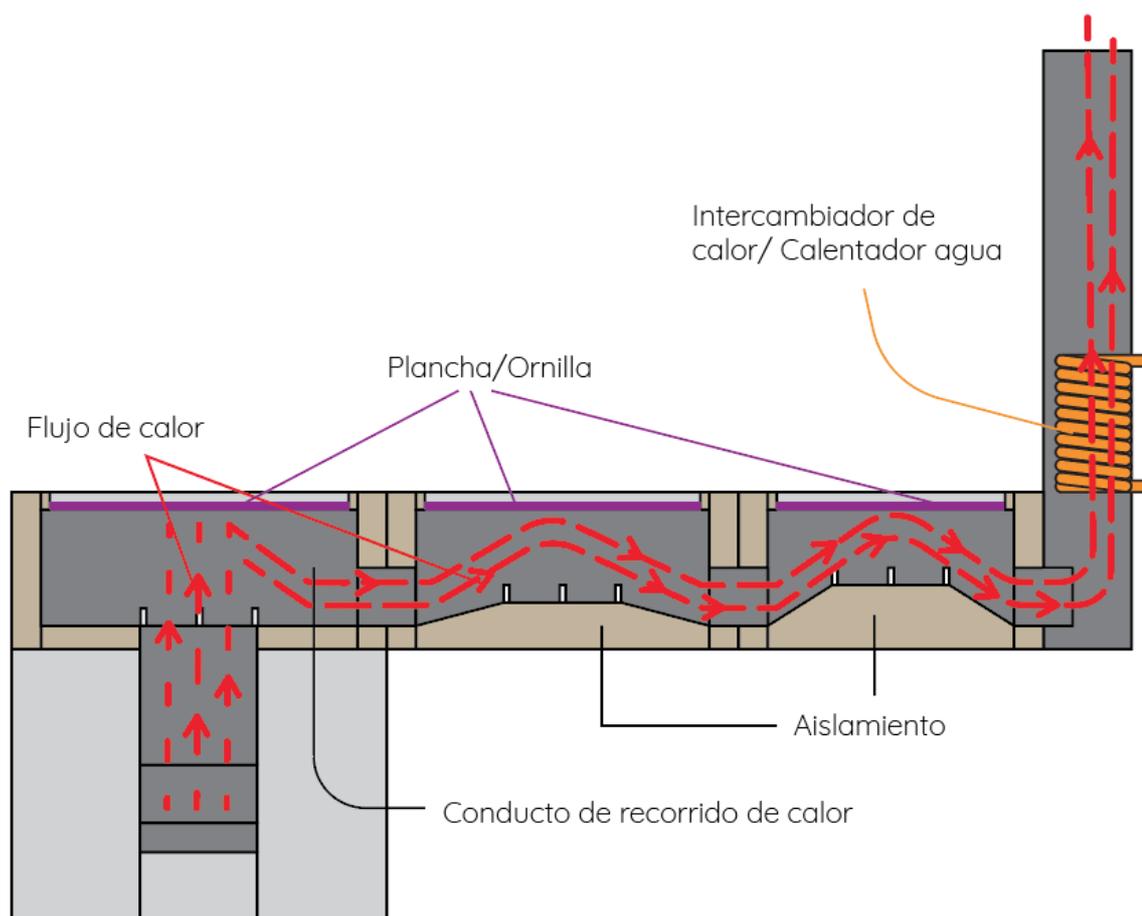


Figura 147. Representación de recorrido de flujo de calor.

La forma más simple del sistema se da con la unión de los módulos 1 y 4(chimenea/calentador de agua). El calor generado en la cámara de combustión circula por un conducto que llega al quemador y se continua hacia el siguiente módulo para finalizar en el conducto de la chimenea. Una vez que el calor ha pasado por el primer módulo, se dirige hacia el siguiente el cual presenta una modificación en la base del conducto.

El conducto adopta en su base una forma de trapecio que guía el flujo de calor hacia el quemador u olla (según sea el caso de uso) y desciende para continuar al siguiente módulo que presenta la misma adaptación en este conducto. Una

vez, que el flujo de calor ha recorrido los 3 módulos, continua su recorrido final hacia la chimenea. En el interior de la chimenea se encuentra el intercambiador de calor que sirve para el calentamiento de agua.

Uso

Encendido

1. Colocar pedazos pequeños de leña en el alimentador.
2. Enrollar una hoja de papel y encender un extremo.
3. Insertar la hoja por el alimentador de aire hasta el fondo.
4. Una vez que se encienda la llama, se puede aumentar progresivamente más leña.

Regulador de Aire

El flujo de aire es importante en la combustión. Se puede controlar la cantidad de aire que ingresa y obtener un flujo de llama mayor o menor según se requiera. Mientras mayor sea el flujo de aire, mayor será la intensidad de la llama.

Para controlar el paso de aire se debe mover hacia arriba o abajo una palanca ubicada junto del alimentador de aire.

Apagado

1. Cortar el abastecimiento de leña en el alimentador.
2. Cerrar el paso de aire.

Uso sobre quemador

1. Colocar la olla, sartén o utensilio que se disponga a usar sobre el quemador antes de encender la estufa.

Insertar Olla

1. Para insertar la olla se debe tomar al quemador por los agarres laterales y levantarlo.

2. Colocar el quemador en un espacio aparte hasta que se requiera su uso.
3. Insertar la olla dentro de la cavidad.
4. Encender la estufa.

En caso de que la estufa ya esté encendida se debe revisar la temperatura interior, seguir los mismos pasos anteriores, pero se recomienda disminuir el flujo de combustión usando el regulador de aire.

Uso como Horno

Debido al tamaño del conducto de transferencia de calor del módulo 1, se puede ocupar este espacio como un pequeño horno. Las dimensiones de este conducto son 54 cm de diámetro, 27 cm de alto. Es un tamaño apto como para usarse de horno por ejemplo haciendo pasteles.

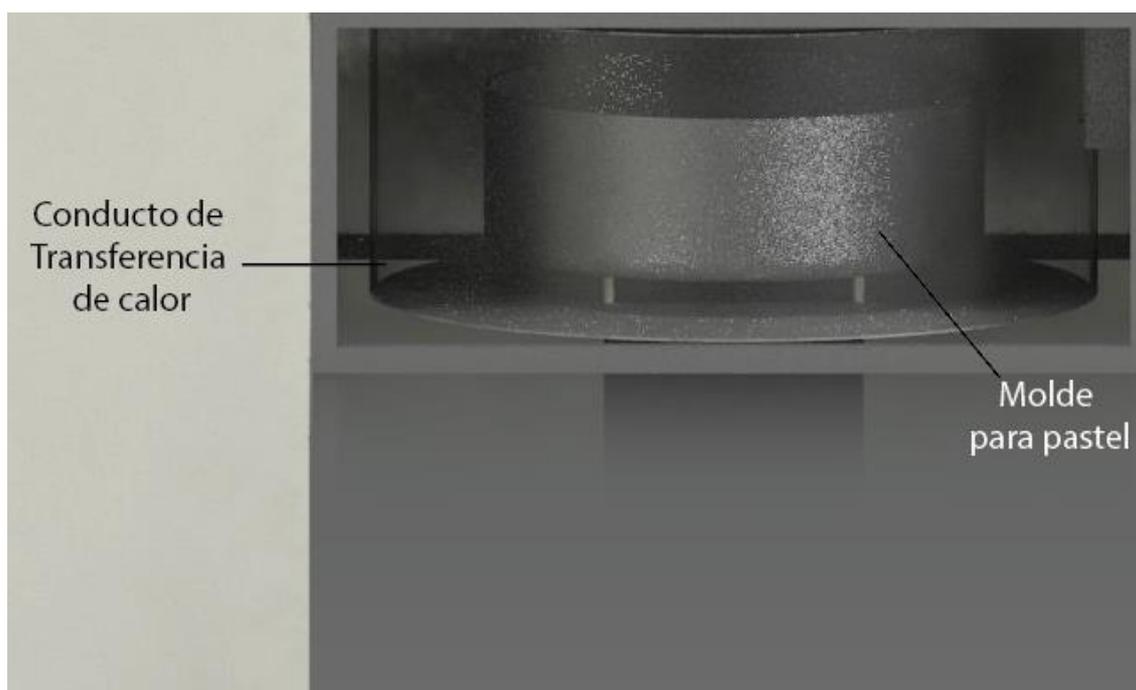


Figura 148. Uso como Horno.

Agua Caliente

Mientras el sistema esté encendido el intercambiador de calor estará enviando agua caliente al termosifón. Para su uso se debe abrir la manija del agua caliente y regularla abriendo el agua fría hasta alcanzar una temperatura confortable para el usuario.

Mantenimiento

Limpieza

- Remover cenizas de cámara de residuos.
- Remover plato quemador y limpiar el interior, puede que pequeños fragmentos de leña o ceniza se acumulen en este conducto.
- Limpieza exterior.

Instalación

El proceso de instalación de los módulos 1,2 y 3 es bastante sencillo. Se debe colocar un módulo junto al otro de manera que los conductos de transferencia de calor de salida y entrada estén alineados. Seguido a esto se debe aplicar un mínimo de fuerza para que se deslice el conducto saliente dentro del otro. Seguir el mismo paso para el resto de módulos.

En el caso de la chimenea, se debe hacer algunas modificaciones.

1. Definir el espacio que va a ocupar el sistema.
2. Limitar la ubicación de la chimenea.
3. Modificar el techo o pared para dar paso a la salida del tiro de la chimenea.

En cuanto al intercambiador de calor:

1. Ubicar el espacio que ocupará la chimenea.
2. Definir el espacio donde se ubicará el termosifón.
3. Realizar las modificaciones de cañería de agua fría hacia el termosifón.
4. Conectar la tubería de salida de agua fría del termosifón hacia la entrada del calentador de agua.
5. Conectar la tubería de salida de agua caliente del calentador de agua hacia la entrada de agua caliente del termosifón.
6. Conectar la tubería de salida de agua caliente del termosifón hacia con el caño de agua caliente de la vivienda.
7. Llenado del termosifón.
8. Dar paso a la salida de agua usando la llave de agua caliente. (garantiza que no hay espacios con aire dentro de toda la cañería)

Transporte

1. Cubrir el producto con espuma de polietileno y envolverlo con plástico de embalaje.
2. Se lo puede acomodar sobre una camioneta regular. Se puede manipular a los módulos de los orificios laterales. En caso del módulo 2 de su estructura.

Ensamble

1. Armado de estructura
2. Armado de cámara de combustión.
3. Armado de Conductos internos.
4. Unión por suelda de sistema de combustión con contacto interno.
5. Cubrir conducto interno con material aislante (Fibra cerámica.)
6. Fijar el material aislante con cable.
7. Armado de cubierta exterior.
8. Fijar cubierta exterior a estructura con suelda y remaches de cabeza plana.

Fabricación - Procesos Industriales

- Corte tubos/perfiles acero – Tronzadora
- Taladro.
- Dobladura de chapa – Rectificadora.
- Dobladura de tubería de cobre.
- Soldadura
- Acabados

Durabilidad

El tiempo de vida útil del producto es de 10 años.

Costos

El detalle de los costos se colocará una vez hecha la validación puesto que puede haber cambios significantes en diseño.

7.6 Prototipo

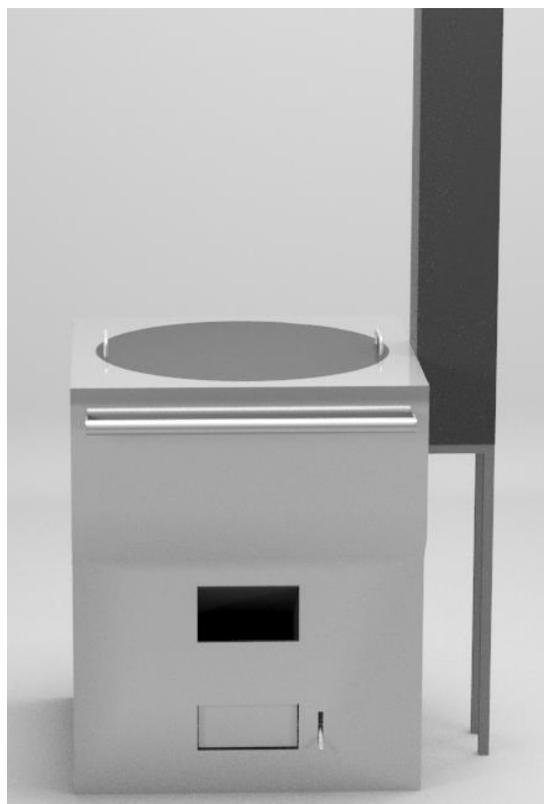


Figura 149. Prototipo a construir.



Figura 150. Prototipo del sistema en base a su función.



Figura 151. Ingreso de leña e ingreso de aire.



Figura 152. Vista superior de quemadores.



Figura 153. Vista superior tubería – intercambiador de calor.

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA (Objetivo específico 3)

8.1 Prototipo

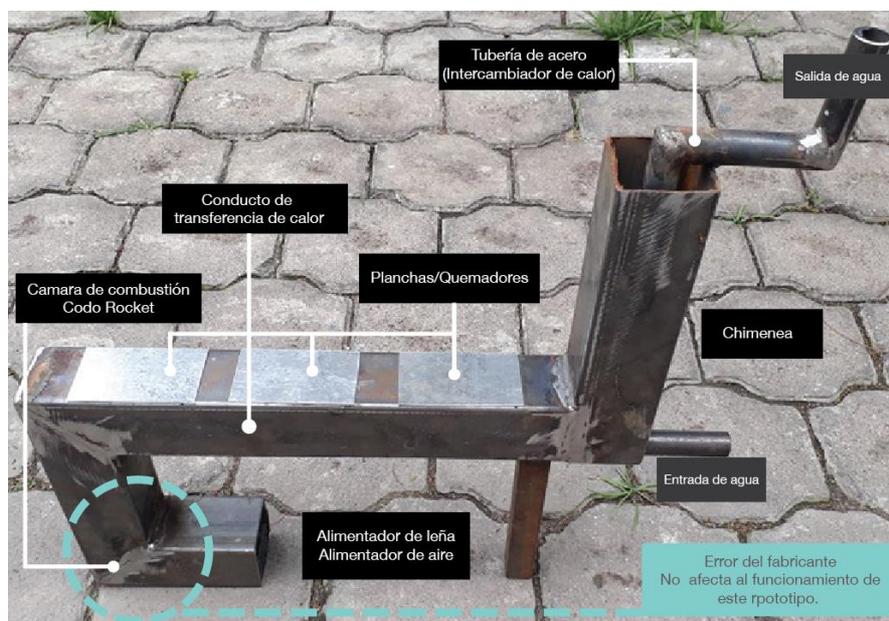


Figura 154. Prototipo del sistema.

Se ha elaborado una estructura que simule el sistema del diseño de este proyecto. Así, se tiene una cámara de combustión (error en la dirección de entrada de aire, no altera funcionamiento), un conducto de transferencia de calor, 3 quemadores con sus placas, chimenea y una tubería de agua que simula el intercambiador de calor.

La realización de este experimento demostró que cuando se insertan las cacerolas, el flujo de calor es suficiente para calentar y hervir una taza de agua en el primer quemador y en el segundo. No es así en el tercero puesto que el calor residual no es suficiente para calentar la cacerola para que se lleve a un punto de ebullición. Tampoco se alimenta de calor la tubería de agua.

Por otra parte, cuando las cacerolas se encuentran ubicadas sobre una placa metálica, el resultado es el mismo, cacerola 1 & 2 pasan el teste de ebullición de

agua, cacerola 3 no lo hace, sin embargo, hay una mayor absorción de calor en este caso.

En cuanto al intercambiador de calor para agua, tiene un calentamiento significativamente superior.

Con este experimento se concluye que una sola cámara de combustión no será suficiente para soportar 3 hornillas.

El intercambiador de calor llegó a calentar el agua en su interior cuando se tapó los orificios de los 3 quemadores y no se puso ninguna cacerola encima.

8.2 Revisión Miguel Torske

En base a su experiencia Torske señala que para este proyecto no será suficiente una sola cámara de combustión. Debido a que hay dos quemadores que se usarán para ollas de gran capacidad a parte de un quemador regular y el intercambiador de calor ubicado en la chimenea.

El flujo de calor no será suficiente para abastecer a todo el sistema. Por ello, la sugerencia de Torske es la de colocar una segunda cámara de combustión para el segundo quemador. Torske sugiere también que este módulo se coloque al final del sistema para que el calor residual del mismo alimente al intercambiador de calor.

En cuanto al sistema de calentamiento de agua, Torske sugiere que se conecte el intercambiador de calor a un tanque con un termosifón y una válvula de alivio para que el sistema de calentamiento de agua no sea riesgoso.

8.3 Marco Vintimilla (Fabricante)

Edgar Chimba, fabricante de estructuras y muebles metálicos ha participado en la producción de estufas mejoradas en el oriente. Chimba señala que la estructura de los módulos puede simplificarse o reducirse puesto que la chapa de acero que recubre al objeto es bastante rígida además la estructura de perfiles es bastante sólida para soportar los componentes interiores. También señala

que la rejilla de combustión puede tener el mismo ángulo de inclinación del alimentador de leña para que el aire impacte a la leña de frente y no por debajo. Finalmente, Chimba sugiere incorporar un cajón para los residuos de leña puesto que la entrada de aire presenta un tope con el regulador de ingreso de aire.

8.4 Revisión Comedor Popular Jesús Peregrino

La hermana Gracia Chicaiza junto con una de las madres de familia que colabora en el comedor revisaron y aprobaron el diseño final en términos de dimensiones y espacios dentro del comedor. En cuanto a la relación usuario – producto se ve que el producto se entiende como una cocina. Se entiende por intuición el uso de algunos componentes como son los quemadores tanto para su uso directo o removible.

Sin embargo, se ve que hay dificultad en entender como o para que son componentes como el alimentador de leña y aire, así como su regulador. Para ello se sugiere que se indique de forma escrita en un manual o de manera visual directamente en el producto. Además, surge la idea de poder saber a qué temperatura se encentra cada quemador.

En cuanto al calentador de agua tomando en cuenta el espacio del comedor está distribuido de tal manera que el único baño se encuentra junto a la cocina en la primera y única planta y junto a las recomendaciones de Miguel Torkse, se puede ubicar una cisterna o termosifón en el techo de la cocina del comedor.

8.5 Propuesta Mejorada

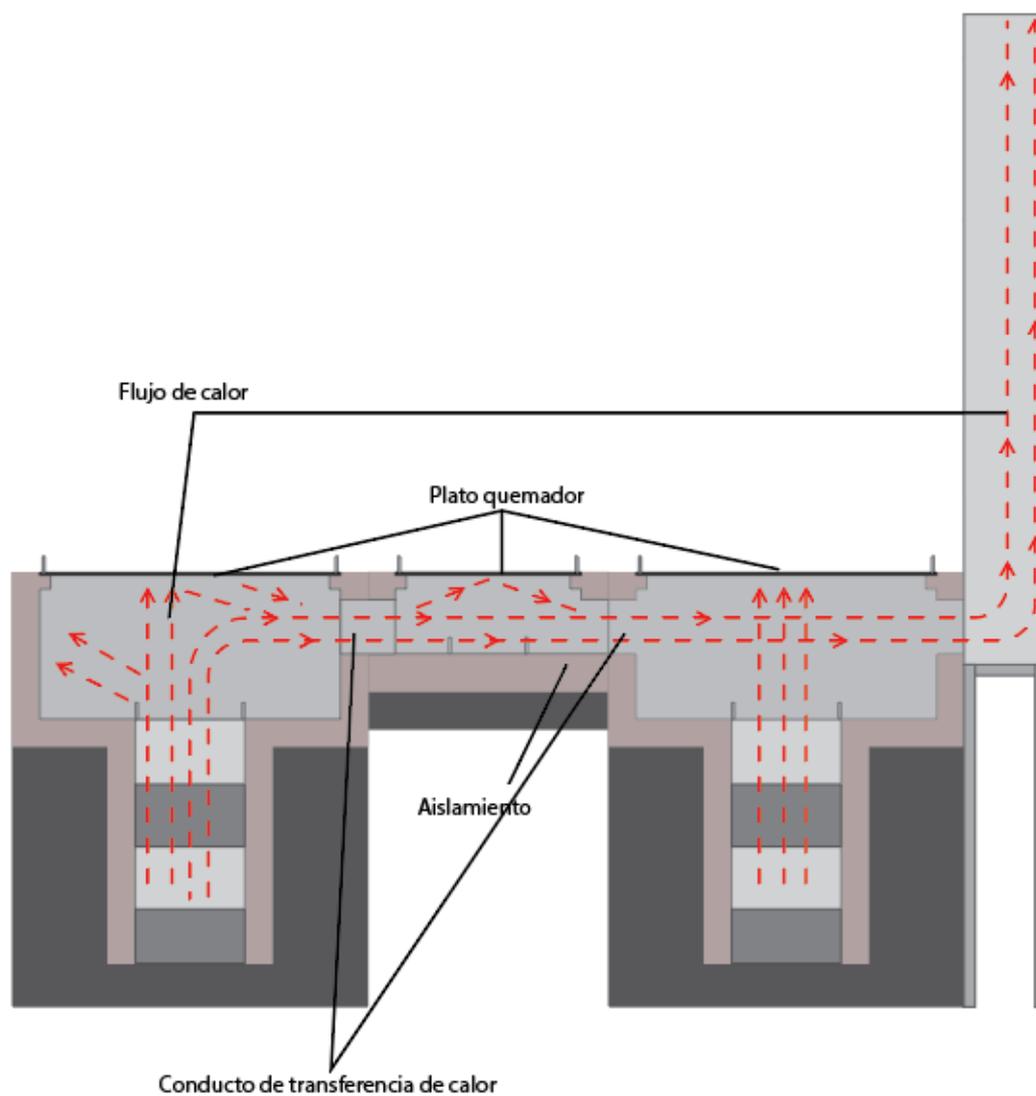


Figura 155. Flujo de calor en propuesta mejorada.

El producto final es un sistema de módulos que se conectan uno con otro. Son cuatro módulos que conforman el sistema completo; (1) Base, (2) Simple, (3) Simple, y (4) Chimenea-Calentador de agua.

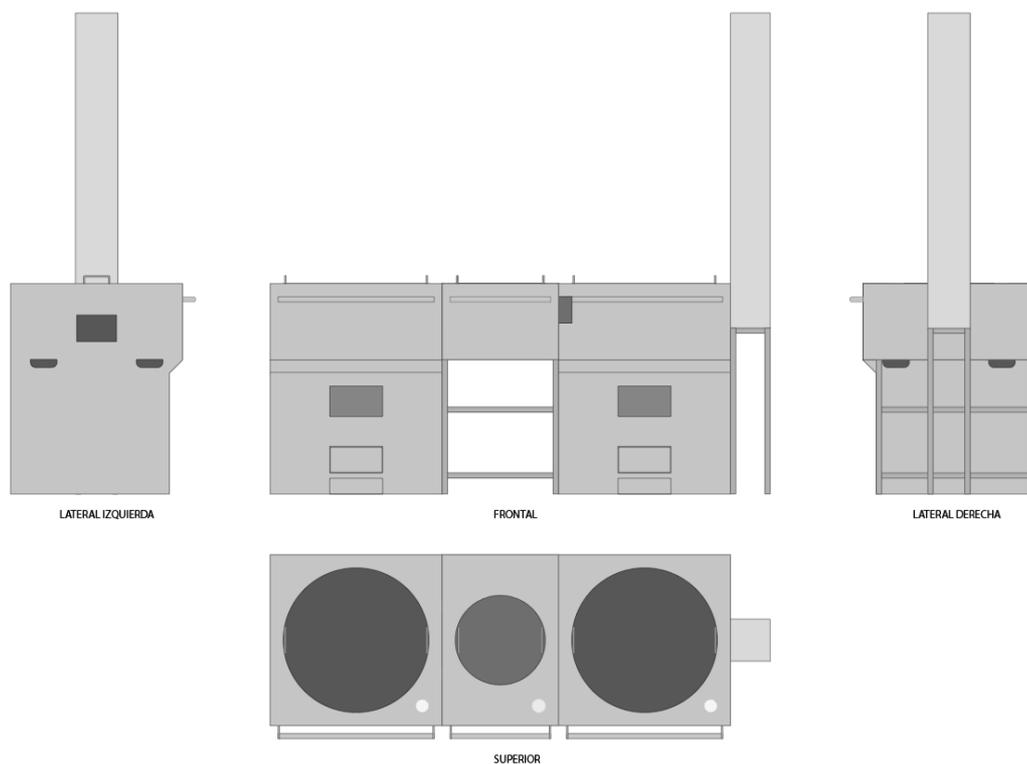


Figura 156. Propuesta final vistas frontal, lateral y superior.

El primer módulo (base) es el más importante puesto que es el único que contiene al sistema de combustión que hace funcionar a todo el sistema. Se conecta con cualquiera de los módulos restantes por medio del conducto de flujo de calor que sobresale de una de sus caras laterales. Los módulos 2 y 3 también tienen esta característica. Además, los módulos 2,3 y 4, tienen un orificio que une un módulo con otro y da continuidad al flujo de calor. Es importante mencionar que tanto el conducto prominente como el orificio de unión están alineados en la misma posición en cada módulo y las dimensiones de ambos están dadas para que encajen perfectamente.

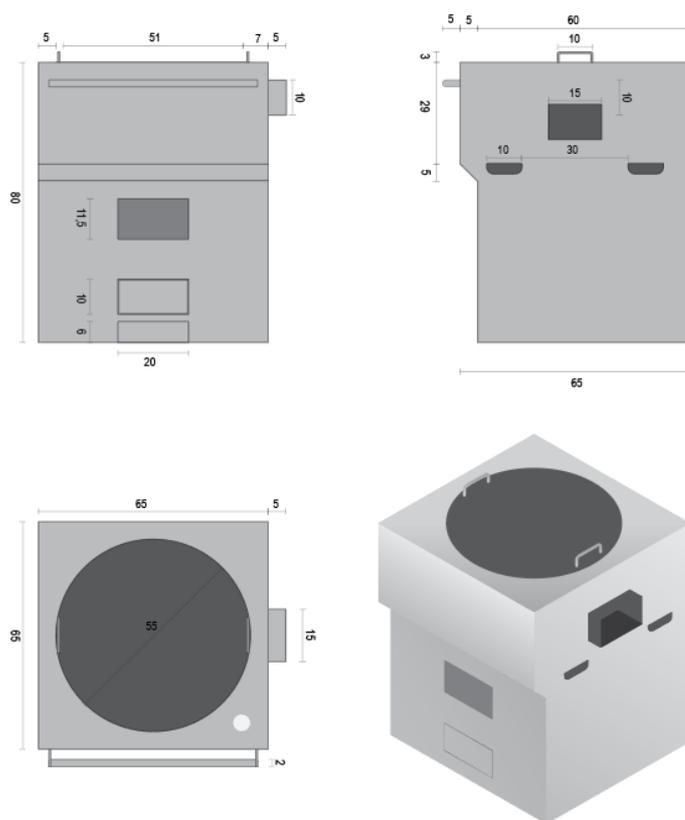


Figura 157. Módulo 1 vistas frontal, lateral, superior e isométrica.

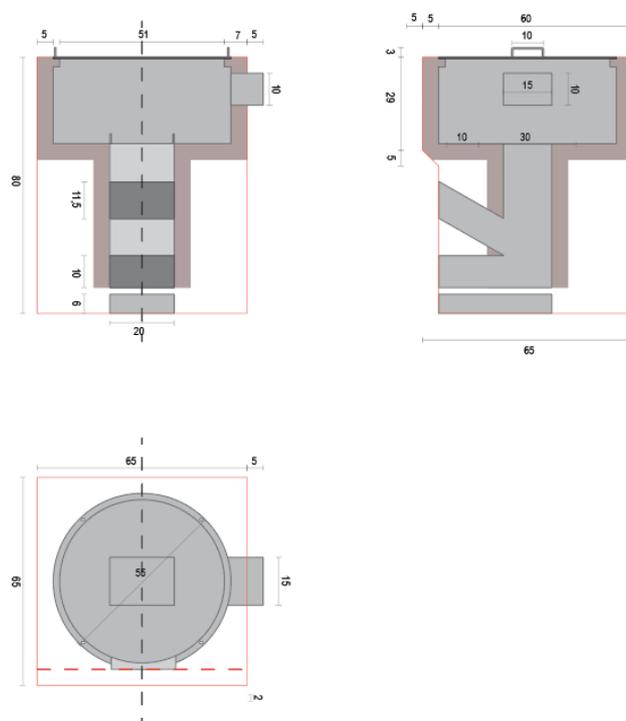


Figura 158. Módulo, vistas de corte.

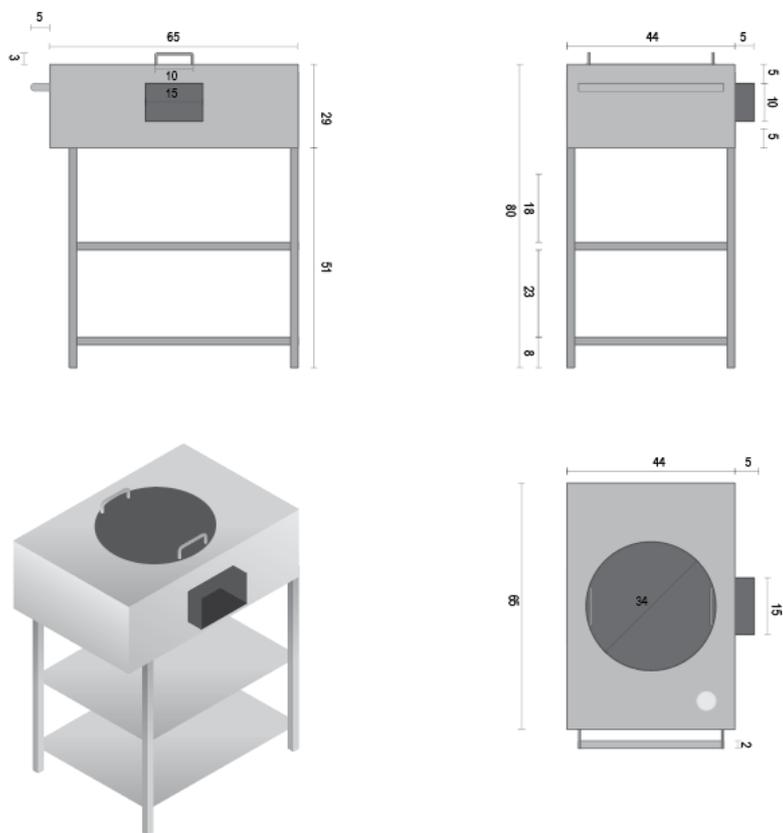


Figura 159. Módulo 2 vistas frontal, lateral, superior e isométrica.

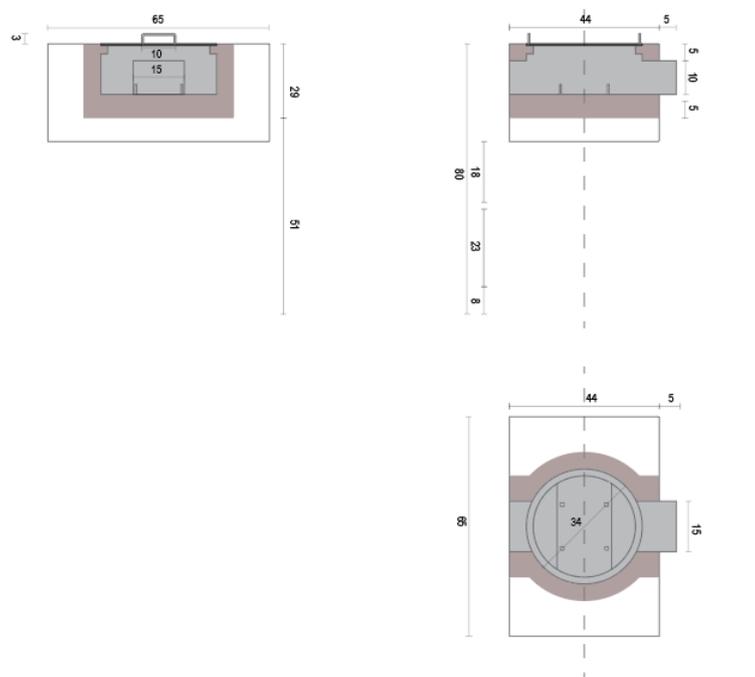


Figura 160. Módulo 2, vistas de corte.

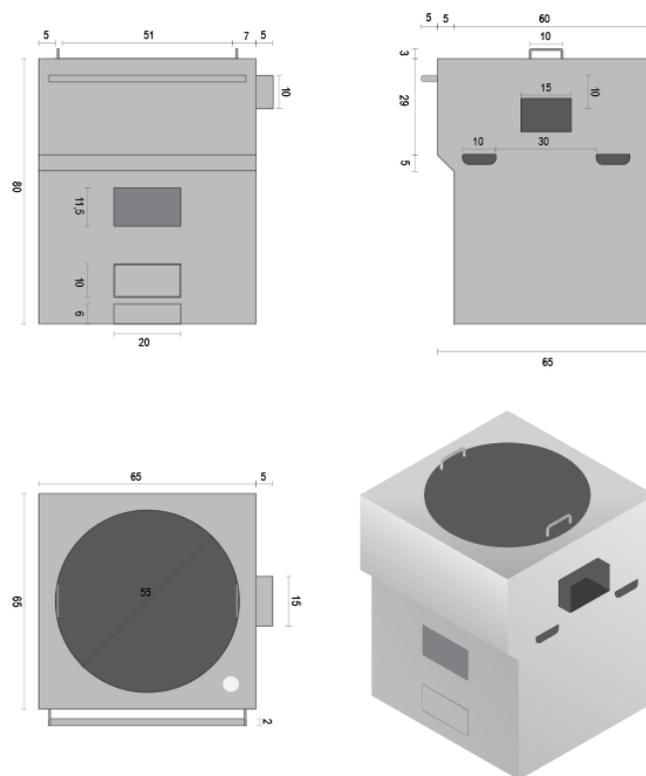


Figura 161. Módulo 3 vistas frontal, lateral, superior e isométrica.

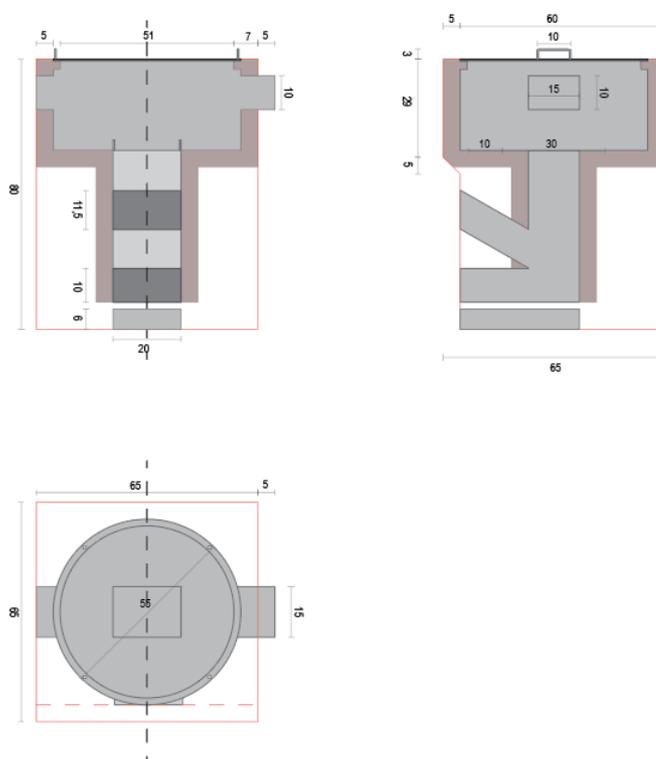


Figura 162. Módulo 3, vistas de corte.

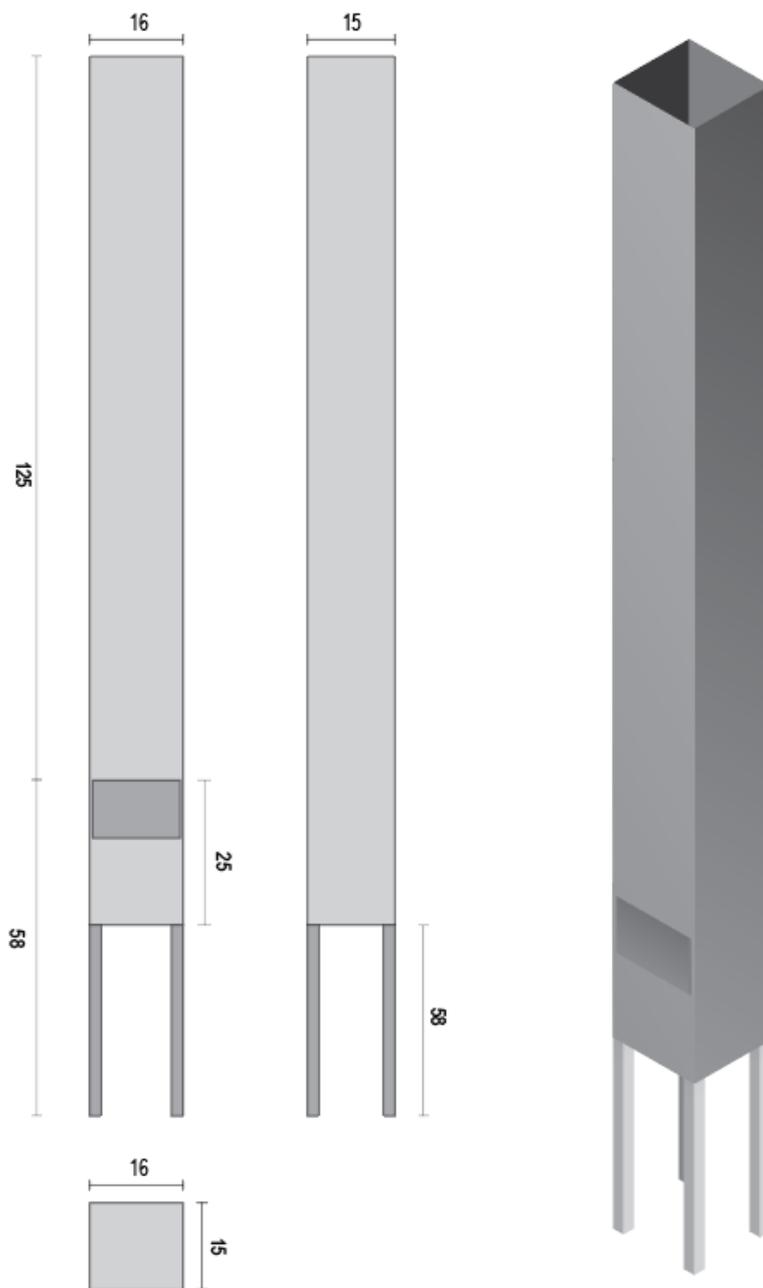


Figura 163. Módulo 4 vista frontal, lateral, superior e isométrica.

Forma Base

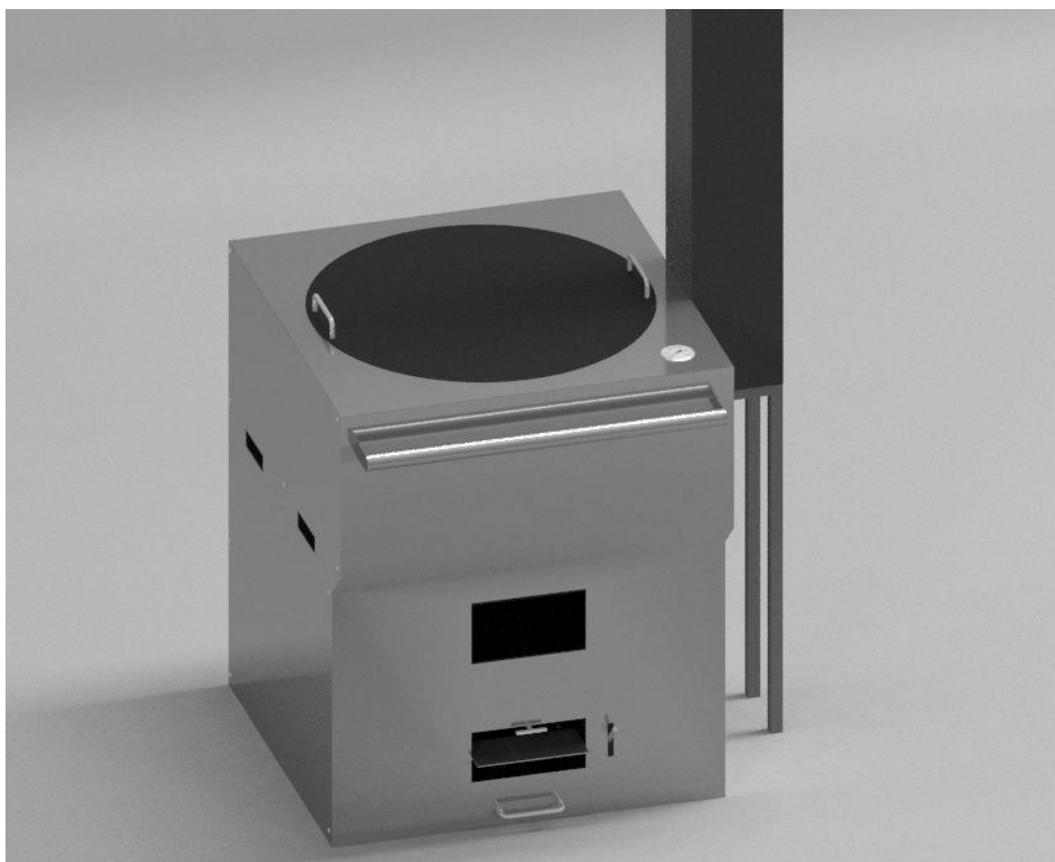


Figura 164. Forma base, módulo 1 + módulo 4.

La forma más básica del sistema incorpora 2 módulos que son el base y la chimenea. A partir de este se puede ampliar el sistema incorporando cualquiera de los otros módulos, sin embargo, el módulo de la chimenea siempre debe ubicarse al final del sistema.

Combinación 1

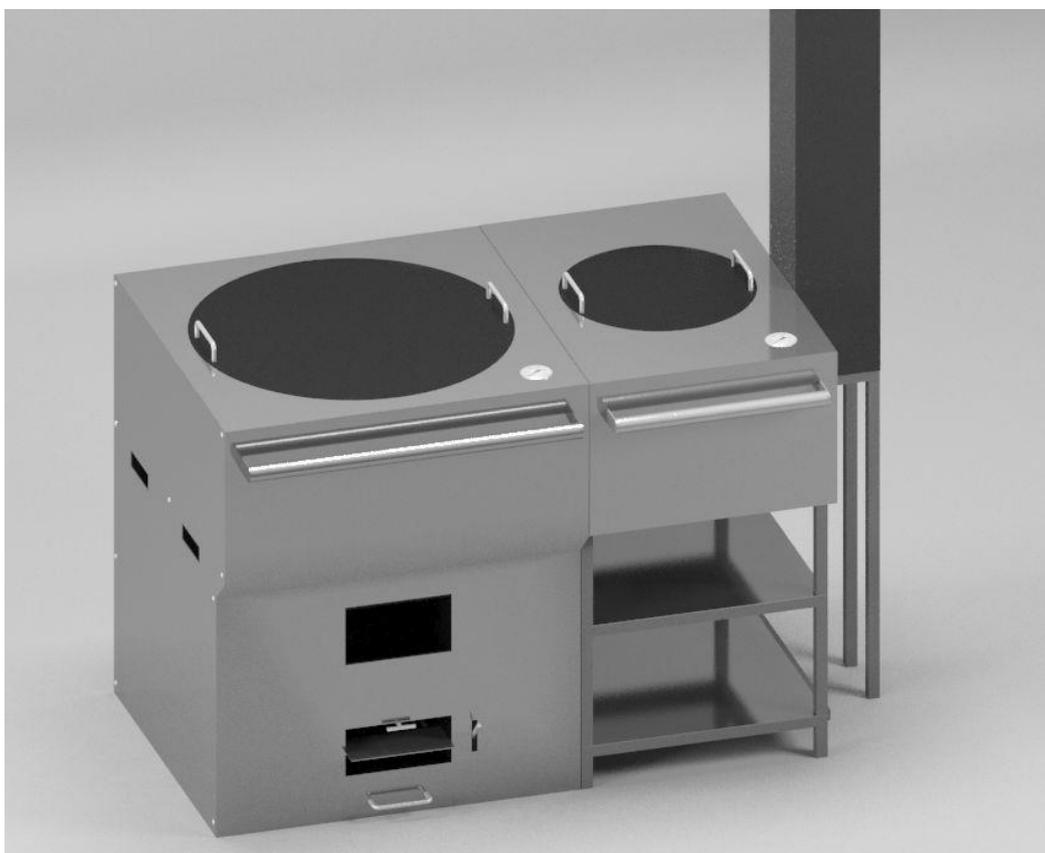


Figura 165. Módulo 1 + Módulo 2 + Módulo 3.

La combinación 1 comprende el módulo principal junto con el módulo 2 que es más simple y de menor tamaño. Este módulo aprovecha el calor residual del anterior.

Combinación 2



Figura 166. Módulo 1 + Módulo 2 + Módulo 3.

En esta combinación, ambos módulos presentan una cámara de combustión. Dado que ambos están hechos para soportar el uso de ollas de gran capacidad. La única diferencia entre los 2 es que el módulo 3 tiene un conducto de entrada y de calor que hace posible que se conecte con el primer módulo.

Sistema Completo

Figura 167. Módulo 1 + Módulo 2 + Módulo + Módulo 4.



Figura 168. Módulo 1 + Módulo 2 + Módulo + Módulo 4.



Figura 169. Módulos separados

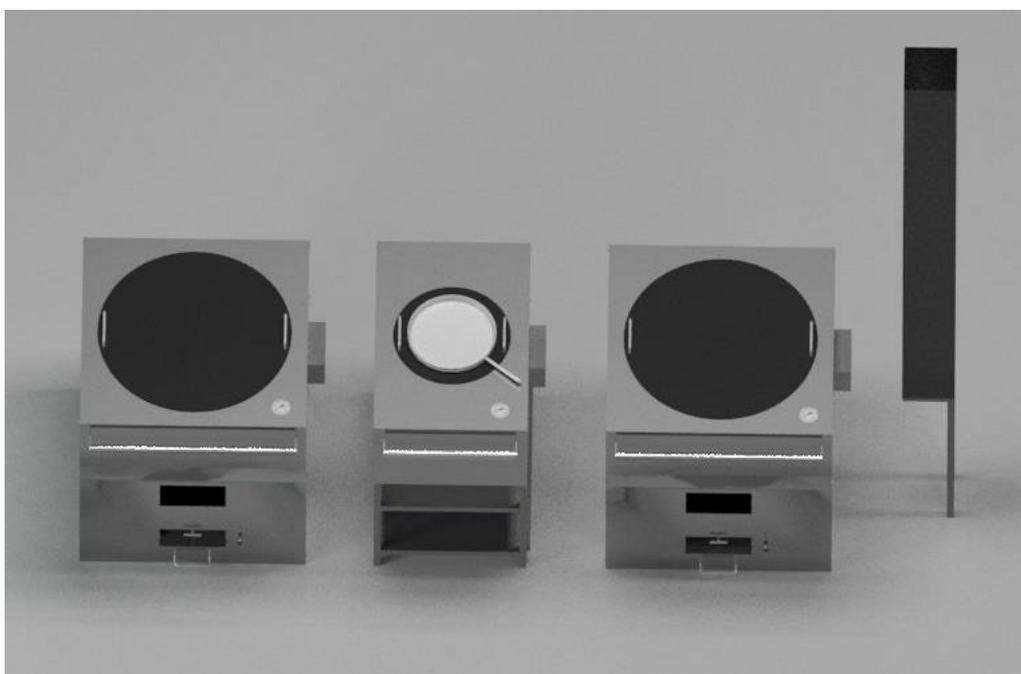


Figura 170. Módulos separados, vista superior.

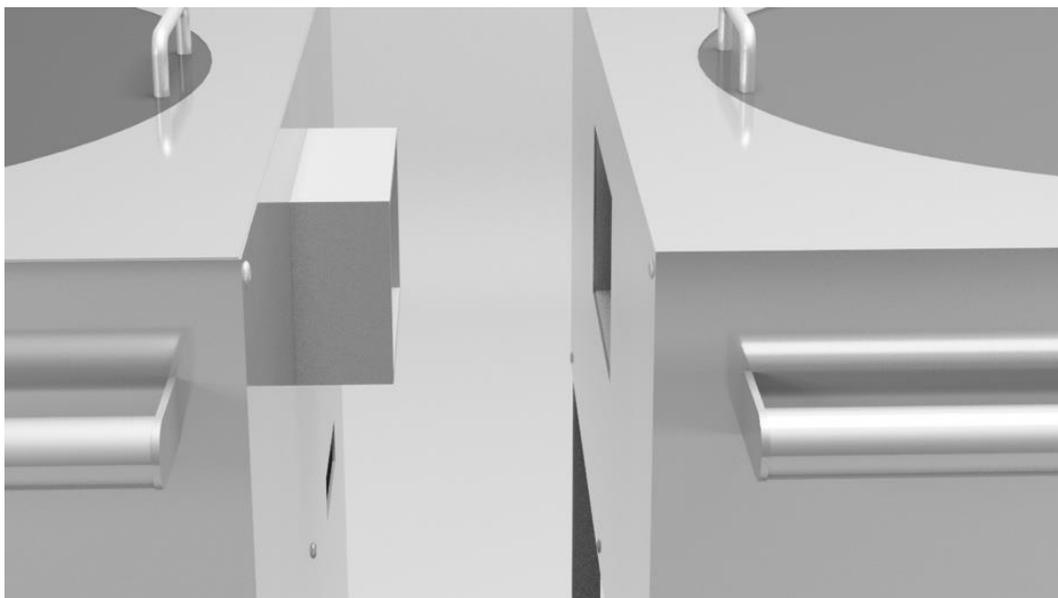


Figura 171. Unión entre módulos mediante el conducto de transferencia de calor.

Cada módulo tiene un conducto que sobresale en 5 cm por la cara derecha. Esta saliente se encaja al conducto mencionado del siguiente módulo.

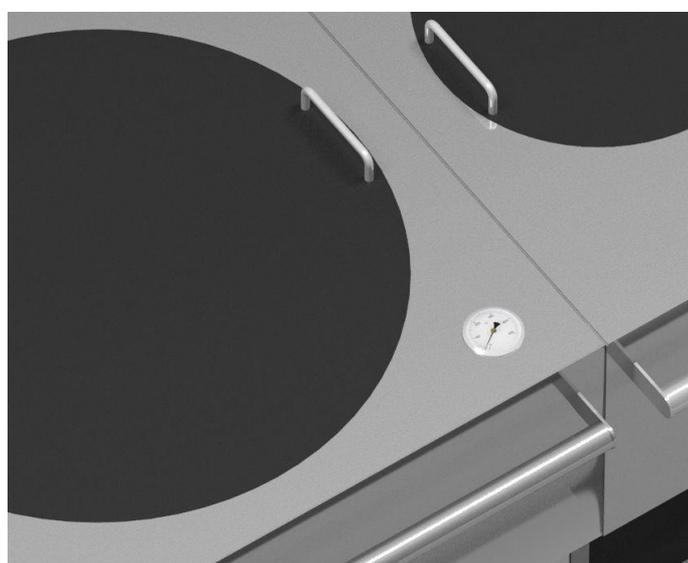


Figura 172. Termómetro.

Se ha incorporado un termómetro en la superficie de los módulos 1, 2 y 3. Es importante que el usuario puede saber a qué temperatura está fluye el calor en el interior del conducto de transferencia de calor.

Módulo 1

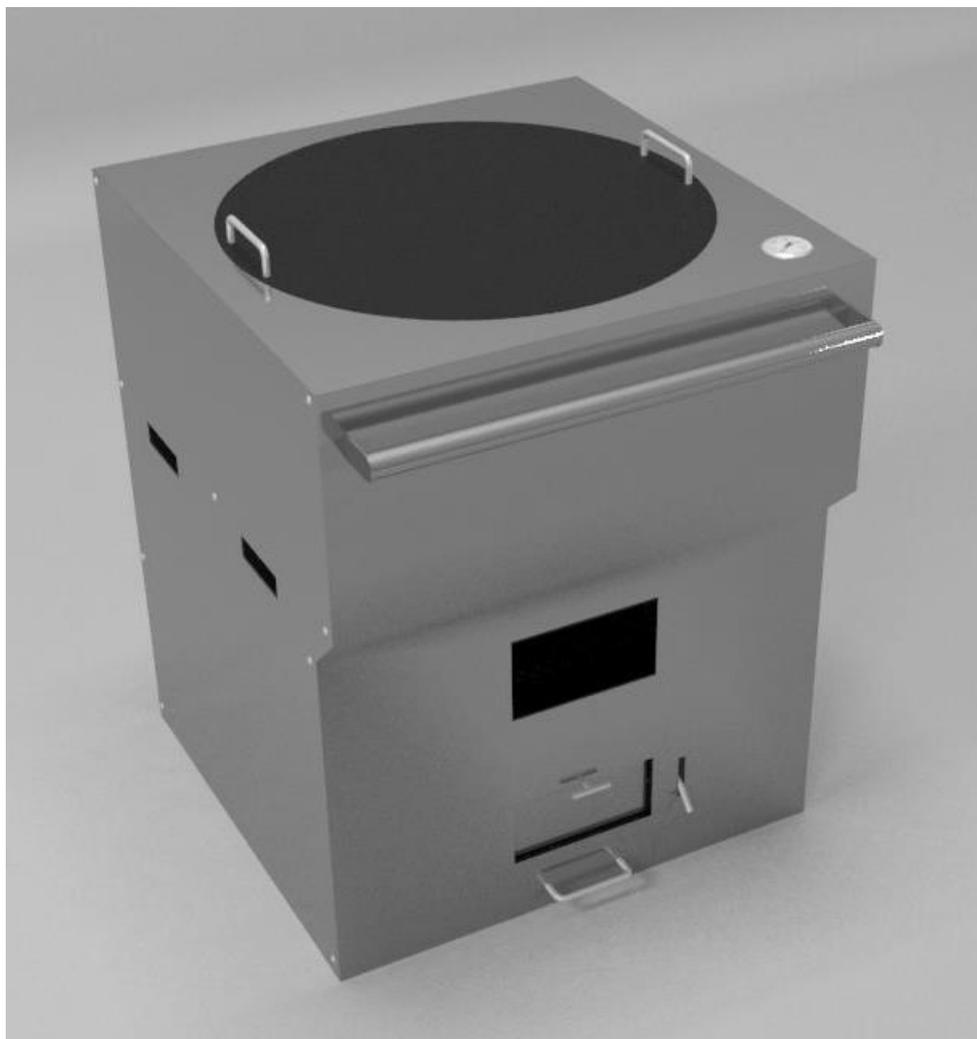


Figura 173. Módulo

El primer módulo al igual que el segundo y tercero está constituido por 4 capas. Una exterior que recubre con chapa de acero inoxidable al objeto además del quemador que va por encima. Una capa interna que hace de esqueleto y soporta todo el objeto. Otra capa más interna es el aislamiento de fibra cerámica que recubre a la capa más interior la cual contiene en el caso de este módulo al sistema de combustión y estructuras internas como son el conducto de transferencia de calor que continua hacia el siguiente módulo.

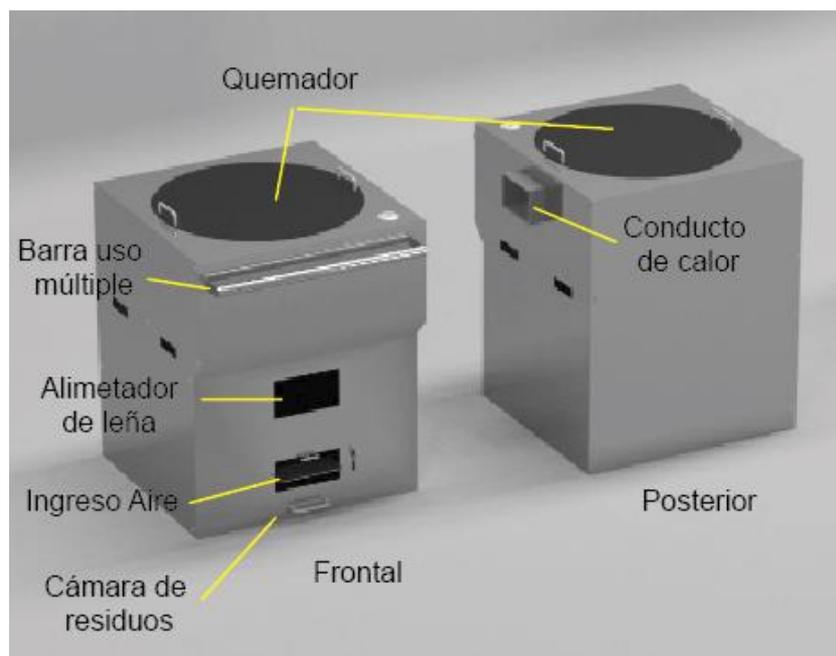


Figura 174. Componentes externos del módulo 1.

Los componentes externos del módulo son el quemador removible. Una barra de uso variado que puede servir para colgar toallas de cocina o utensilios. Como se ha mencionado anteriormente, en la cara frontal está el alimentador de leña, alimentador de aire junto con su regulador, cámara de residuos. En las caras laterales se encuentran orificios de agarre para transporte e instalación. Además, en costado derecho sobresale el conducto de transferencia de calor.

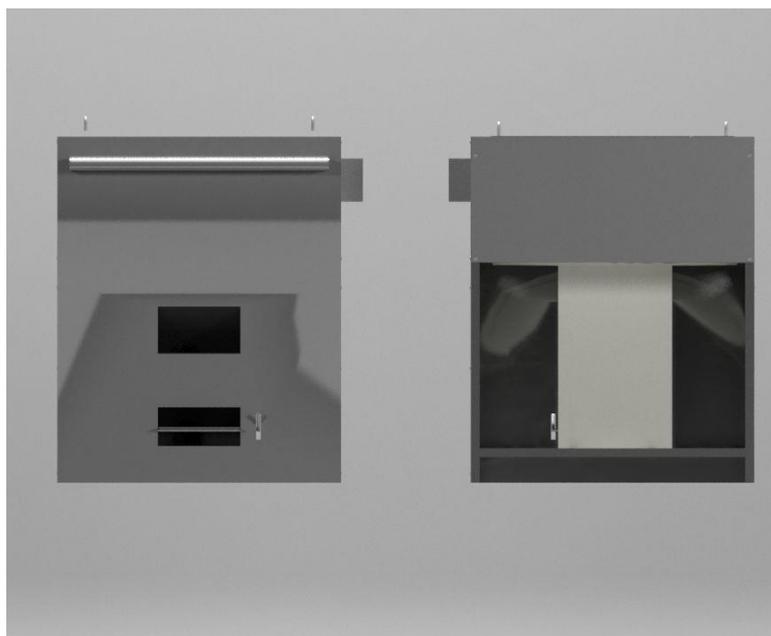


Figura 175. Módulo 1 vista frontal y posterior.

La cara posterior del módulo se mantiene parcialmente abierta en caso de que se necesite realizar mantenimiento

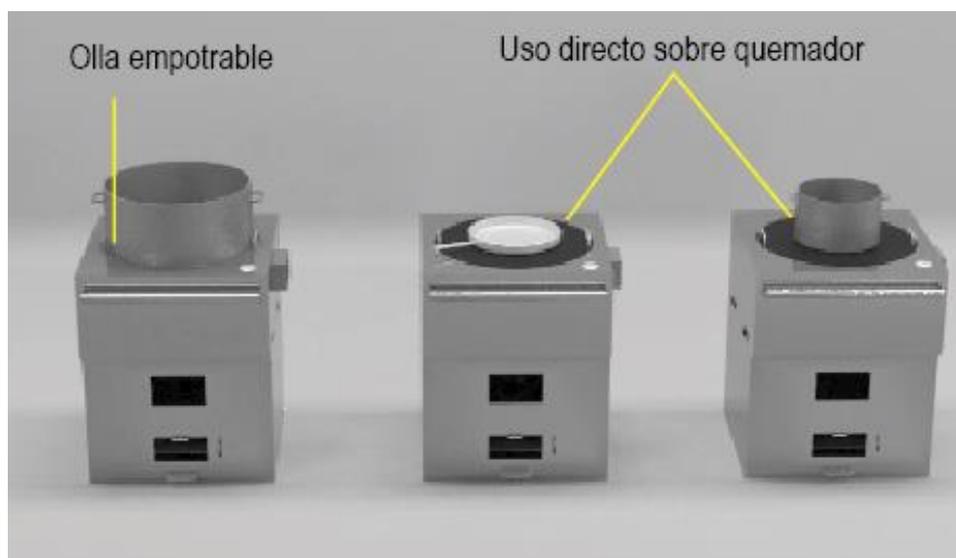


Figura 176. Versatilidad de uso de ollas/sartenes.

En todos los módulos se puede usar ollas o sartenes ya sea sobre el quemador o dentro del conducto. Para lo segundo hay que tomar en consideración que la olla que se introduzca debe ser del diámetro de 51 cm. Esta medida se basa en el estudio realizado en el comedor. Este tamaño puede variar dependiendo del usuario y se debe especificar antes de la producción.

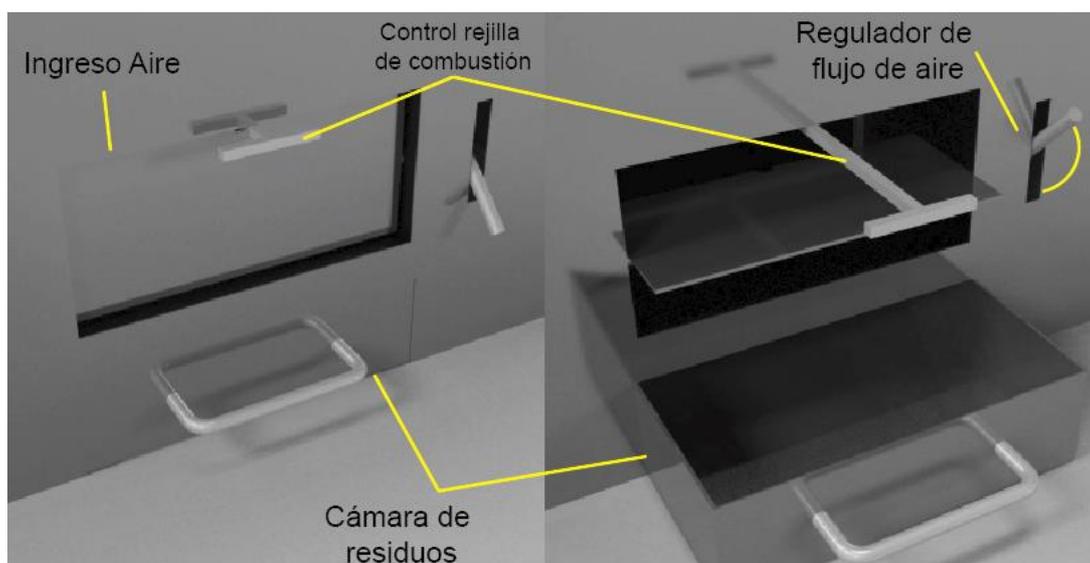


Figura 177. Detalle del alimentador de aire, regulador de paso de aire & cajón de residuos.

El alimentador de aire es un conducto que se conecta a la cámara de combustión. Al inicio del conducto se ubica un regulador de paso de aire. Este regulador permite el paso total o parcial de aire. Debajo del alimentador de aire está la cámara residual que se trata de un cajón que recoge los residuos de combustión.



Figura 178. Módulo 1, estructura externa e interna.

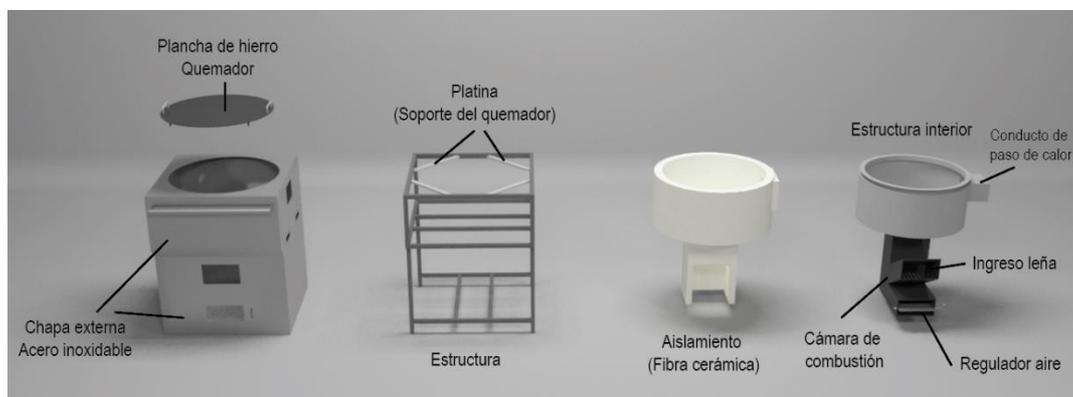


Figura 179. Despiece módulo 1.

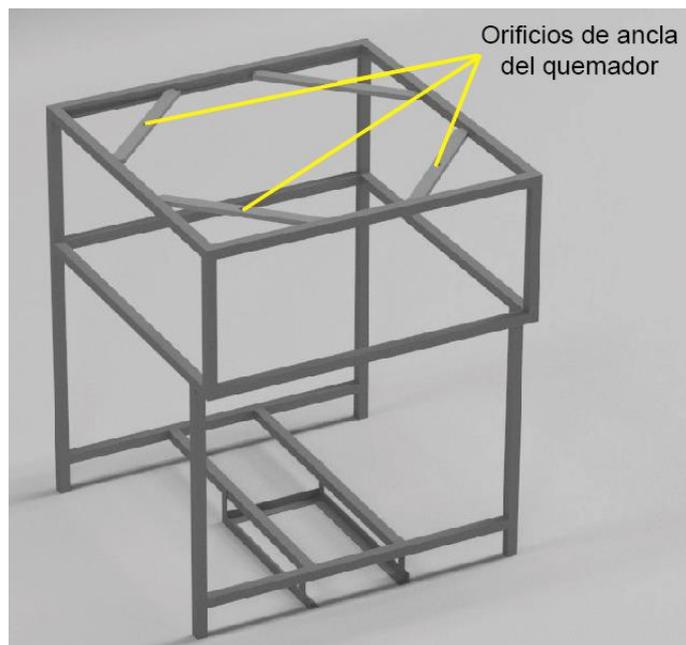


Figura 180. Módulo 1, estructura.

La estructura o esqueleto de todos los módulos está hecha en perfiles de acero de 2 cm x 2 cm. En la parte superior se ubican también 4 piezas que soportarán el peso del quemador y de la olla que se pose sobre el mismo.

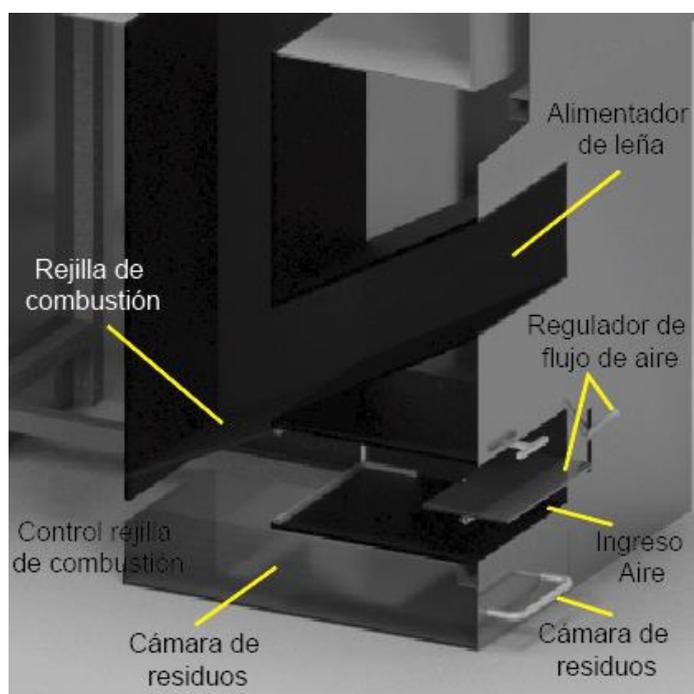


Figura 181. Corte transversal, detalle de alimentador de leña, aire, regulador de aire, rejilla de combustión & cajón de residuos.

Al fondo del alimentador de aire y leña, está una rejilla sobre la cual se soportará y combustiónará la leña. Esta rejilla está conectada por medio de varillas con una manija dentro del alimentador de aire. Esta manilla se puede remover para que en caso de que los residuos de leña se acumulen en la rejilla, al remover la rejilla caen directamente al cajón residual y evitando así un tapón de residuos.

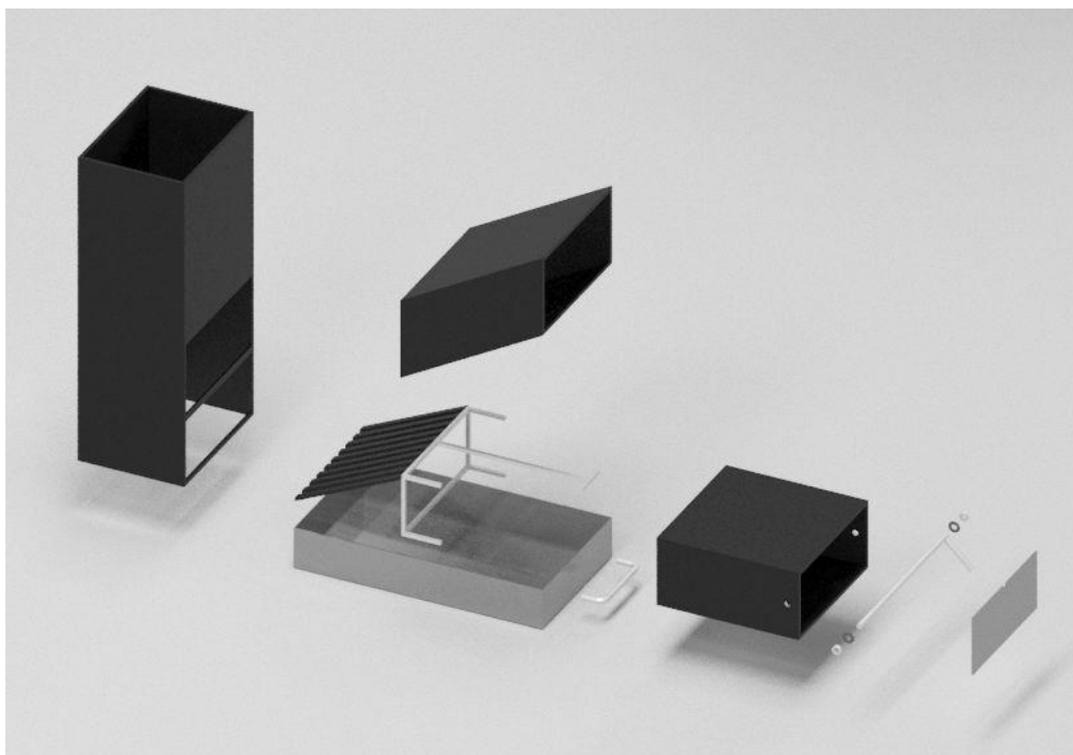


Figura 182. Despiece del sistema de combustión.

El sistema de combustión incorpora una pieza más removible que es la rejilla de combustión. Este componente se inserta por el conducto de ingreso de aire y tiene una inclinación descendente igual al del alimentador de leña.

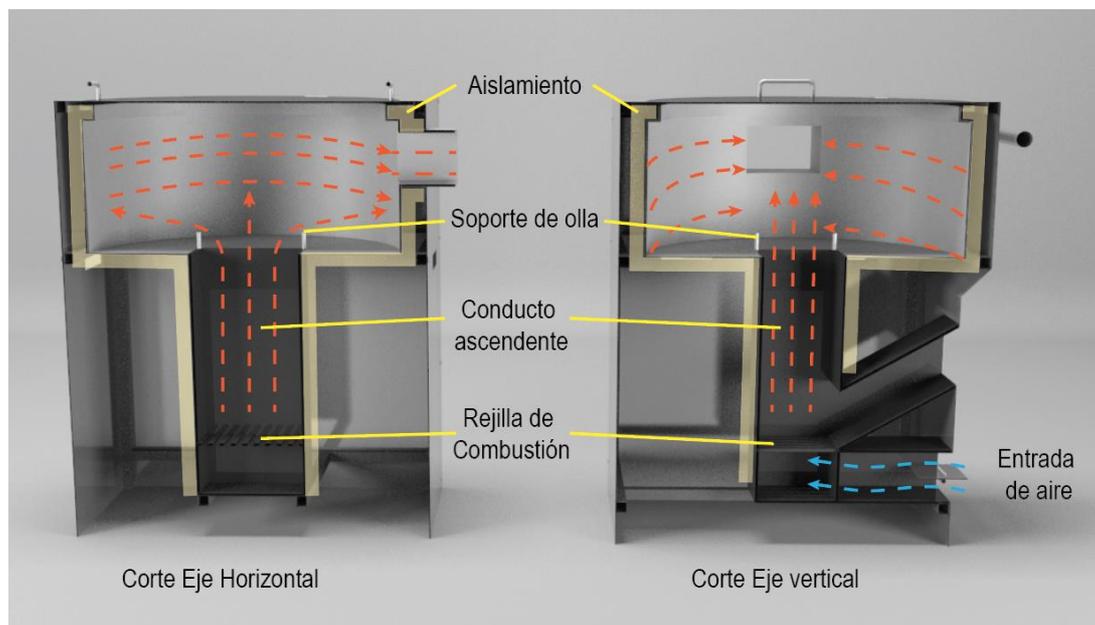


Figura 183. Corte interior del módulo 1, vistas frontal y lateral.

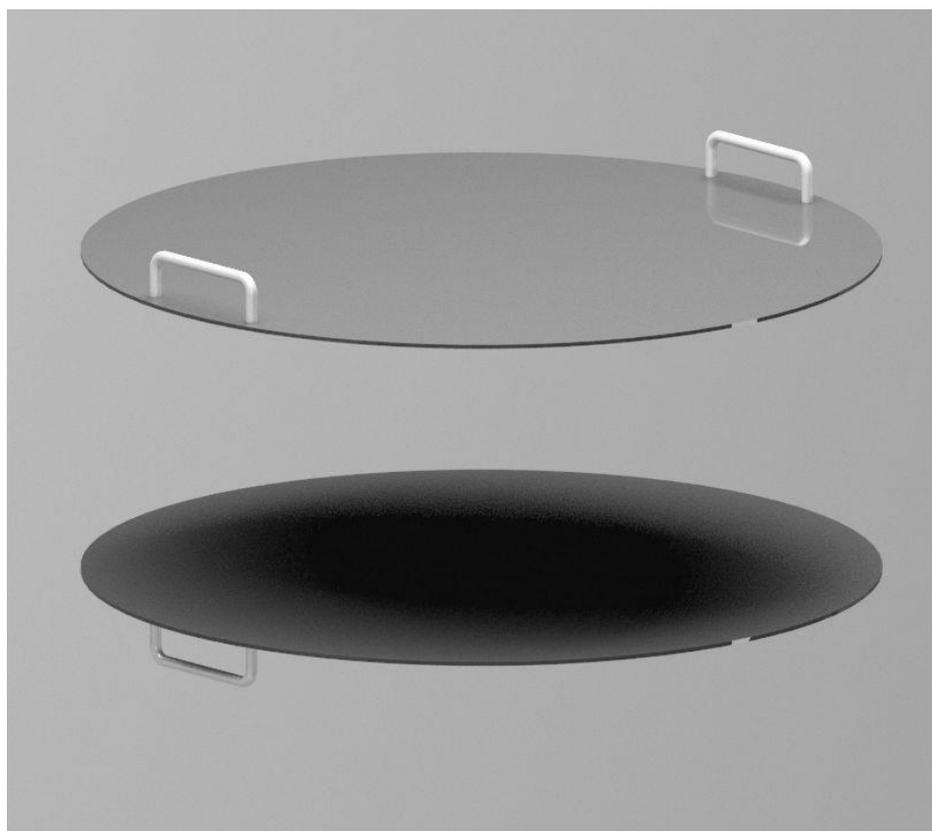


Figura 184. Plancha/quemador removible sin puntos de anclaje.

Se han suprimido las guías de anclaje del plato quemador puesto que no son necesarias. Este componente no va a estar en constante movimiento, una vez colocado se mantendrá en su lugar. Además, El uso de estas anclas puede demorar o entorpecer el anclaje por parte del usuario.

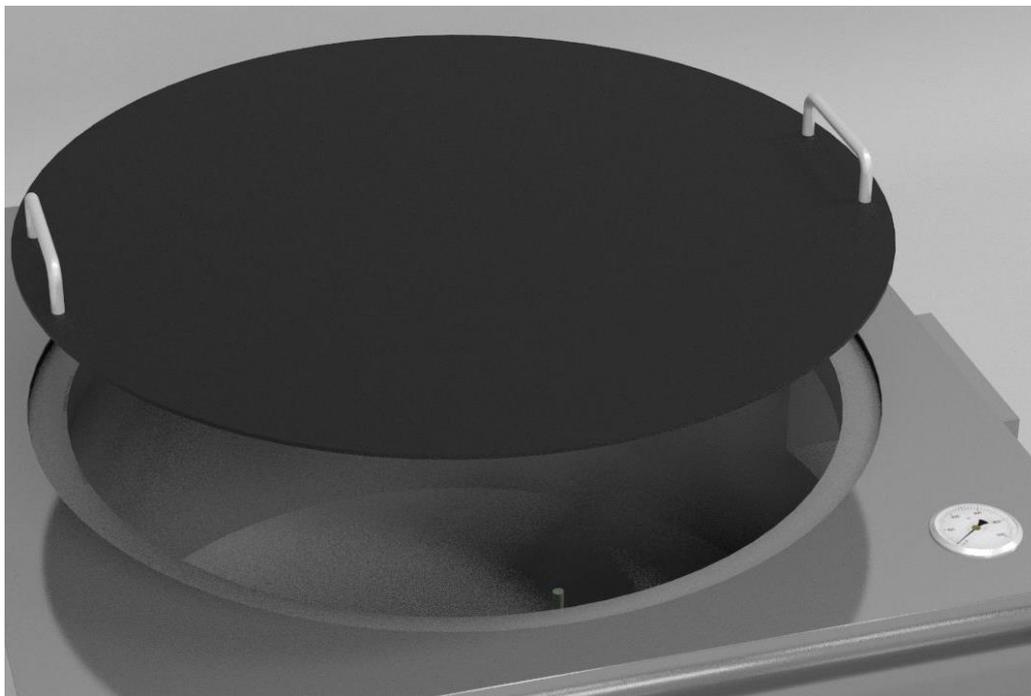


Figura 185. Plato quemador, sin guías de ancla.

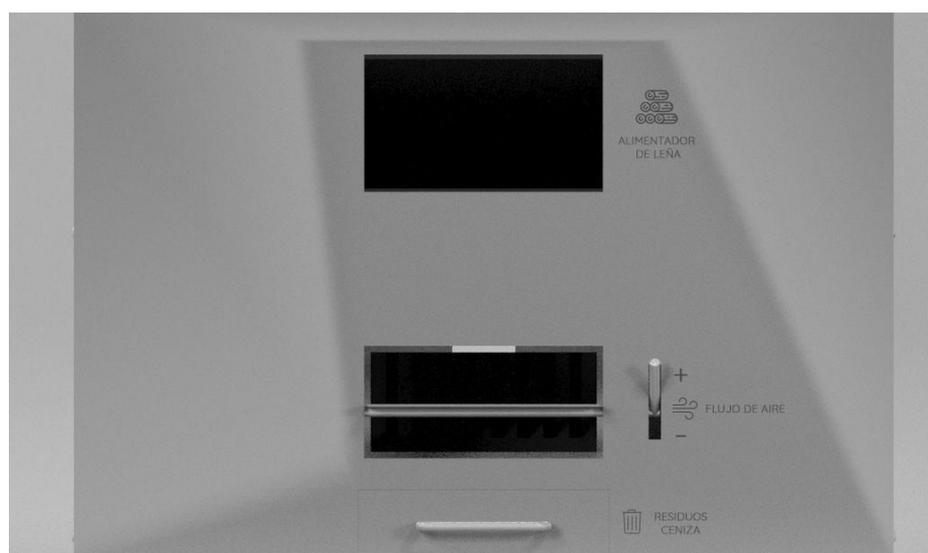


Figura 186. Señalización de alimentador de leña, alimentador de aire & cámara de residuos.

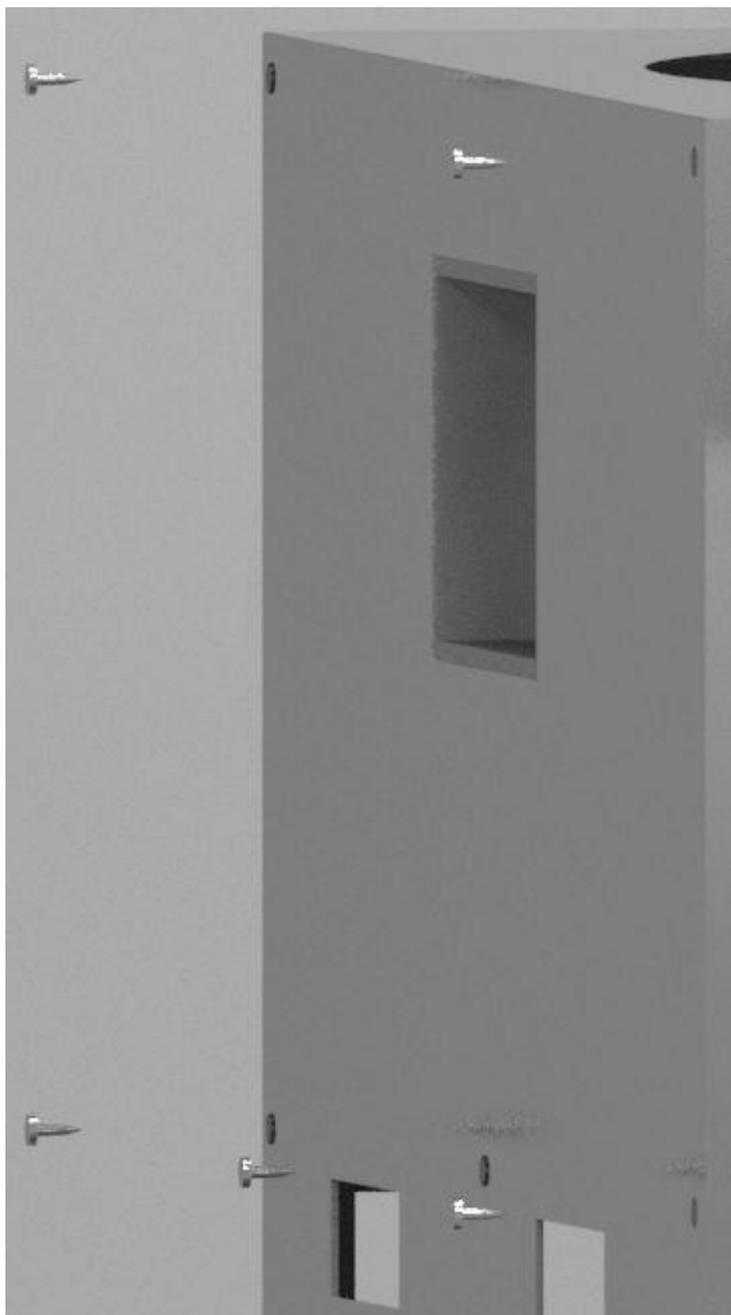


Figura 187. Remaches.

Las caras de acero inoxidable se fijan a la estructura mediante remaches de cabeza plana.

Módulo 2

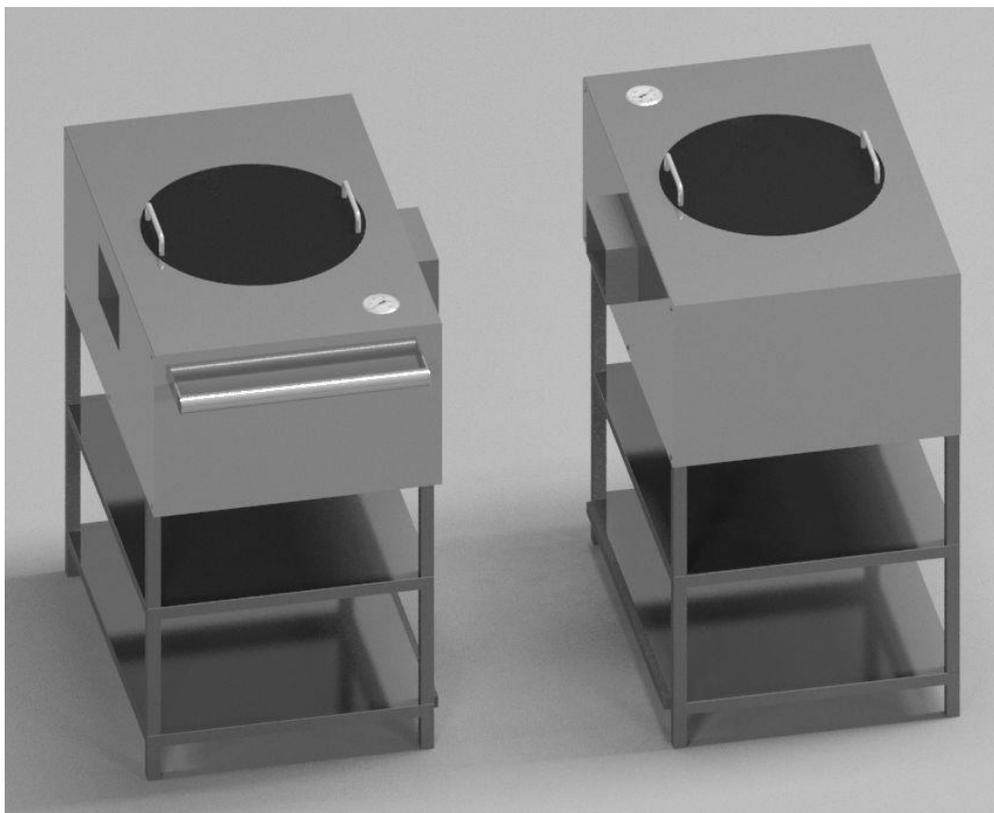


Figura 188. Módulo 2 vista de frente y posterior.

El módulo 2 es de menor tamaño que el 1. Además, no posee una cámara de combustión puesto que el flujo residual del módulo 1 es suficiente para calentar el quemador u ollas que se inserte. A diferencia del resto de módulos, este presenta en su parte inferior espacios libres que se puede usar para almacenar leña o artículos de cocina, así como para colocar el quemador en caso de ser removido.

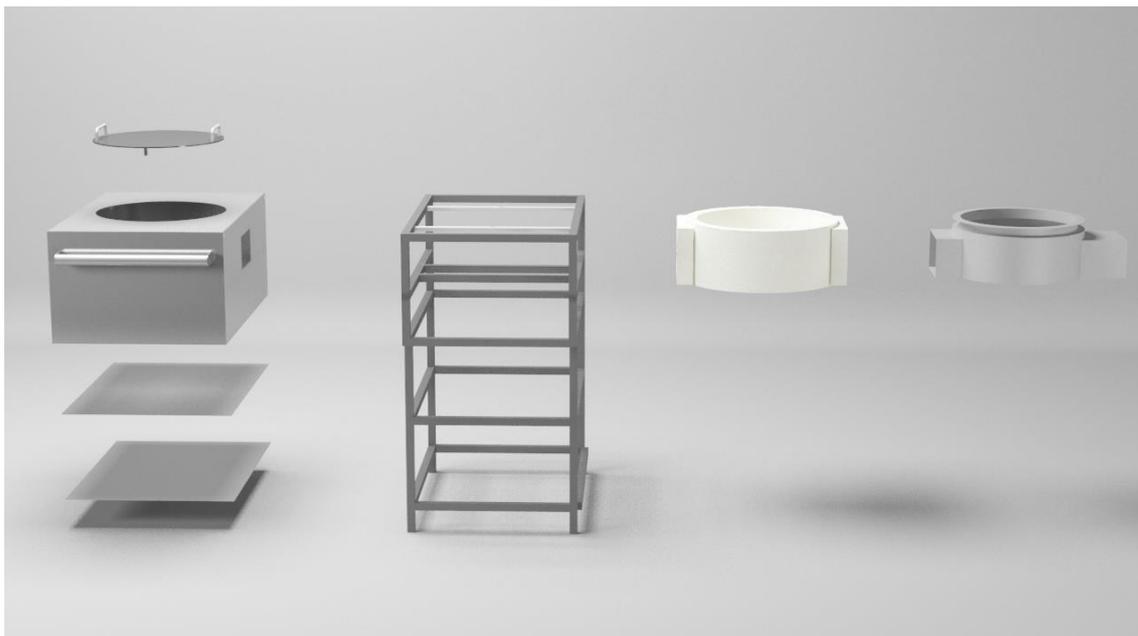


Figura 189. Despiece Módulo 2.

Al igual que el módulo 1, el segundo módulo tiene 4 capas que son el recubrimiento exterior con chapas de acero inoxidable, esqueleto o estructura interna, la capa de aislamiento de fibra cerámica y la capa de estructura interna que es el conducto de transferencia de calor que alberga un espacio donde se puede empotrar una olla.

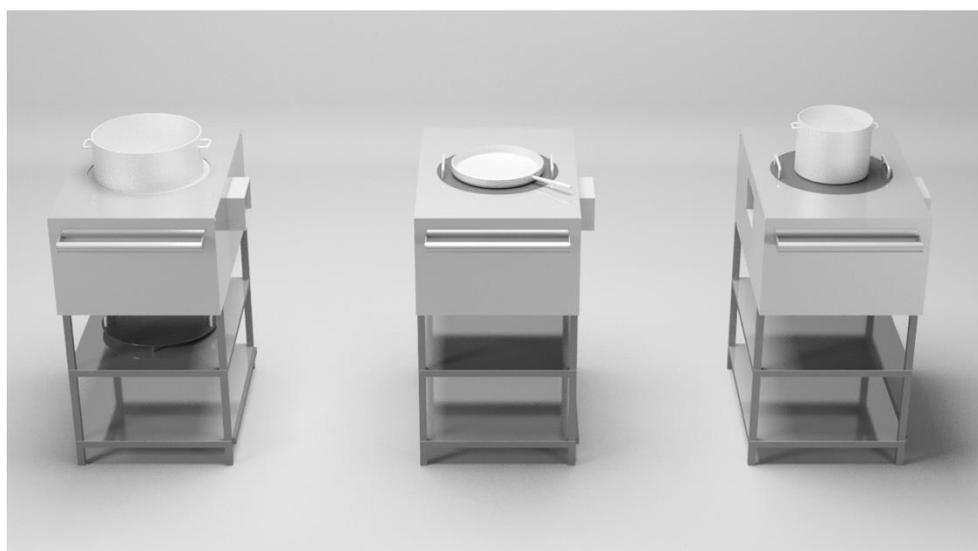


Figura 190. Módulo 2 uso de olla insertada & sartén sobre quemador.

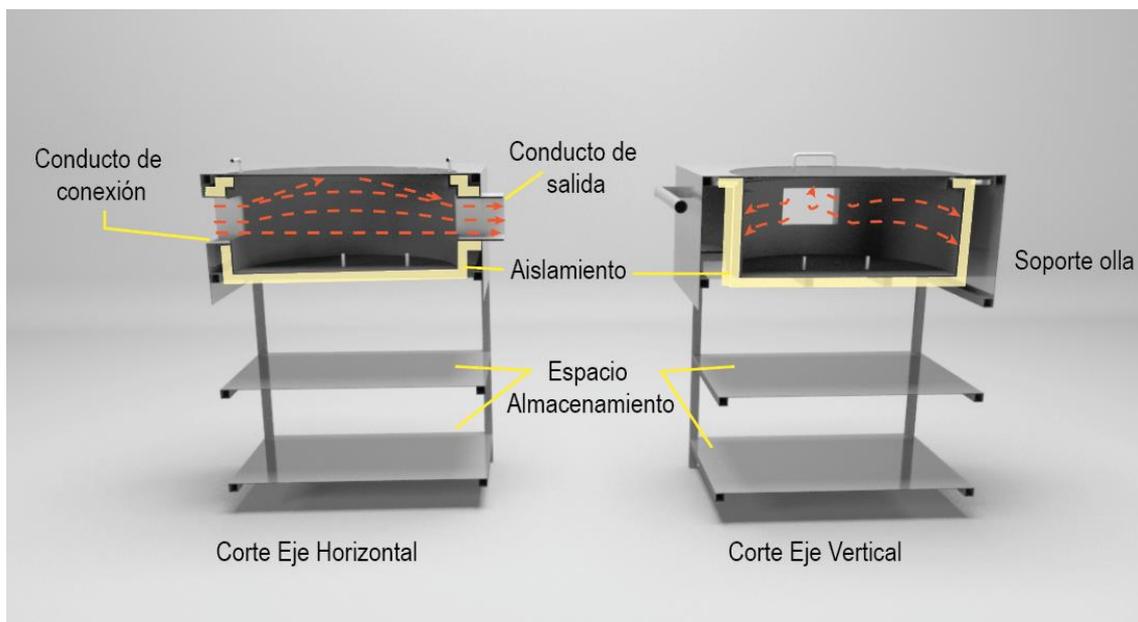


Figura 191. Módulo 2, flujo de calor.

El flujo de calor proveniente del módulo 1 pasa por una cavidad en la cual choca con el quemador o bordea la olla que se encuentre insertada. Seguido a esto, el flujo se dirige hacia el conducto de salida para continuar hacia el módulo 3 o 4.

Módulo 3

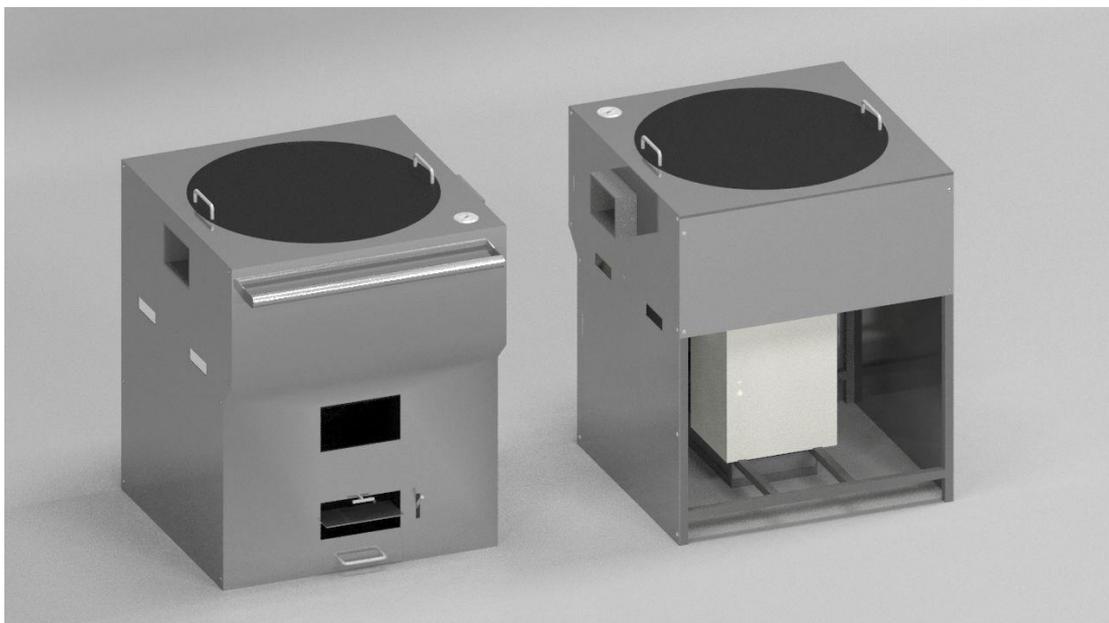


Figura 192. Módulo 3, vista frontal y posterior.

Este módulo es similar al primero puesto que mantienen las mismas dimensiones y componentes. La única variación es el conducto de conexión ubicado en la cara izquierda.

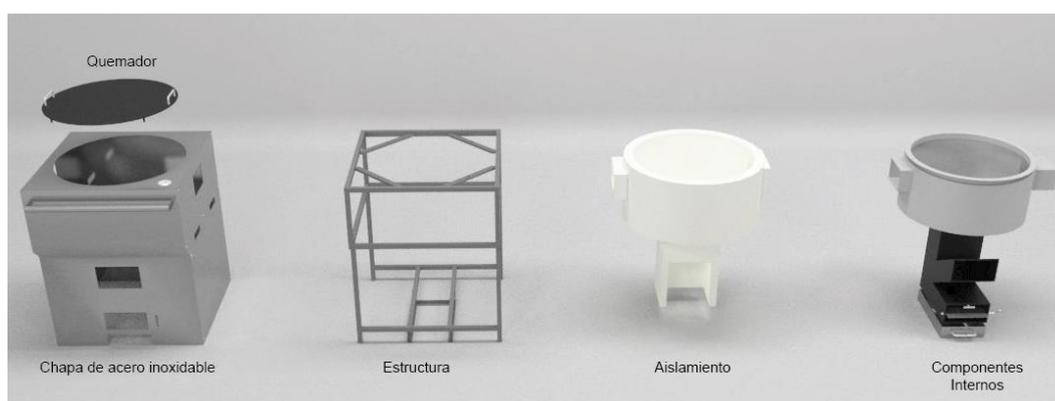


Figura 193. Despiece módulo 3.

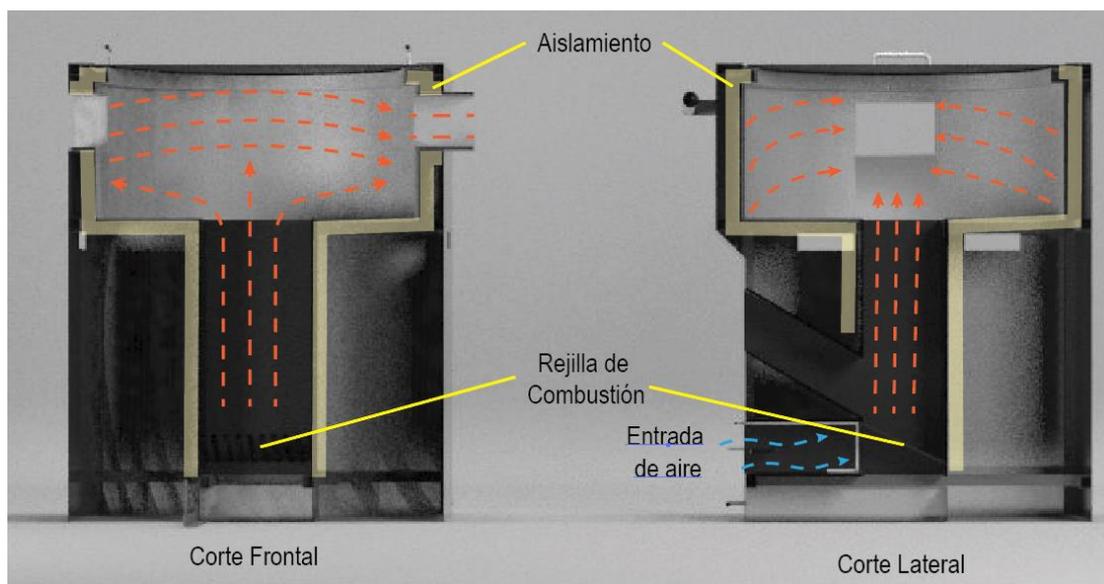


Figura 194. Módulo 3, corte de vistas frontal y lateral.

El flujo de calor en este módulo es una combinación de lo que sucede en los módulos anteriores. Aunque, el calor residual entrante no es suficiente para calentar el interior de este módulo. Por ello la segunda cámara de combustión de este módulo hace le mismo trabajo que en el primer módulo. Además, asegura el paso de flujo de calor hacia el intercambiador de calor dentro de la chimenea.

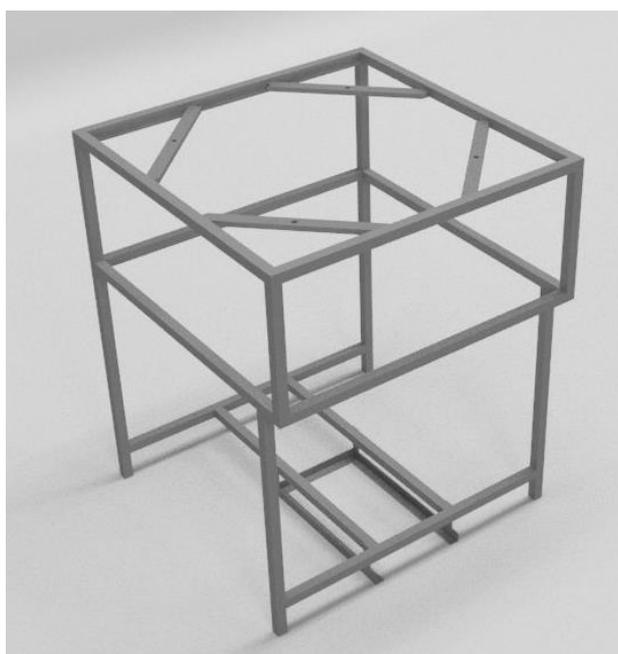


Figura 195. Módulo 3, estructura.

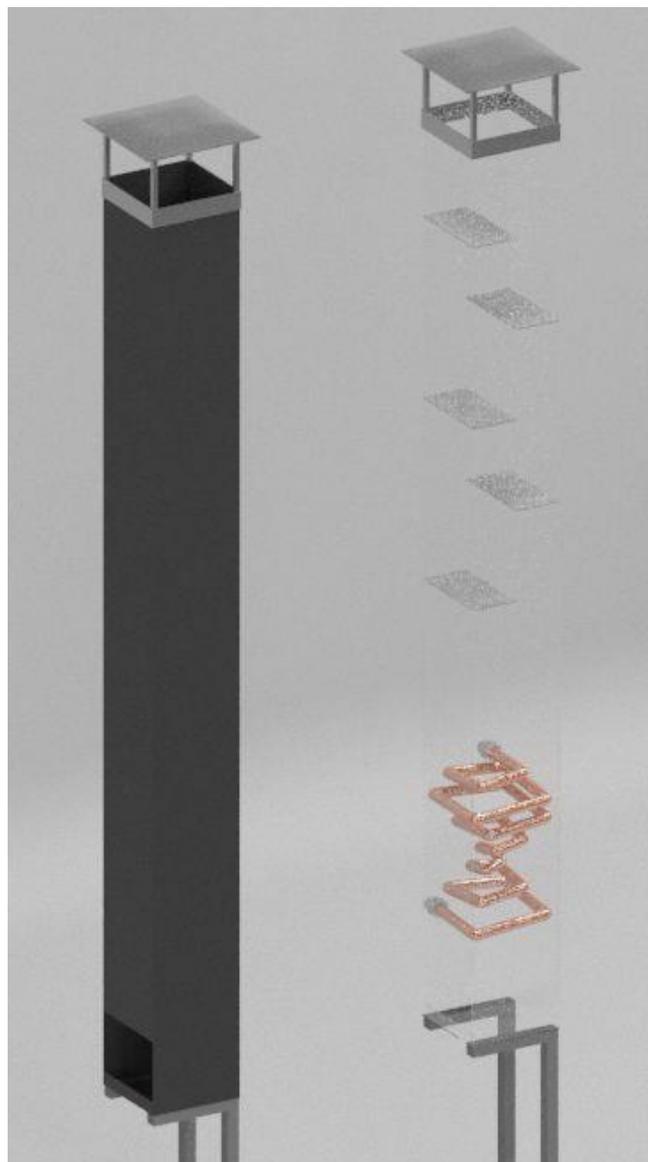
Módulo 4

Figura 196. Propuesta mejorada módulo 4

Intercambiador de Calor

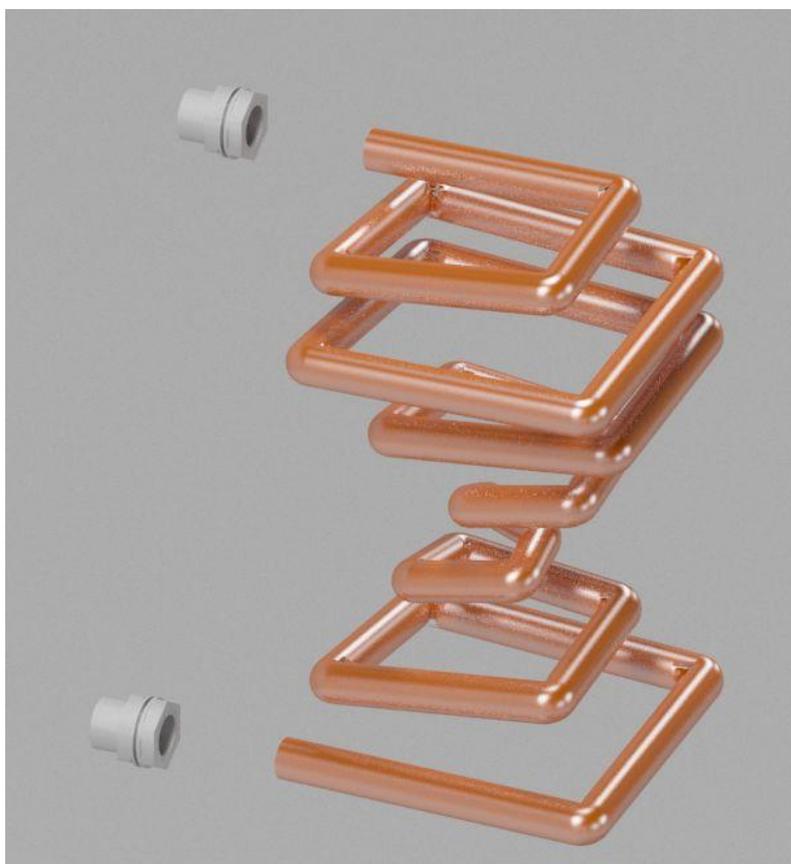


Figura 197. Intercambiador de calor/Calentador de agua.

La forma de este intercambiador garantiza que cuando el calor impacte a la tubería de cobre y el agua en su interior se caliente, ésta ascienda y no haya el riesgo de que pueda fluir en la dirección contraria.

Termosifón

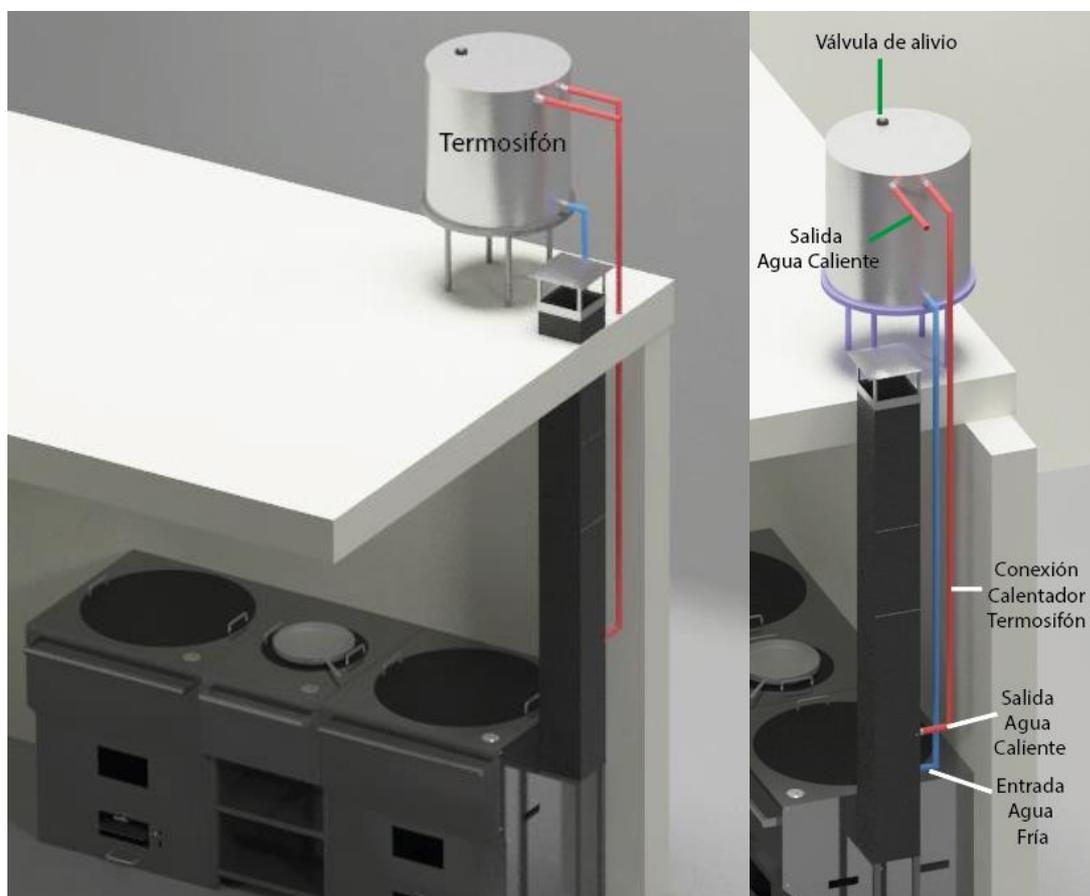


Figura 198. Diagrama de termosifón.

Tomando en cuenta la sugerencia de Miguel Torske, se plantea que el sistema de calentamiento de agua no se conecte directamente a la tubería de agua caliente, sino que tenga conexión con un termosifón. La razón para esto es para reducir riesgos de en caso de sobrecalentamiento de agua en el interior del intercambiador. Así, el termosifón es un tanque que alberga agua. Cuando se activa el calentador de agua, el flujo caliente tiende a ascender, y es así que se dirige hacia el termosifón y se ubica en la porción superior. La porción inferior se mantiene fría y es aquí donde se toma el agua que baja hacia el intercambiador.

En realidad, es un circuito, mientras el agua caliente sale del intercambiador se va acumulando en el termosifón. Del termosifón sale la tubería para el agua

caliente de la vivienda. Entonces mientras se usa el agua caliente en el termosifón ingresará agua fría que circulará hacia el intercambiador de calor.

En caso de que no se esté usando el agua caliente, y la estufa esté funcionando, el intercambiador seguirá enviando agua caliente al termosifón y se puede dar que toda el agua en el interior del cilindro se caliente. Para ello se coloca una válvula de alivio en la parte superior del tanque que expulsa el vapor de agua que se puede generar en el interior.

Capacidad

La capacidad del termosifón depende de la cantidad de personas que habiten en el hogar. En el caso del comedor, se encuentra únicamente la hermana Gracia Loaiza, sin embargo, recibe cada mes a 1 o 2 personas de su misión. Por ende, la capacidad del tanque debe servir para al menos 3 personas.

Tabla 15.

Capacidad de tanque para calentador de agua según el número de miembros del hogar. Tomado de (Publicitec, 2018)

Tipo de vivienda	Estudio/1 hab.			2 hab.		3 hab.		4 hab.		
Equipamiento		 		  	   	   	   	   		
Ocupación						 	 	 	 	  
Capacidad recomendada	15 a 30 L	30 a 50 L	50 a 75 L	75 a 100 L	75 a 100 L	100 a 150 L	150 a 200 L	200 L	200 a 250 L	300 L

8.6 Relación Usuario – Producto

El usuario interactúa con el producto de varias maneras en los quehaceres de cocina.



Figura 199. Relación usuario-producto.



Figura 200. Relación usuario-producto.

Para colocar la leña, encender la cámara de combustión, regular el paso de aire y remover las cenizas, el usuario debe adaptar una postura inclinada o en cuclillas. Estas acciones pueden variar según el uso que el usuario le dé al producto. Si se planea usar el producto por varias horas, el usuario deberá alimentar de leña para mantener una combustión constante. En cuanto a la regulación de ingreso de aire, dependerá del usuario. Por último, los residuos se retirarán al final de la jornada de labor en la cocina.



Figura 201. Relación usuario-producto.

8.7 Costos

Tabla 16.

Cotización de costos para producción de 10 unidades. (Dipac, 2018)

Material	Especificaciones	Cantidad	Valor Unidad	Total
Plancha Acero inox	Espesor 2 mm 1220 x 2440 cm	27	87	2349
Plancha acero galvanizado	Espesor 1,2 1220 x 2440 cm	27	30	810
Perfil estructural acero	2x2 cm longitud 6 m	50	5	250
Varilla acero	Espesor 6mm longitud 6 m	3	15	45
Platina acero	Espesor 3 mm Longitud 6 m	3	15	45
Suelda 6011		60 kg	6	360
Varilla cuadrada acero	9x9 mm Longitud 6m	3	7	21
Tubo cuadrado acero	15 x15 cm Espesor 3 mm Longitud 6m	2	87	216
Tubo redondo acero	Diámetro 2 cm Longitud 6m	2	17	34
Perno auto perforante	1/2 " 100 unidades	2	5	10
Plancha hierro	Espesor 3 mm	4	87	348
Fibra Cerámica	Espesor 1" Longitud 7 m	4	78	312
Tubería Cobre	Diámetro ½ " Longitud 6 m	3	27	81
Tol	Espesor 1, 32 mm Plancha	6	22	132
Termómetro horno	Acero inox	10	6	60
Total 10 unidades				\$ 5,073
Descuento 10%				507.3
Total x unidad				\$ 456.57

Tabla 17.

Costos de mano de obra.

Otros	Descripción	Cantidad	Valor Unidad	Descuento 15%	Total
Mano de obra por sistema Fabricante	Soldadura, corte, doblez, armado de producto	10	110	16.5	93.5

Marco Vintimilla (Metal mecánico)					
Mano de obra Instalación de chimenea y calentador de agua	Modificaciones de tubería, salida chimenea exterior, conexiones tubería con calentador de agua y termosifón.	1	120 (aproxima do)		120

Tabla 18.

Cálculo de costos por unidad (Sistema completo).

Costo de Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Instalación Chimenea & Calentador de agua	Total por unidad
456.57	93.5	120	670.07

Tabla 19.

Cálculo de costos por unidad (Módulo 1).

Costo Fabricación Módulo 1			
Estructura	Recubrimiento	Componentes Internos	Total
70	95	160	325

Tabla 20.

Cálculo de costos por unidad (Módulo 2).

Costo Fabricación Módulo 2			
Estructura	Recubrimiento	Componentes Internos	Total
40	40	55	135

Tabla 21.

Cálculo de costos por unidad (Módulo 3).

Costo Fabricación Módulo 3			
Estructura	Recubrimiento	Componentes Internos	Total
70	90	160	325

Tabla 22.

Cálculo de costos por unidad (Módulo 4 e instalación).

Costo Fabricación Módulo 4				
Estructura	Recubrimiento	Componentes Internos	Instalación (Todo el sistema)	Total
12	51	35	120	218

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

Se ha hecho una investigación de casos y teorías en que se han implementado sistemas de cocinas mejoradas de comunidades que se encuentran en condiciones similares a las del presente proyecto.

Fruto de esta investigación se ha diseñado un producto que sirve tanto para cocinar alimentos como para calentar agua y almacenarla. Además, dado al tamaño del espacio interior, en el que se colocará la olla, éste se puede usar como horno.

El diseño realizado se basa en teorías comprobadas que garantizan la disminución de problemas de salud y riesgos por quemaduras, disminución del consumo de leña, eficiencia de combustión de leña, seguridad y confort.

Expertos en el tema de cocinas mejoradas han revisado las propuestas realizadas y han dado alternativas para que el diseño final del producto pueda ser más eficiente y óptimo.

Finalmente, se ha desarrollado un sistema modular de estufa que incorpora un sistema de calentamiento de agua. Los módulos de este producto pueden variar en orden, pero manteniendo siempre un módulo base y un módulo de cierre.

9.2 RECOMENDACIONES

Se puede ampliar el sistema para que además de su uso de cocina, generar agua caliente, éste pueda generar energía eléctrica con la incorporación de un generador termo eléctrico.

Revisar longitud ideal de la tubería de cobre que actúa como intercambiador de calor para la obtención óptima de transferencia de calor hacia el termosifón.

En caso de que el usuario no requiera el uso de una olla de gran capacidad, el diseño del sistema pueda variar usando una sola placa/quemador de la dimensión que mejor se ajuste a sus necesidades de cocina.

El costo del producto es elevado para la capacidad económica de las familias del sector rural por lo cual se sugiere revisar un sustituto de materiales internos para abaratar costos de producción.

REFERENCIAS

- Accinelli, R. (2016) Efectos De Los Combustibles De Biomasa En El Aparato Respiratorio: Impacto Del Cambio A Cocinas Con Diseño Mejorado. *Rev. De la Sociedad Peruana de Neumología*.48(2),138-144
Recuperado en 10 de febrero de 2017 de:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/enfermedades_torax/v48_n2/Pdf/a06.pdf
- Milagros, E., & Díaz, A. (2015). La vivienda rural y la implementación de la cocina mejorada en la comunidad rural de Cumpayhuara, distrito de Caraz, provincia Huaylas–Ancash-2013. Recuperado en 05 de septiembre de 2016 de:
http://www.alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJF_f1c7e48f40590817a66447a4d23e1ed5
- Álvarez, H. (2011). *Estudio de cocinas mejoradas empleando leña y bosta como combustible*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica de Perú. Recuperado en 07 de septiembre de 2016 de:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/571>
- Bryden, M., Still, D., Scott, P., Hoffa, G., Ogle, D., Bailis, R., & Goyer, Ken (s,f). *Design Principles for Wood Burning Cook Stoves*. Cottage Grove, OR: Aprovecho Research Center. Recuperado en 25 de mayo de 2016 de:
<http://www.rocketstove.org/images/stories/design-principles-for-wood-burning-cook-stoves.pdf>
- Bryden, M., Still, D., Ogle, D., & MacCarty, N. (2005). *Designing improved wood burning heating stoves*. Cottage Grove, OR: Aprovecho Research Center. Recuperado en 04 de octubre de 2016 de:
http://www.aprovecho.org/?paybox_id=79

- Burschel, H., Hernández, A., & Lobos, M. (2003). *Leña: una fuente energética renovable para Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Gómez, A., Klose, W., y Rincón, S. (2008). *Pirolisis de Biomasa: Cuesco de palma de aceite*. Kassel: Kassel University Press.
- Herrera, J. (2010) *Fabricación y evaluación de la estufa T-LUD con diferentes tipos de combustibles*. (Tesis de grado) Universidad de Zamorano. Recuperado en 20 de enero de 2017 de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/539/1/IAD-2010-T011.pdf>
- Layseca, R. (2011). *Diseño, fabricación y pruebas de un calentador de agua portátil a leña hecho con materiales reciclables*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica de Perú. Recuperado en 08 de marzo de 2017 de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/577>
- Martínez, M. (2003) La demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: el caso de Guatemala. Recuperado en 05 de abril de 2017 de: <https://ideas.repec.org/a/col/000090/003898.html>
- Mccausland, A. (2013) *Working with principles for creating more efficient cooking stoves (Ethiopia)*. *Permaculture Research Institute*. Recuperado en 10 de mayo de 2017 de: <https://permaculturenews.org/2013/02/14/working-with-principles-for-creating-more-efficient-cooking-stoves-ethiopia/>
- Nogués, F. (2010). *Energía de la biomasa* (1.^a ed.). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

- Hernández, R., Collado, C., y Baptista, P. (1996). *Metodología de la investigación*. (6.^a ed.) México D.F: McGraw Hill/ Interamericana Editores.
- Soares, D. (2006). Género, leña y sostenibilidad: el caso de una comunidad de los altos Chiapas. *Economía, Sociedad y Territorio*. 5(21), 152-170.
- Still, D., Hatfield, M., & Scott, P. (2000) *Capturing Heat Two*. Cottage Grove, OR: *Aprovecho Research Center*. Recuperado en 28 de septiembre de 2016 de: http://weblife.org/capturing_heat/pdf/capturing_heat.pdf
- Vásquez, R. (26 de marzo de 2016) Cocinas ecológicas de leña para campesinos de Cotopaxi y Chimborazo. *Cotopaxi Noticias*.

ANEXOS

ANEXO 1

Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino



Figura 202. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, Comedor.



Figura 203. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, Entrada al comedor.



Figura 204. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, Entrada a la cocina y baño.



Figura 205. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, Espacio disponible para colocación del sistema.



Figura 206. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, comedor y niña de la comunidad.



Figura 207. Ollas de diferentes tamaños.



Figura 208. Cocina.



Figura 209. Cocina.

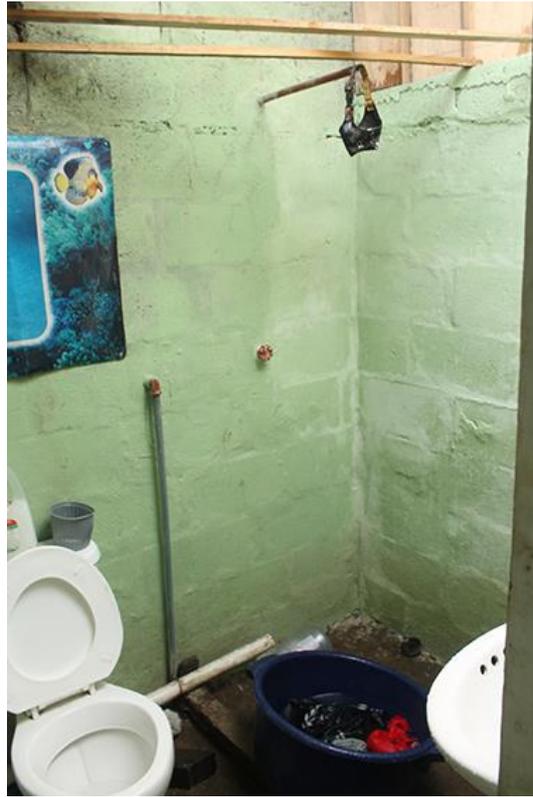


Figura 210. Baño.



Figura 211. Flores cultivadas en invernadero.



Figura 212. Invernadero.

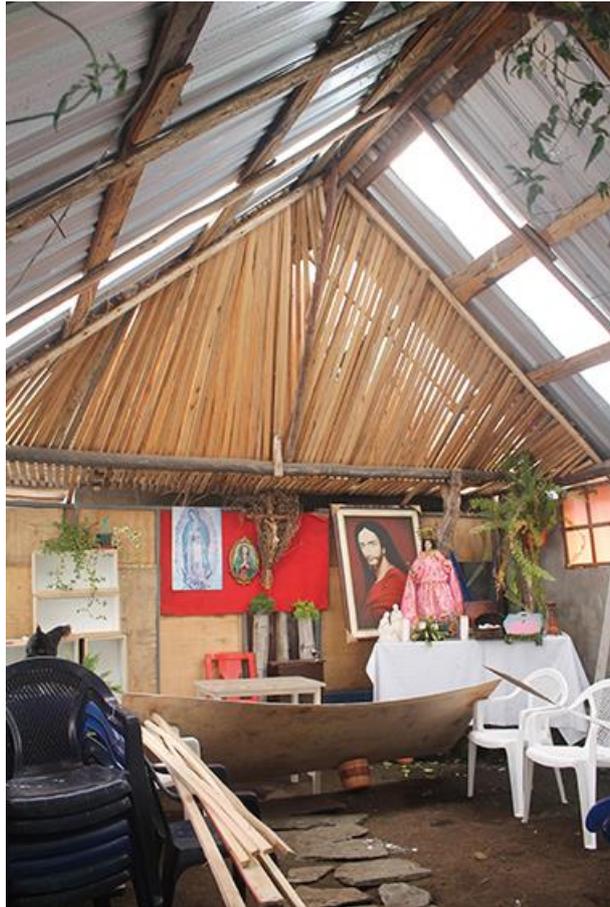


Figura 213. Capilla.



Figura 214. Instalaciones del Comedor Popular Jesús Peregrino, Habitaciones.

ANEXO 2

Piezas

Módulo 1

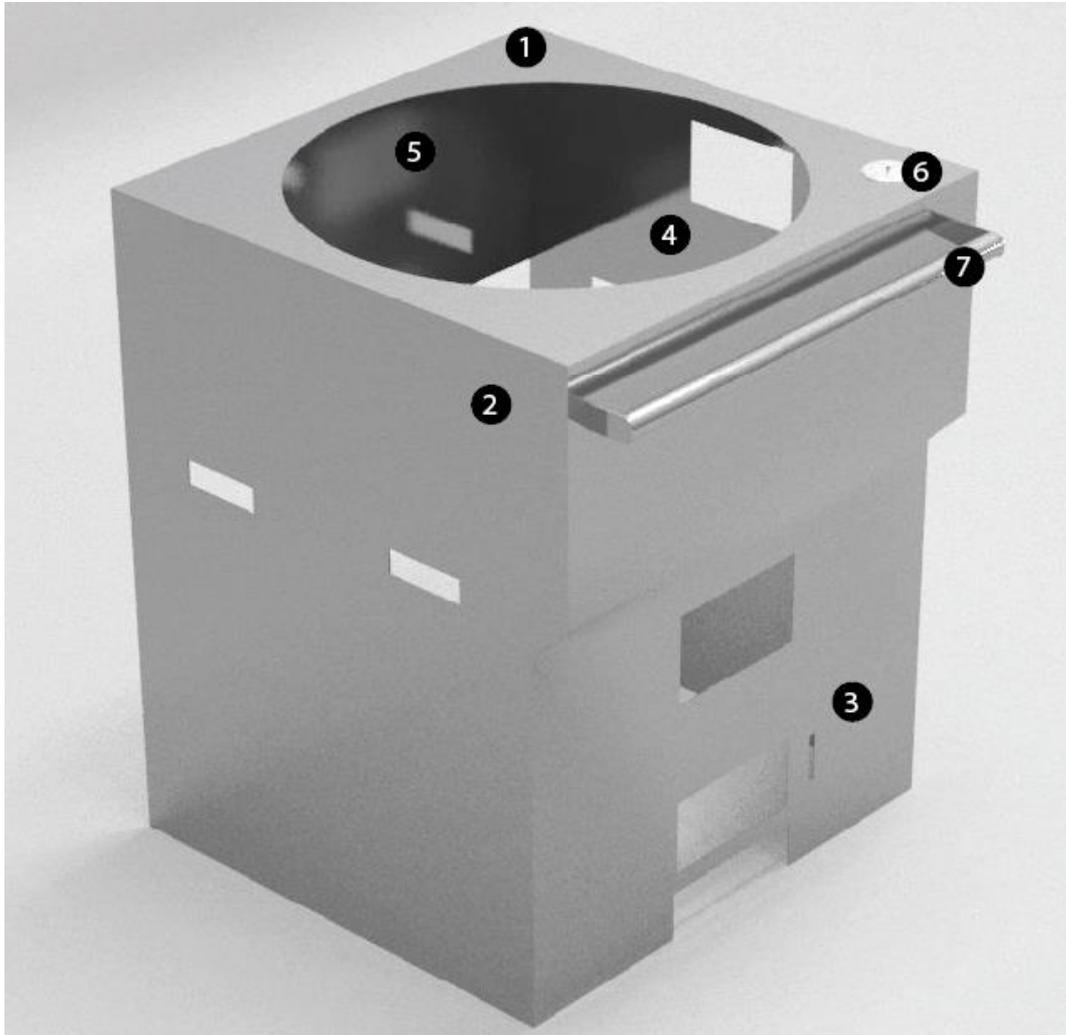


Figura 215. Módulo 1 cubierta exterior.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	65 x 65 cm	Acero inox 1,2 mm
2	1	65 x 80 cm	Acero inox 1,2 mm
3	1	65 x 86 cm	Acero inox 1,2 mm
4	1	65 x 80 cm	Acero inox 1,2 mm
5	1	65 x 29 cm	Acero inox 1,2 mm
6	1	D - 5 cm	Acero inox.
7	1	58 cm	Acero R 10 mm

Estructura

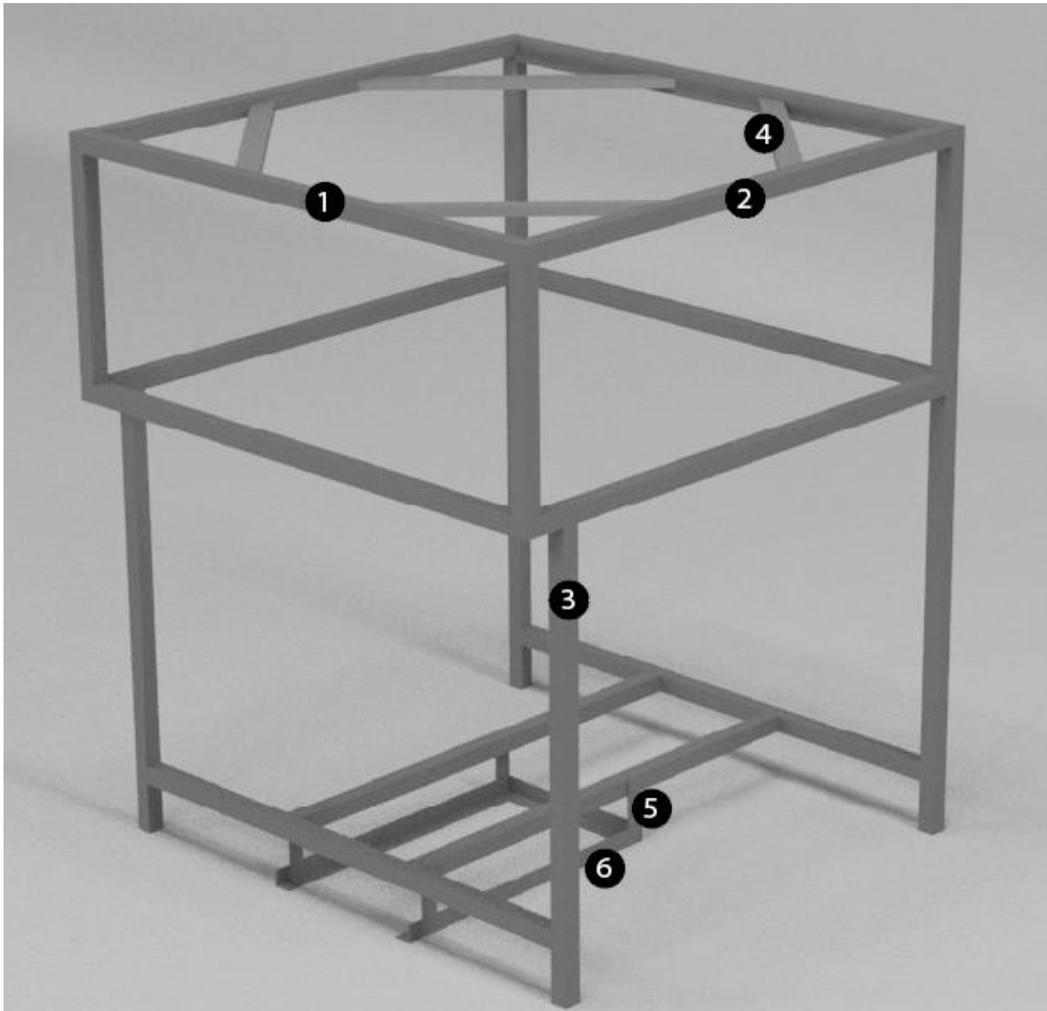


Figura 216. Módulo 1 estructura.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	8	61 cm	Perfil acero 2 cm
2	6	65 cm	Perfil acero 2 cm
3	2	51 cm	Perfil acero 2 cm
4	4	35 x 3 cm	Platina acero 3 mm
5	4	2 x 4 cm	Perfil acero 2 cm
6	2	35 x 2 cm	Perfil acero 2 cm

Componentes Internos

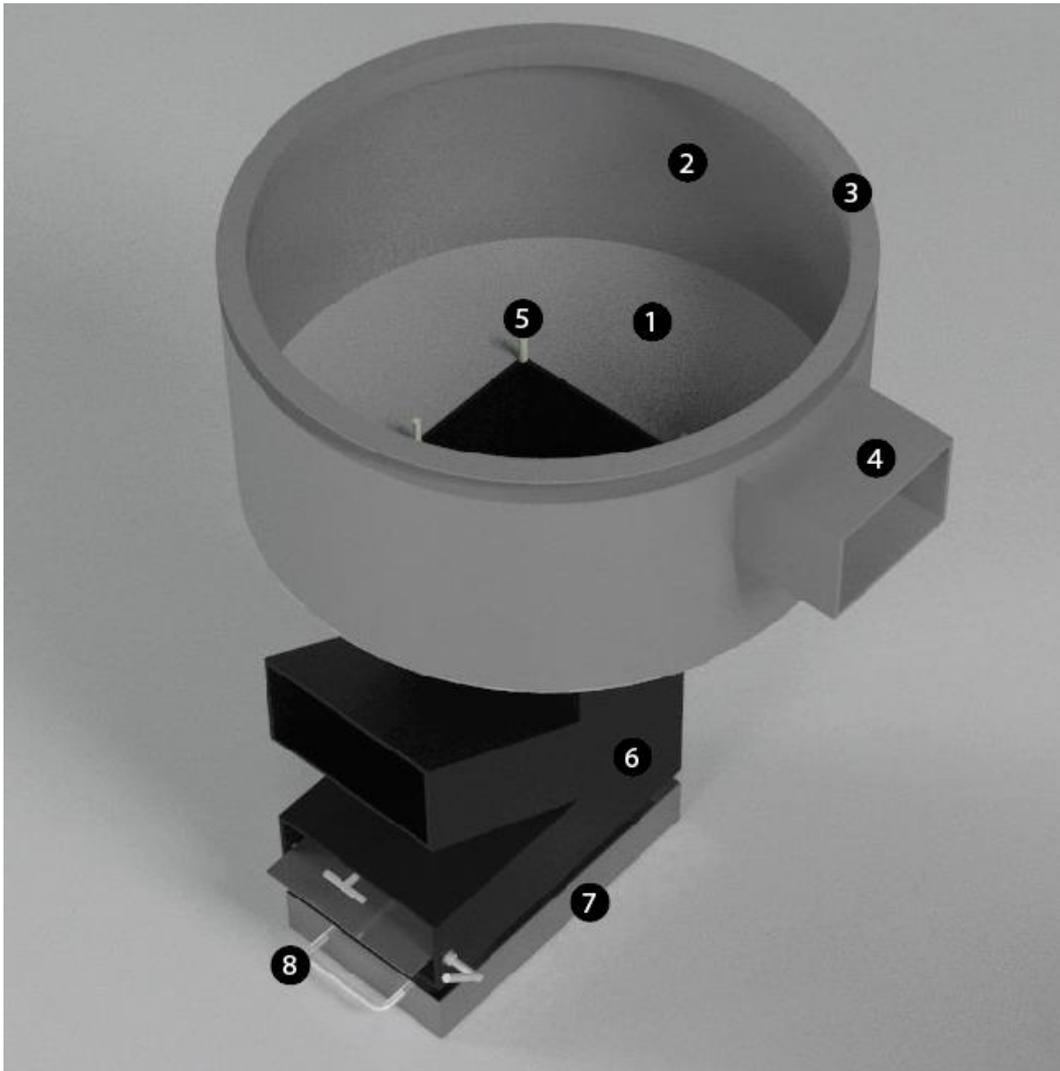


Figura 217. Módulo 1 componentes internos.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	R 27 cm	Acero inox 1,9 mm
2	1	170 x 25 cm	
3	1	R1 – 27, 5 cm R2- 25,5 cm	Acero inox 1,9 mm
4	1	15 x 10 x 10 cm	Acero inox 1,9 mm
5	4	3 cm	Varilla acero 5 mm

Módulo 2

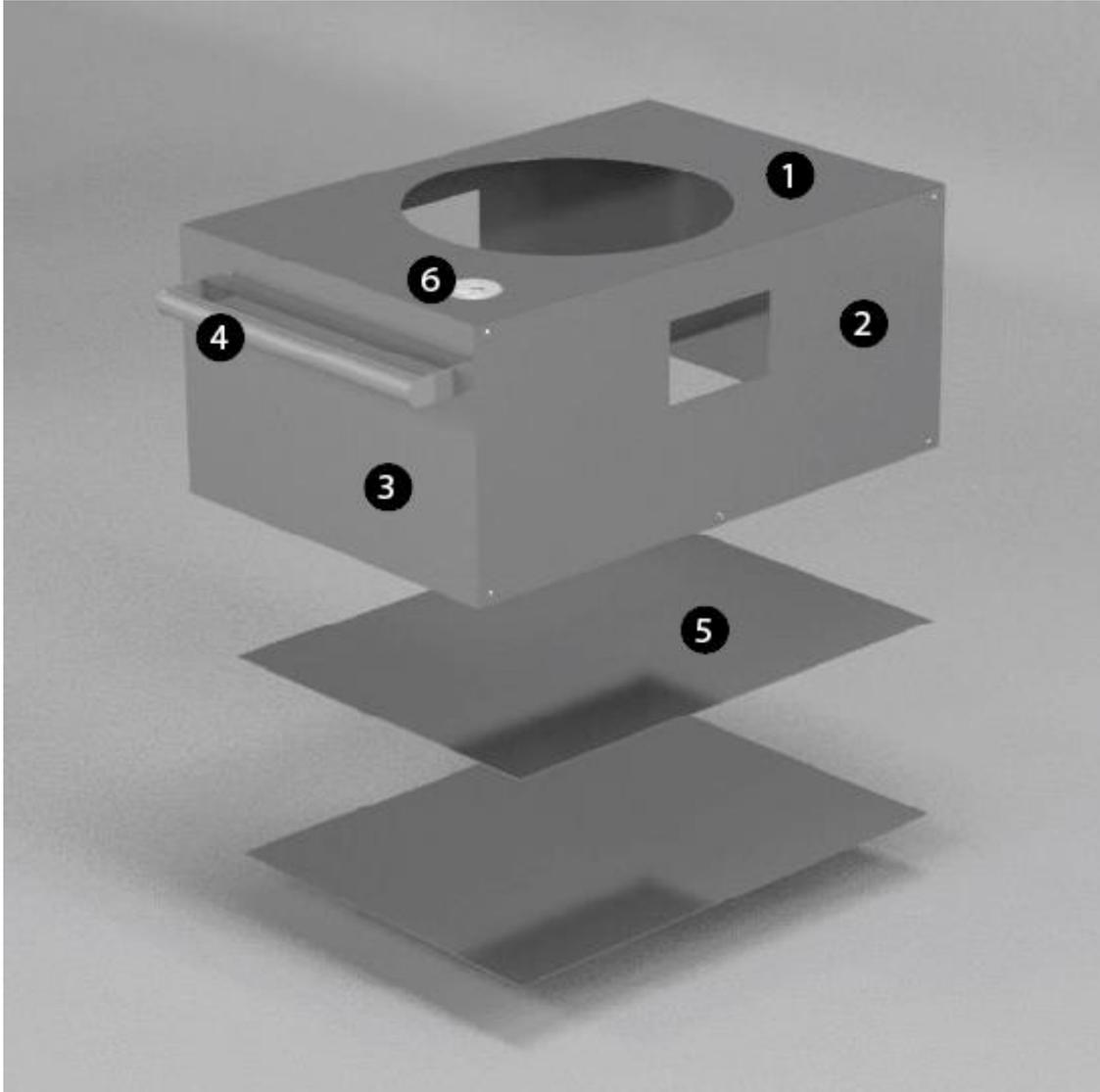


Figura 218. Módulo 2 cubierta exterior.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	44 x 65 cm	Acero inox 1,2 mm
2	2	65 x 29 cm	Acero inox 1,2 mm
3	2	44 x 29 cm	Acero inox 1,2 mm
4	1	38 cm	Acero R 10 mm
5	2	44 x 65	Acero inox 1,2 mm
6	1	R 5 cm	Acero inox.

Componentes Internos

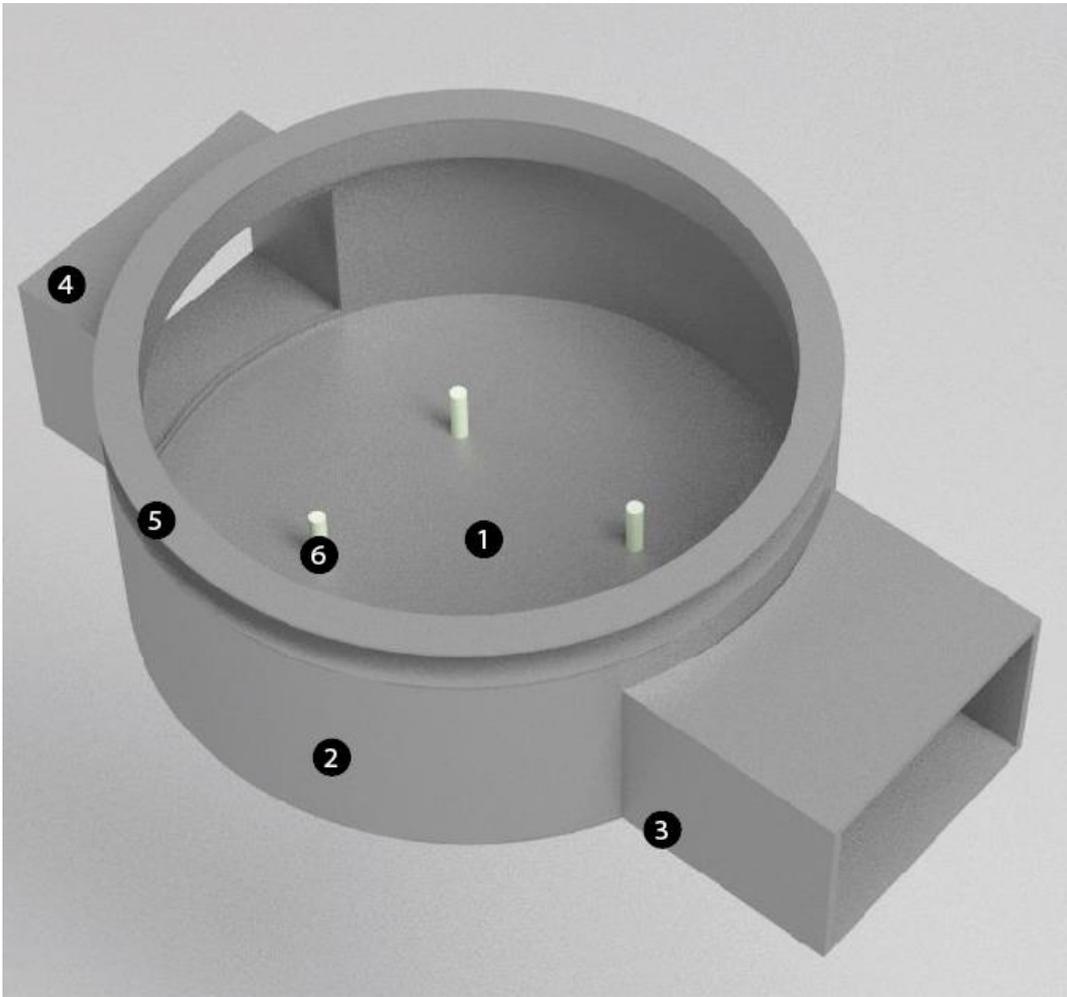


Figura 219. Módulo 2 componentes internos.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	R 17 cm	Acero inox 1,9 mm
2	1	107 x 17 cm	Acero inox 1,9 mm
3	1	15 x 10 x 10	Acero inox 1,9 mm
4	1	15 x 10 x 5	Acero inox 1,9 mm
5	1	R1 - 17 cm R2 - 15 cm	Acero inox 1,9 mm
6	1	3 cm	Varilla acero 5 mm

Estructura

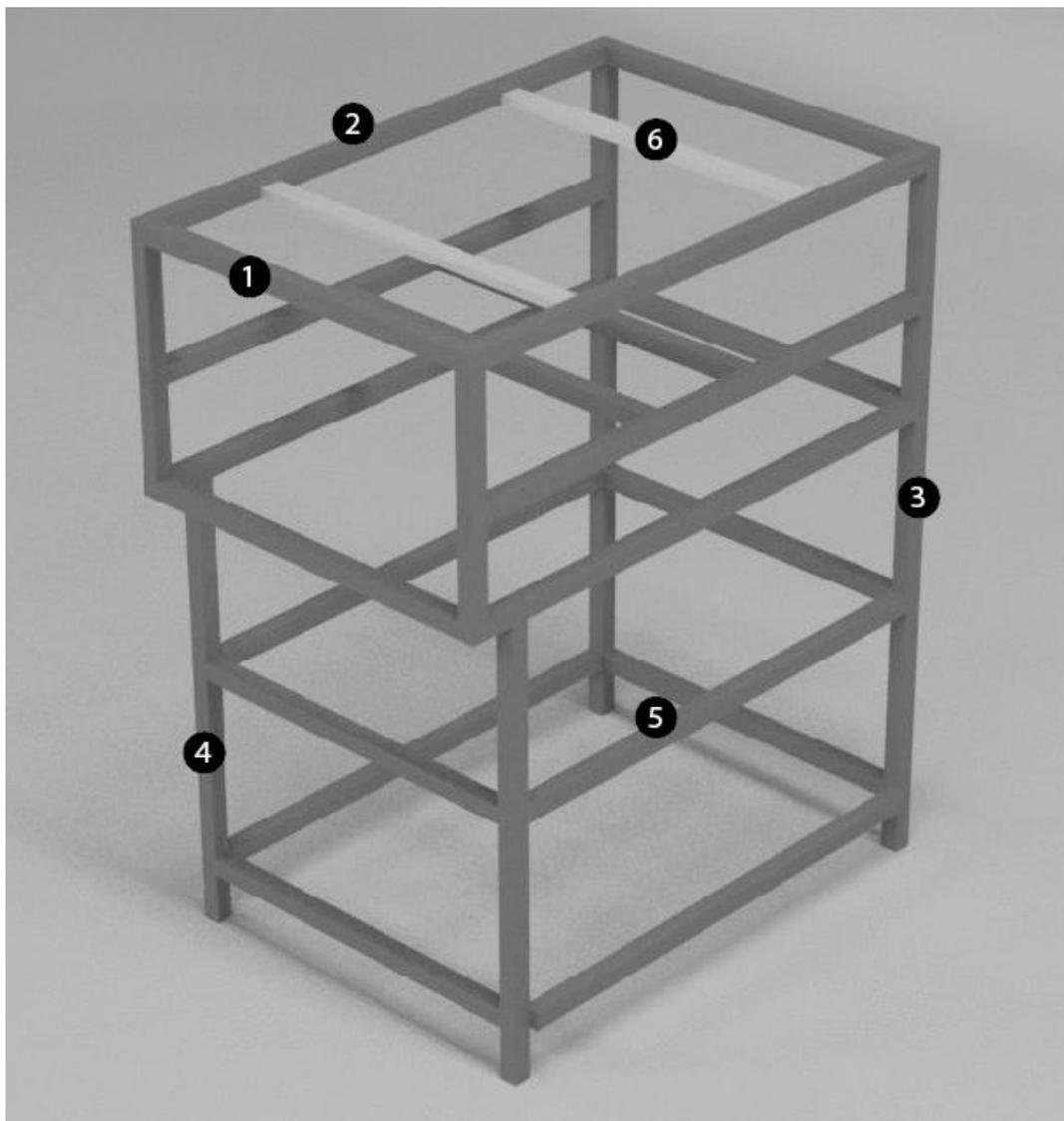


Figura 220. Módulo 1 estructura.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	8	44 cm	Perfil acero 2 cm
2	10	61 cm	Perfil acero 2 cm
3	2	78 cm	Perfil acero 2 cm
4	2	51 cm	Perfil acero 2 cm
6	2	40 cm	Platina acero 3 mm

Módulo 3

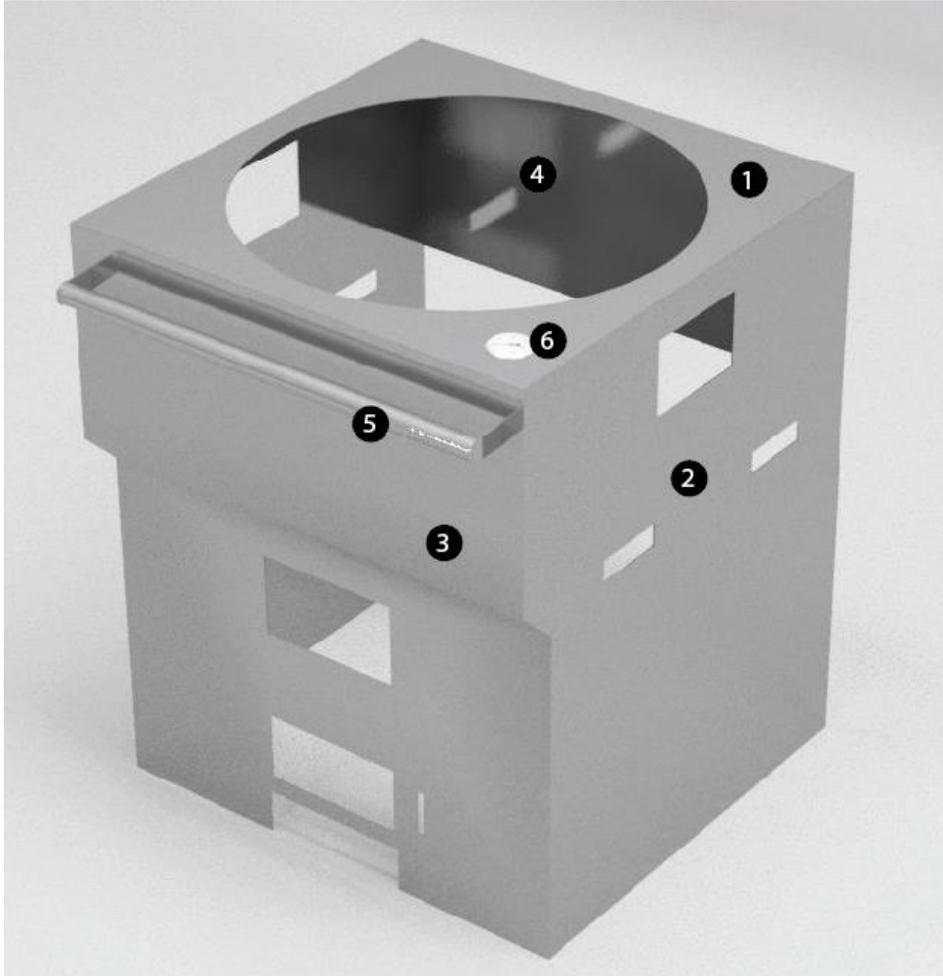


Figura 221. Módulo 3 cubierta exterior.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	65 x 65 cm	Chapa acero inox. 1,2 mm
2	2	65 x 80 cm	Chapa acero inox. 1,2 mm
3	1	65 x 86 cm	Chapa acero inox. 1,2 mm
4	1	65 x 29	Chapa acero inox. 1,2 mm
5	1	58 cm longitud R 10 mm	Chapa acero inox. 1,2 mm
6	1	5 x 5 cm	Termómetro acero inox.

Estructura (Ver módulo 1)

Componentes internos (Véase módulo 1)

Cámara de combustión

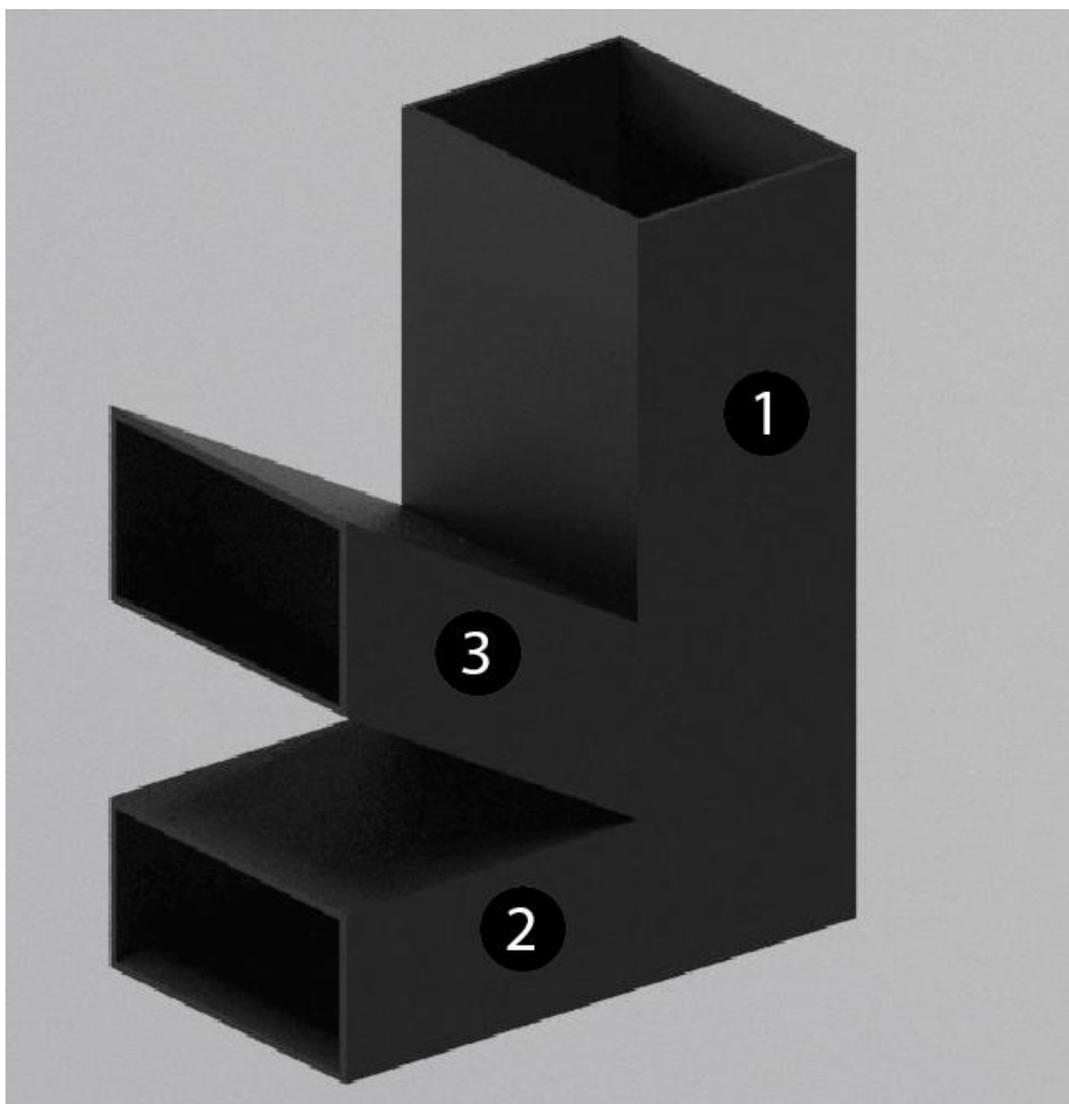


Figura 222. Cámara de combustión.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	20 x 45 x 15 cm	Tol negro 4 mm
2	1	20 x 10 x 20 cm	Tol negro 3 mm
3	1	20 x 10 x 23 cm	Tol negro 3mm

Regulador de aire

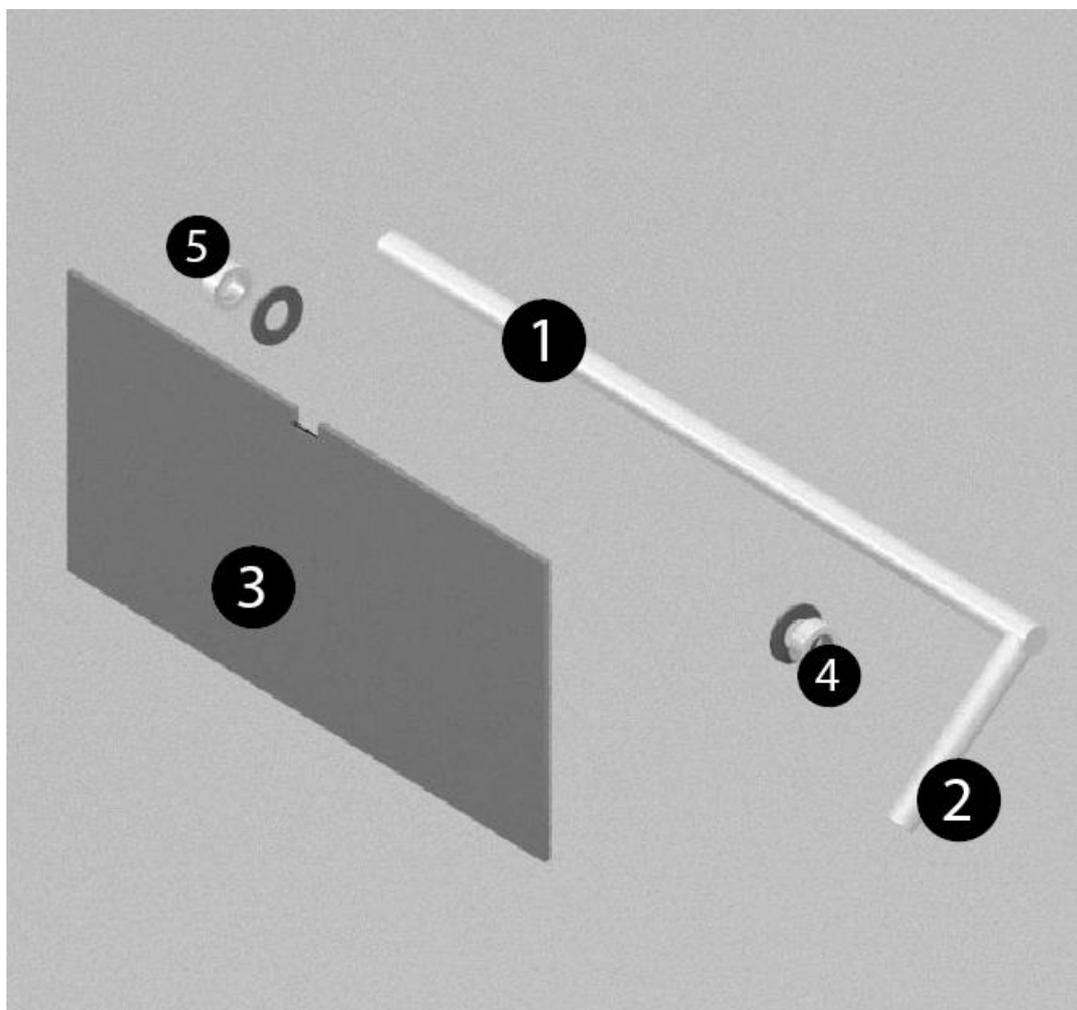


Figura 223. Regulador de aire.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	27 cm longitud	Varilla acero 5 mm
2	1	6 cm longitud	Varilla acero 5 mm
3	1	19 x 9 cm	Chapa acero inox.
4	2		Rodela
5	2		Tuerca

Rejilla de combustión

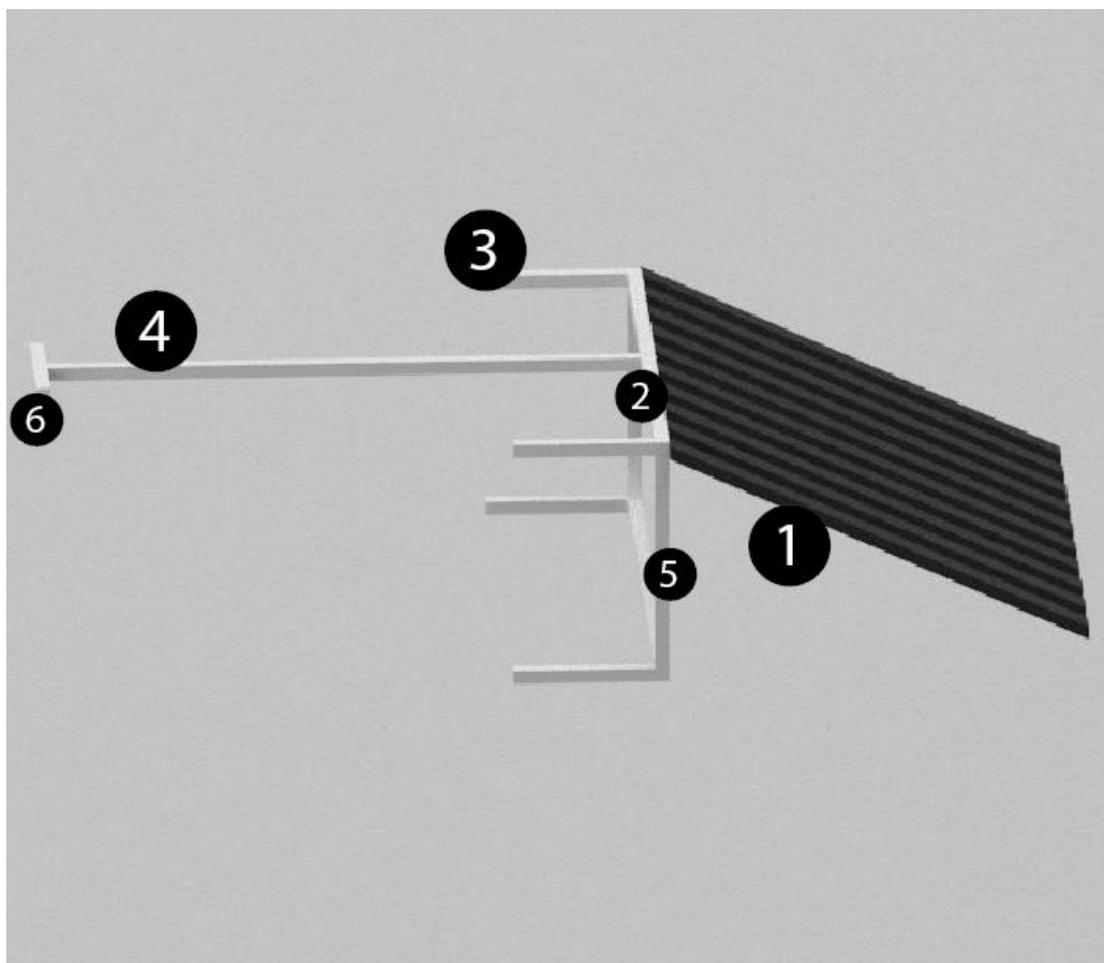


Figura 224. Rejilla de combustión.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	5	2 x 15 cm	Varilla acero
2	2	R 2 mm	Varilla acero
3	4	R 2 mm	Varilla acero
4	1	R 2 mm	Varilla acero
5	2	R 2 mm	Varilla acero
6	1	R 2 mm	Varilla acero

Plato – Quemador

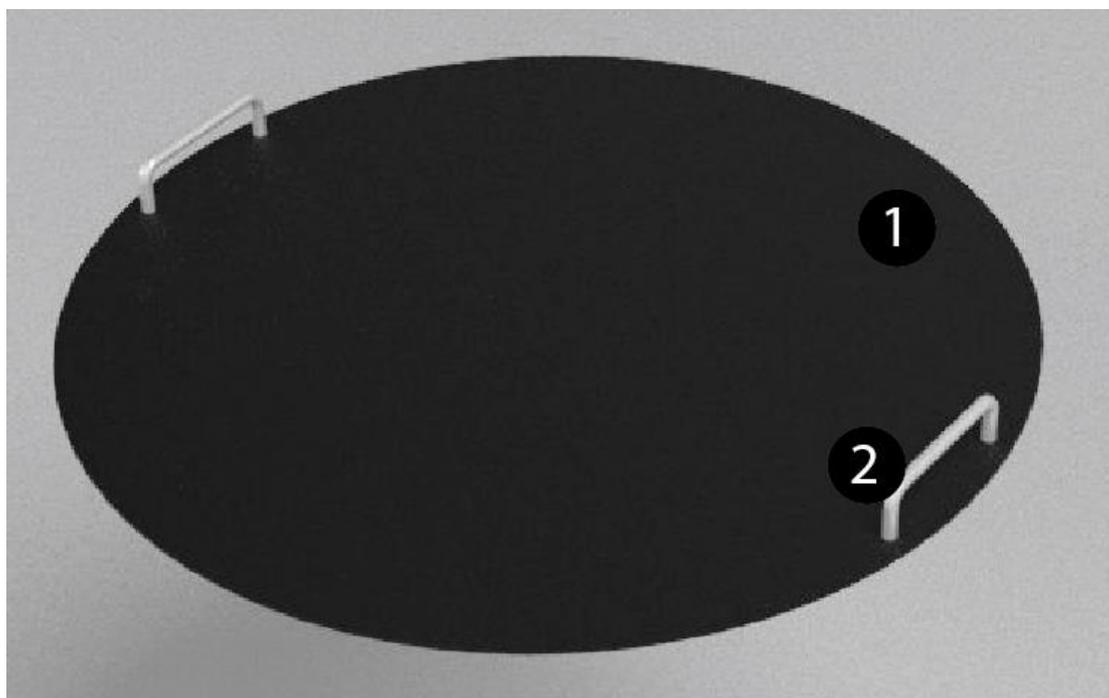
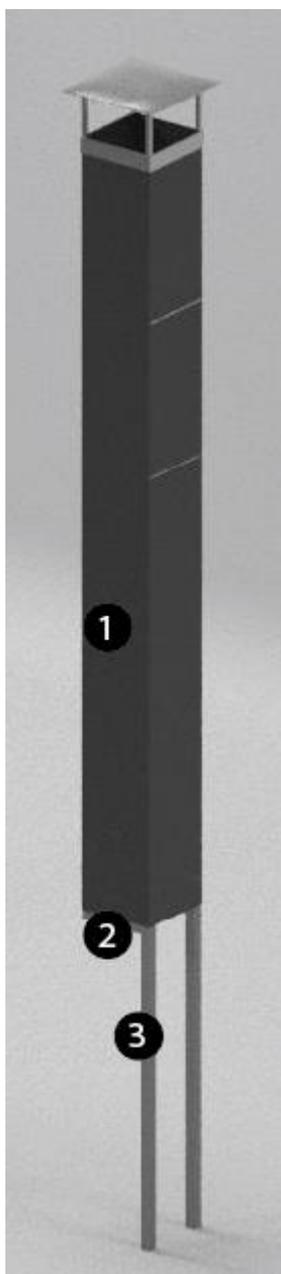


Figura 225. Plato quemador.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	3	D55 cm x 2 D34 cm	Acero Reforzado
2	6	R 0.4 cm 10 x 3 cm	Varilla acero

Módulo 4



Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	15 x 15 x 150 cm (variable)	Chapa de acero
2	2	15 x 2 cm	Perfil acero 2 cm
3	2	2 x 63 cm	Perfil acero 2 cm

Figura 226. Módulo 4, chimenea.

Calentador de Agua – Intercambiador de Calor

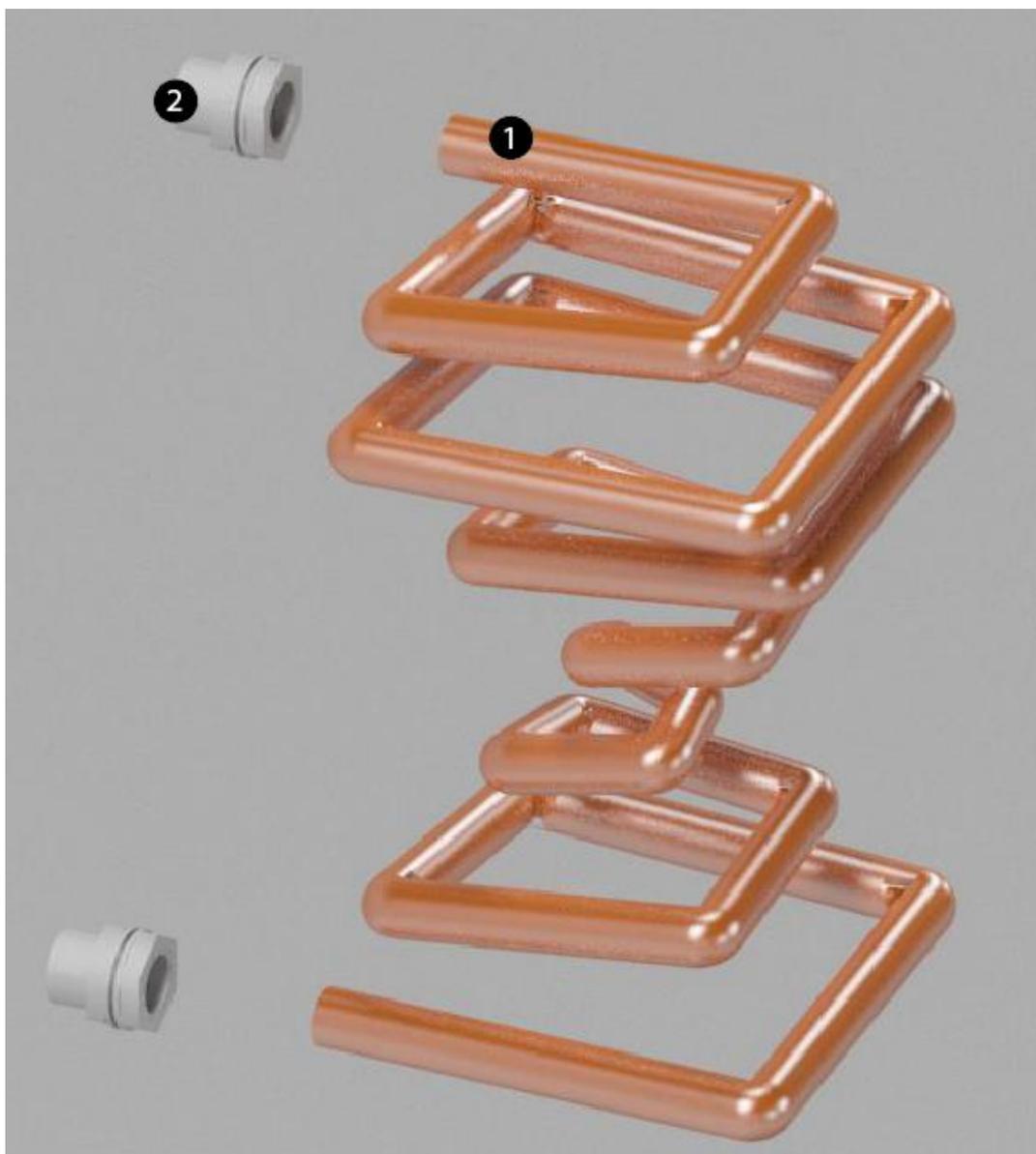


Figura 227. Intercambiador de calor.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	1	Longitud 170 cm Radio 9 mm	Cobre
2	2		

Placas de Salida de Flujo

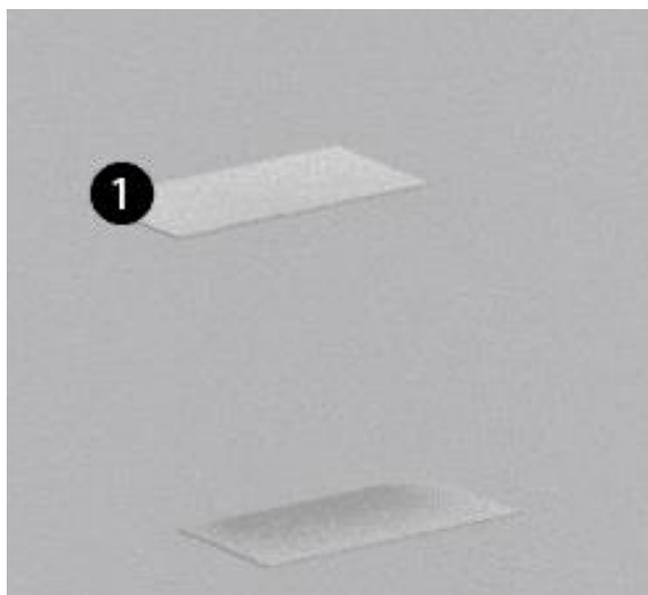


Figura 228. Retrasantes de salida de calor.

Código	Cantidad	Dimensiones	Material
1	4 min.	15 x 7 cm	Chapa de acero

ANEXO 3.

Tabla 23. Registro de desempeño, tamaño/peso & precio en base a distintos modelos y capacidad de estufa.

	Modelo de Estufa		
Capacidad de Olla	20 Litros	60 Litros	100 Litros
Desempeño			
Tiempo de ebullición	25 minutos	45 minutos	60 minutos
Cantidad de leña	1.5 lb (0.7 kg)	3.3 lb (1.5 kg)	5.5 lb (2.5 kg)
Eficiencia Térmica	40%	50%	50%
Tamaño / Peso			
Diámetro	48 cm	59 cm	67 cm
Altura de la Estufa	59 cm	88 cm	86 cm
Peso	45 lb.	84 lb.	110 lb.
Precio			
	\$ 575	\$ 895	\$ 1095

Adaptado de (*Instove*)

ANEXO 4

Estufas de leña a nivel comercial

Existen estufas rocket a nivel comercial. Estas son fabricadas a nivel industrial en países como Sudáfrica, India, EEUU, Honduras, México entre otros países de Europa, África y Asia. Sin embargo, algunos de estos artefactos pueden ser muy costosos para habitantes de escasos recursos. A continuación, se exponen algunas de estas estufas.



Figura 229. Estufa Eco Zoom.
Tomado de (*Eco Zoom, 2017*)

Eco Zoom

Cámara de combustión cerámica

Cocinilla de hierro fundido

Cubierta metálica

Estante de soporte de leña

50% más eficiente que fuego abierto

Precio \$446,70



Figura 230. Estufa Rocket Works.
Tomado de (*Rocket Works, 2017*)

Rocket Works

Hierve 5 litros de agua en 15 minutos

Eficiencia térmica 45%

Altamente seguro

Emisiones más bajas de su tipo

Acero inoxidable resistente al calor

Precio \$483,16



Figura 231. Estufa Phillips
Tomado de (Clean Cook Stoves, 2017)

Philips

Nada de humo

Excelente eficiencia de combustible

Utiliza pedazos pequeños de madera

Usa un ventilador eléctrico controlable

Batería recargable de alta duración

Cuerpo de acero inoxidable

Precio \$1009,07



Figura 232. Estufa Phillips
Tomado de (Mbaula, 2017)

Mbaula Green

Reduce uso de combustible en 50% y humo en 70%

Reemplaza electricidad, parafina y gas

Soporta recipiente de cocina de cualquier tamaño

Parrilla especial equipada para asar

Precio \$687,50



Figura 233. Cocina a leña Angelina.
Tomado de (Amesti, 2017)

Cocina a leña Angelina

Dimensiones: 740 x 720 x 570 mm

Dimensión horno: 200 x 300 x 400 mm

Dimensión caja fuego: 195 x 200 x 300mm

Horno enlosado con bandeja enlosada

Cubierta de fuego laminado

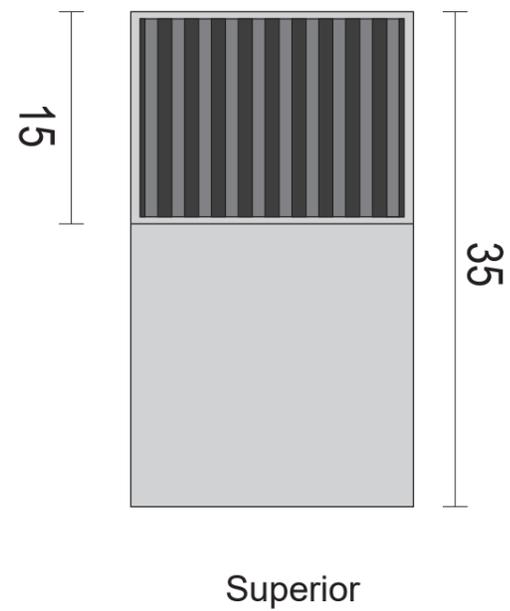
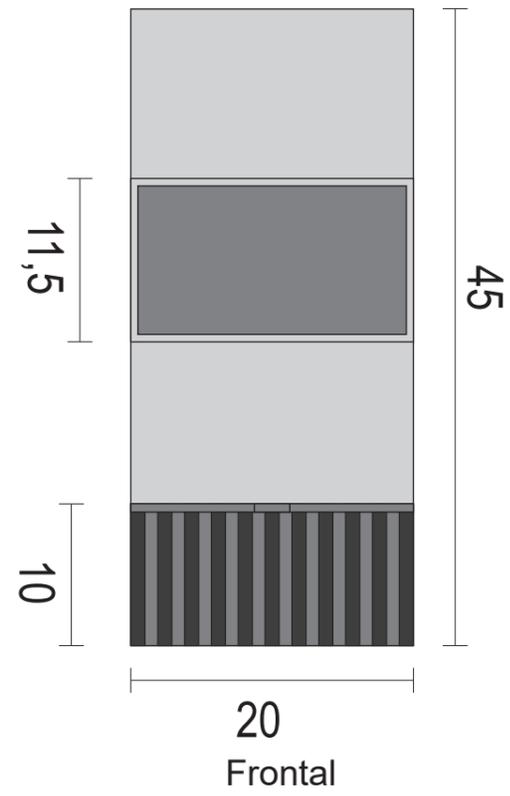
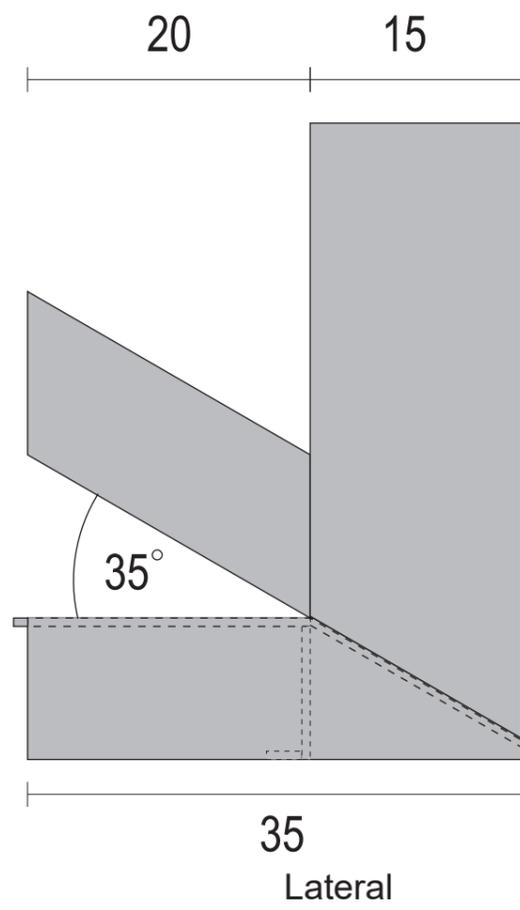
Tapa cubierta enlosada

Potencia: 6.5 kW

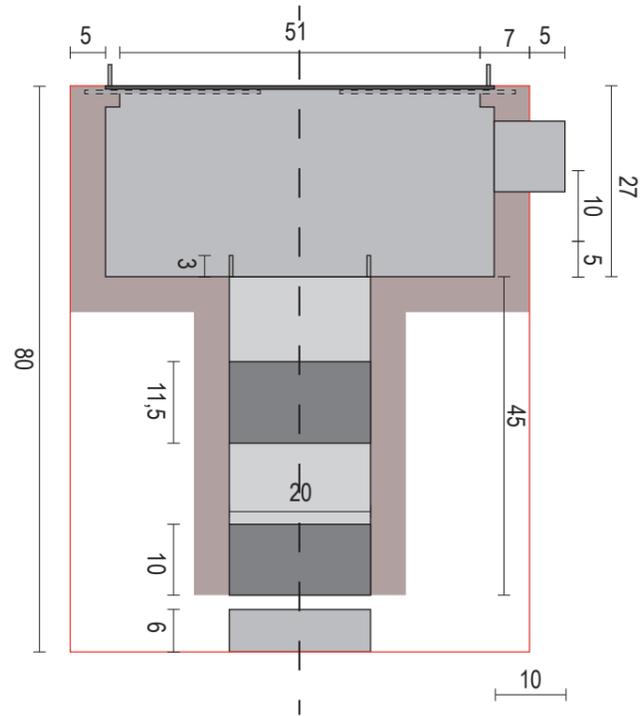
Eficiencia 81%

Precio \$499

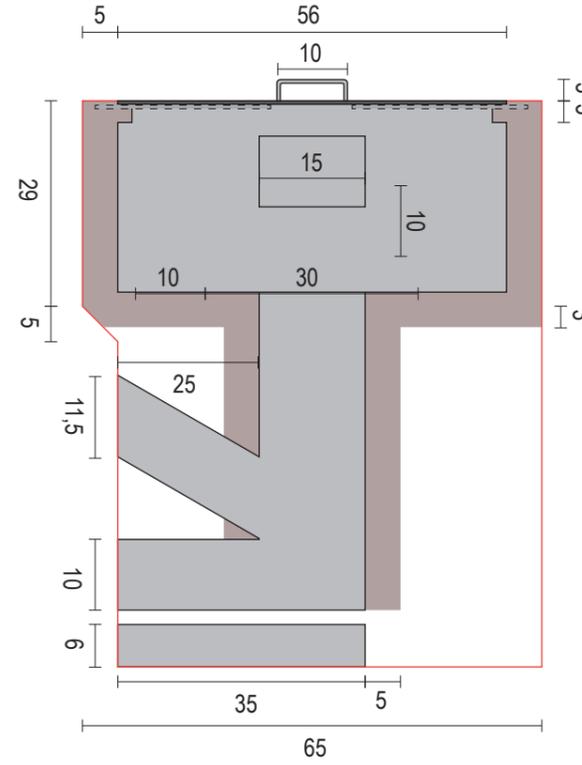
ANEXO 5. Planos técnicos



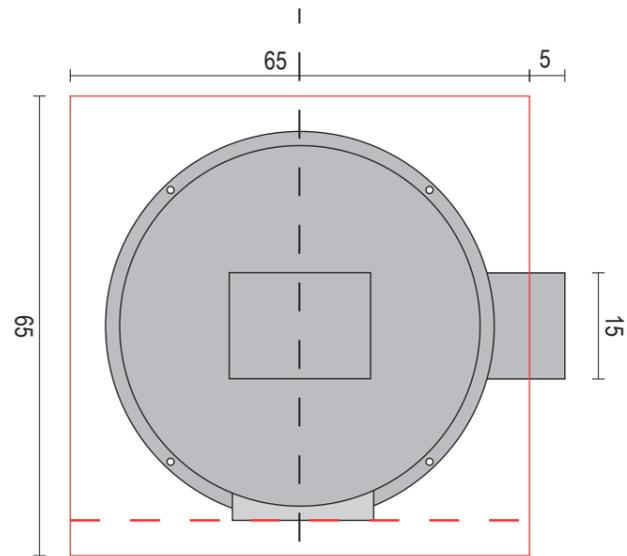
Título: Cámara de combustión			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



Frontal

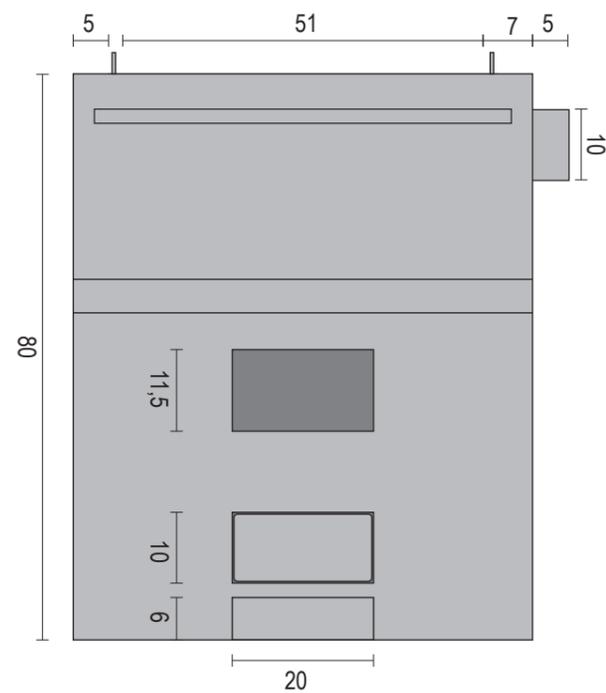


Lateral

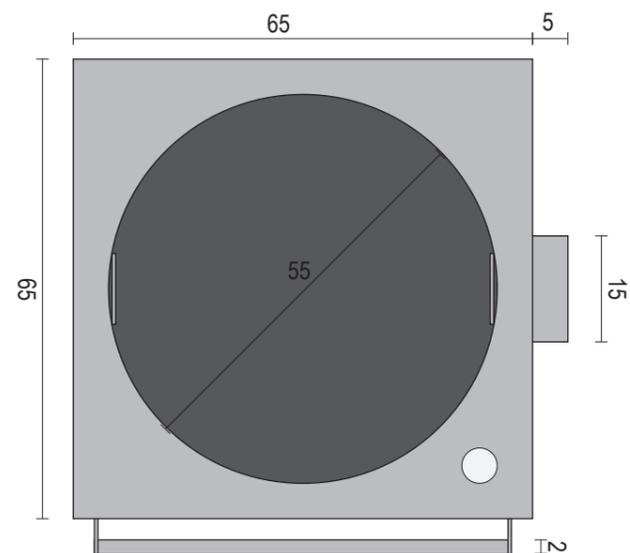
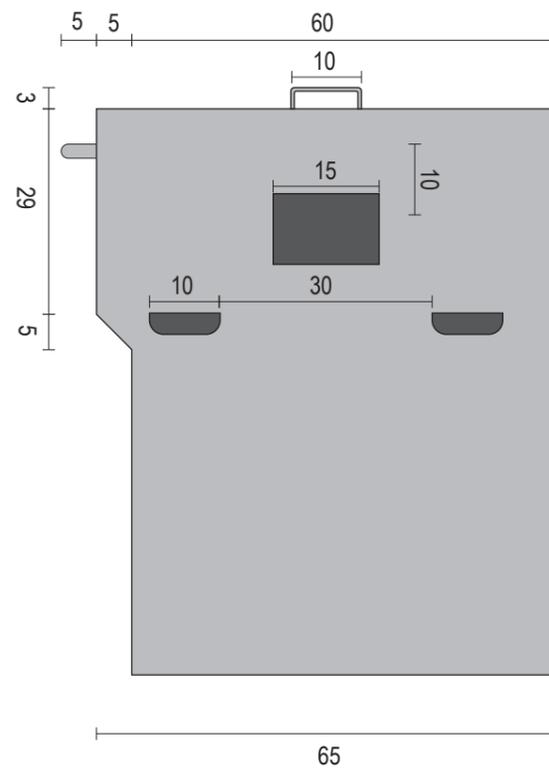


Superior

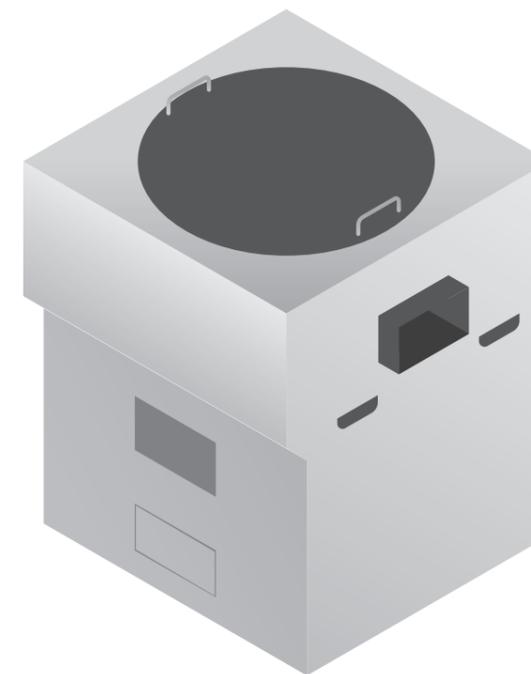
Título: Módulo 1, Componentes Internos.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



Frontal

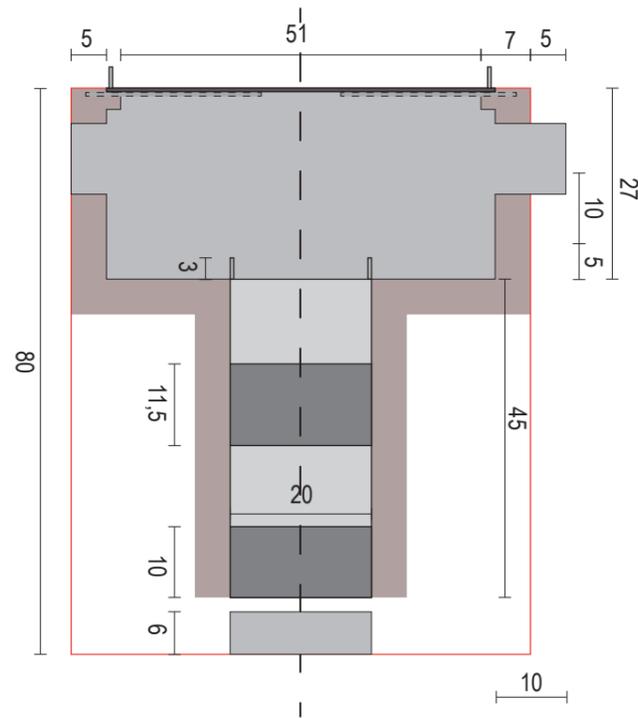


Superior

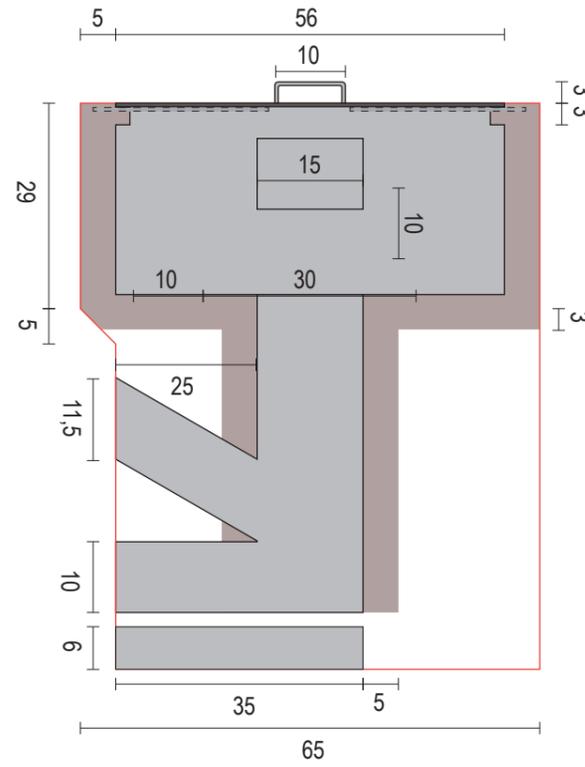


Isométrico

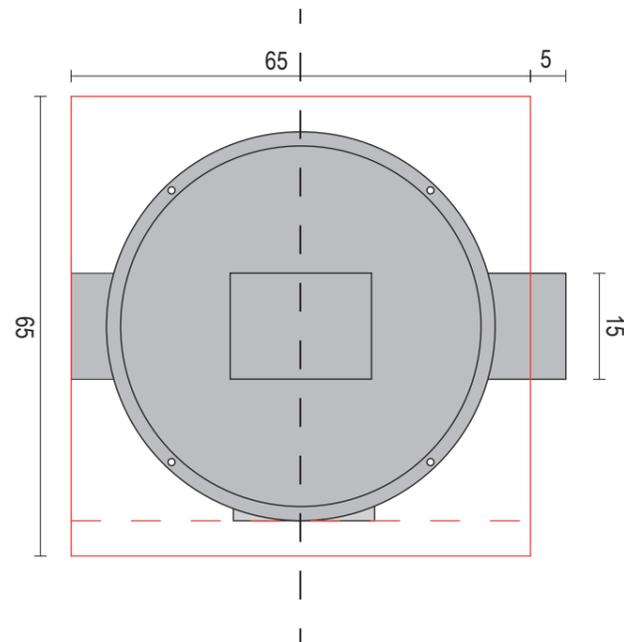
Título: Módulo 1			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



Frontal

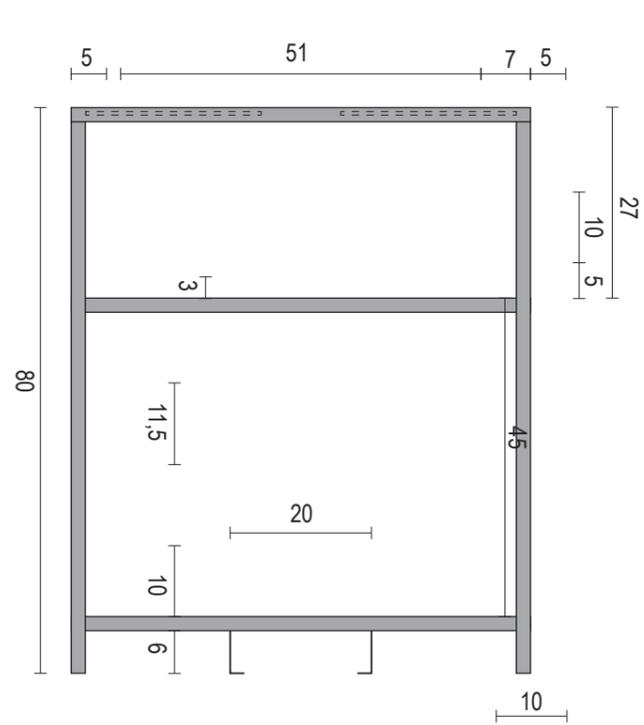


Lateral

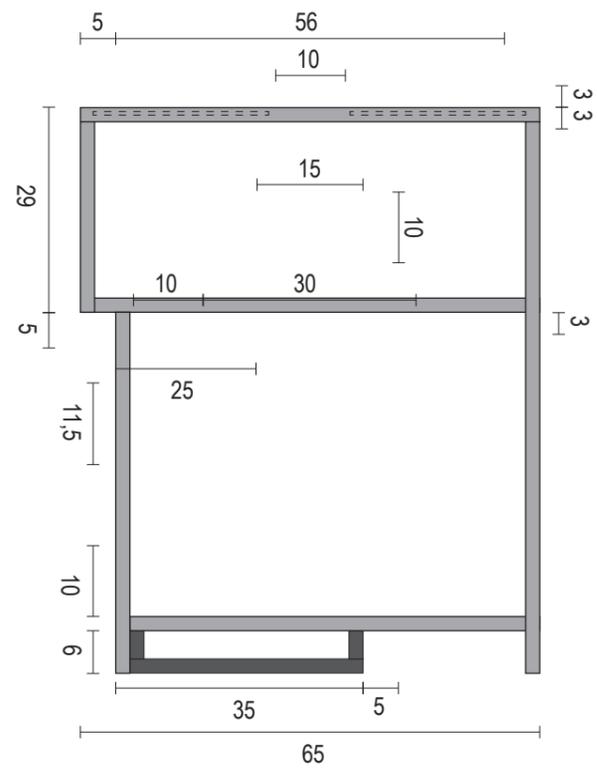


Superior

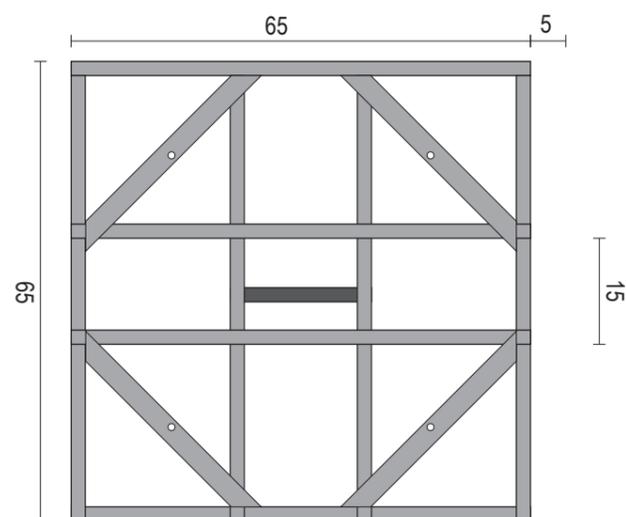
Título: Módulo 2, Componentes Internos.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



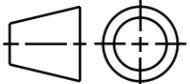
Frontal

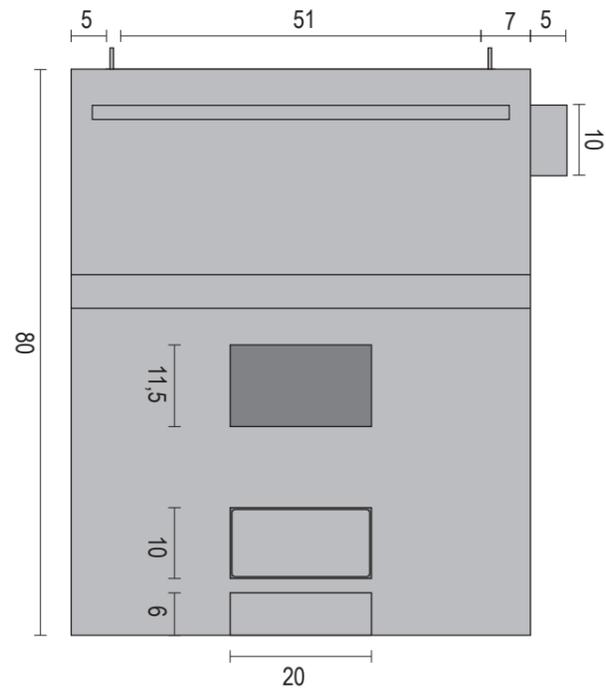


Lateral

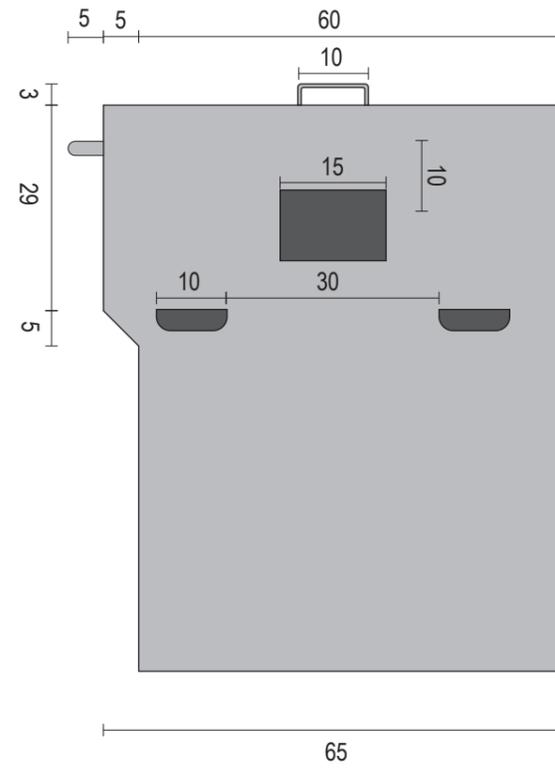


Superior

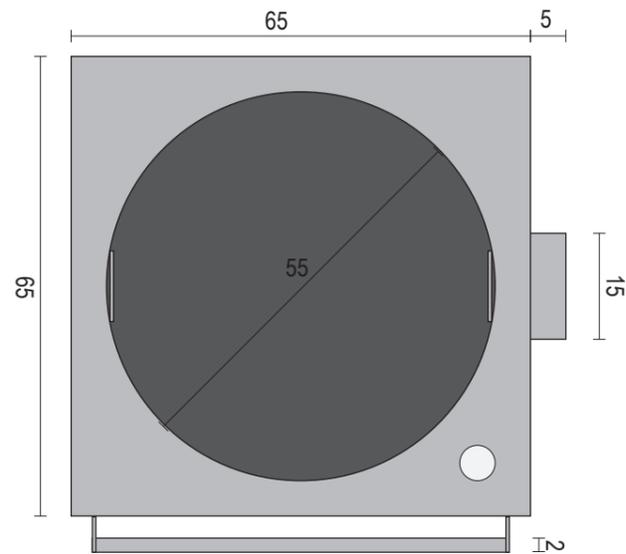
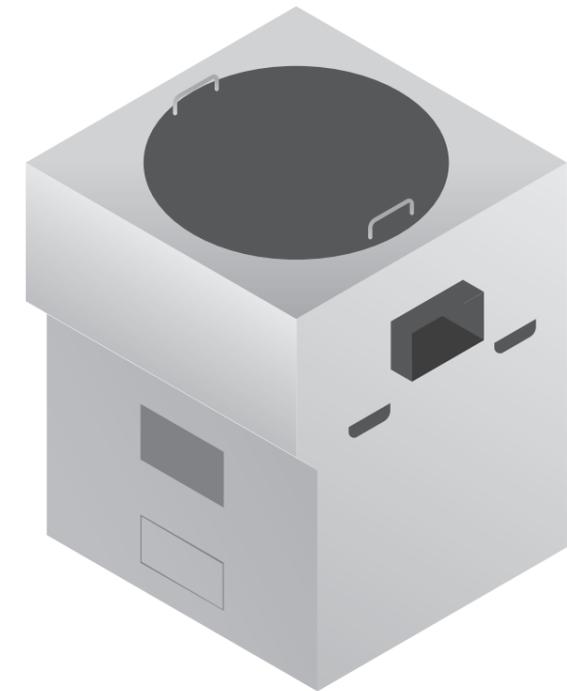
Título: Módulo 2, Estructura.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



Frontal

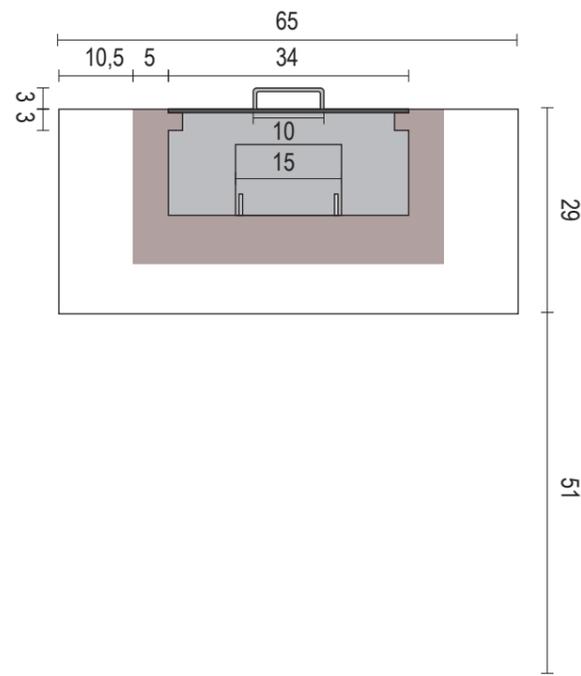


Lateral

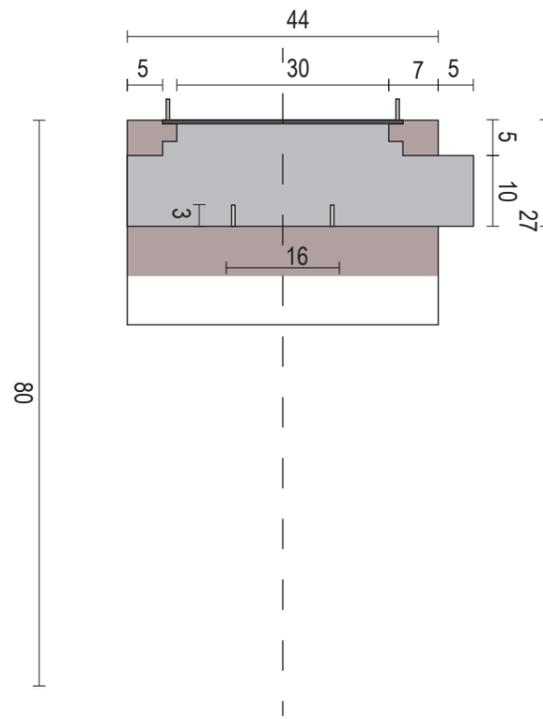


Superior

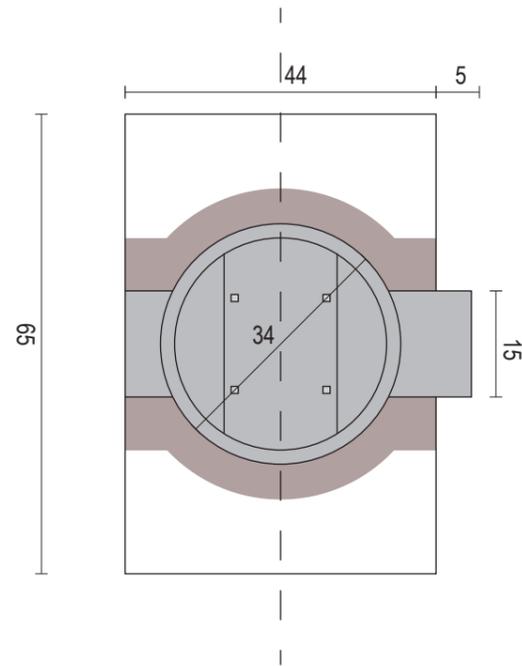
Título: Módulo 2.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



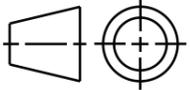
Lateral

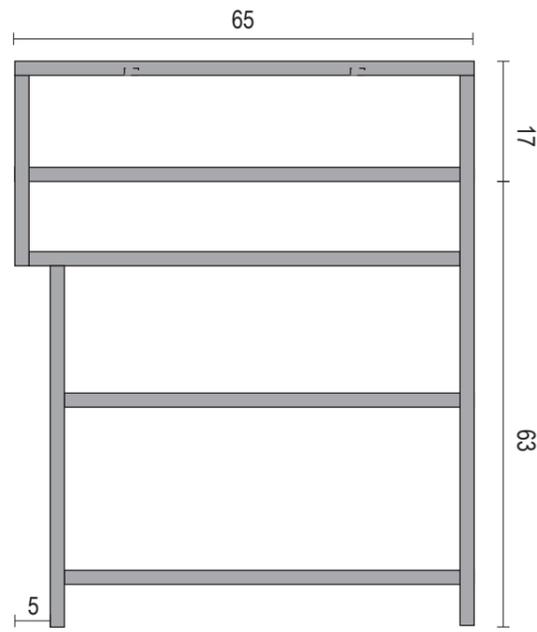


Frontal

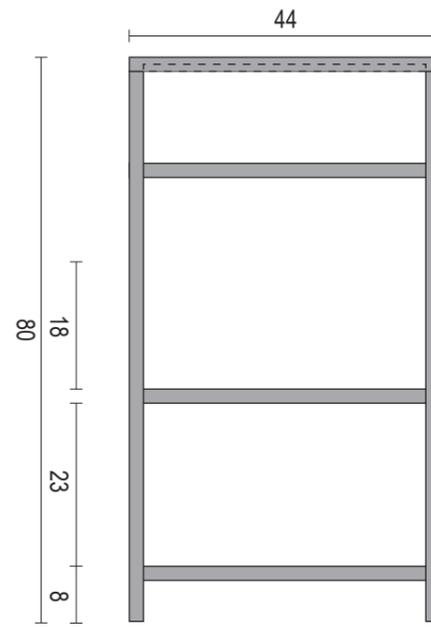


Superior

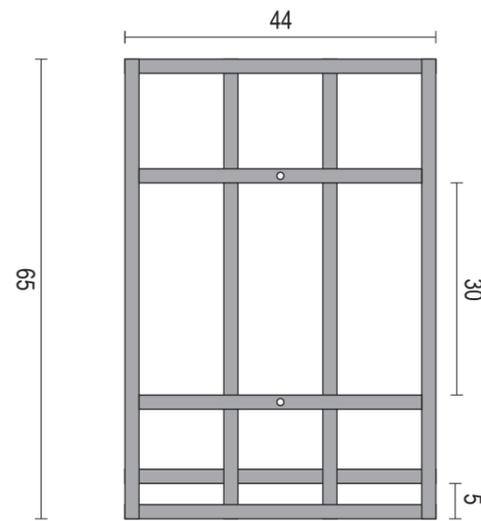
Título: Módulo 3, Componentes Internos.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



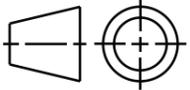
Lateral

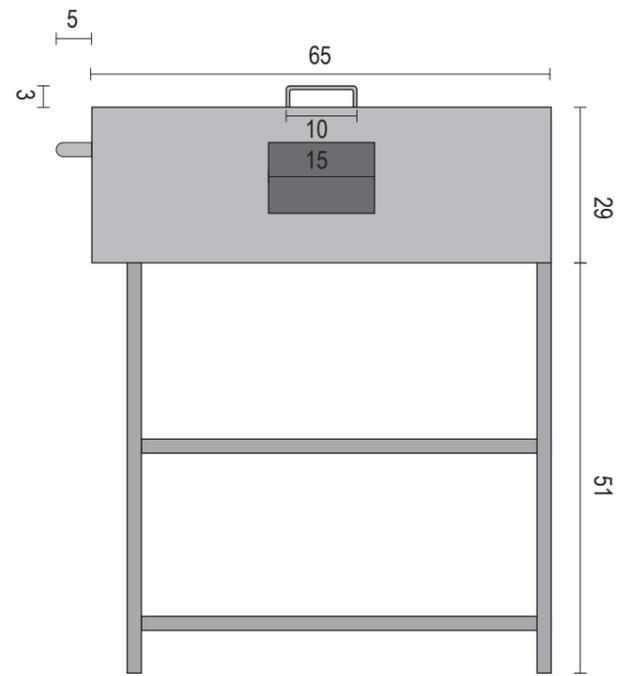


Frontal

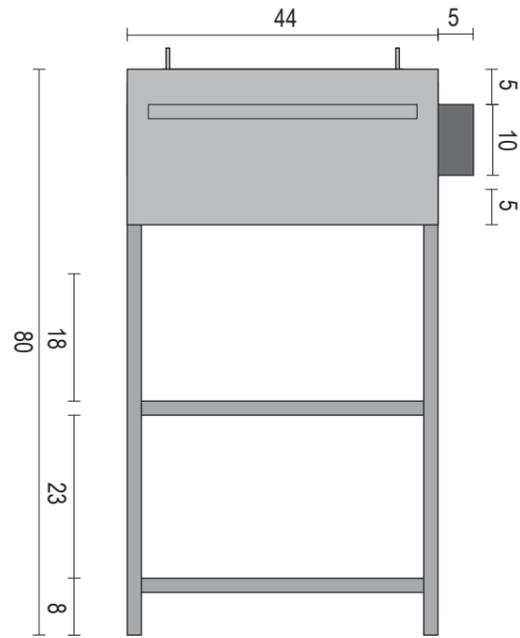


Superior

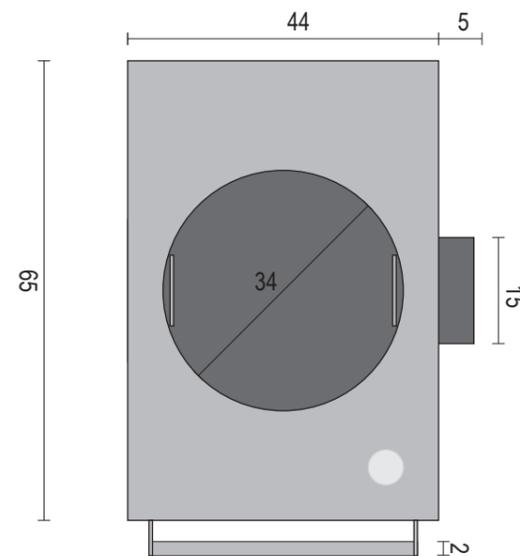
Título: Módulo 3, Estructura.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10	 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities	
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		



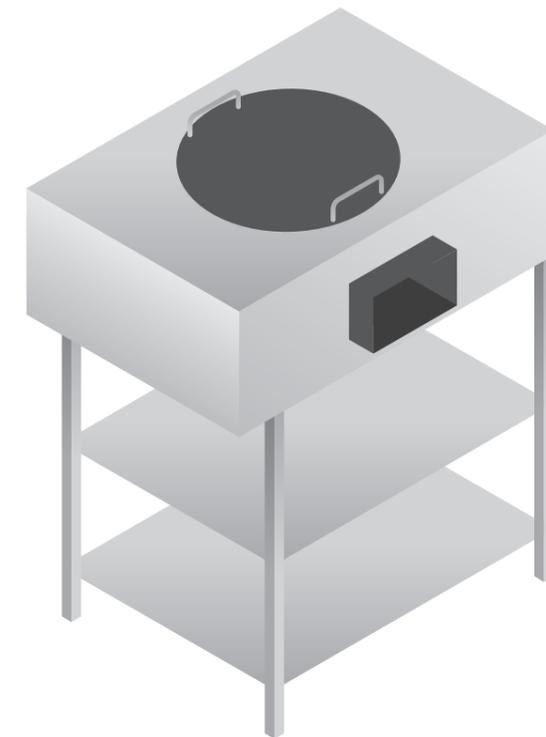
Lateral



Frontal



Superior



Título: Módulo 3.			A3
DISEÑADO POR: Christian Poveda	CODIGO:	HOJA NO. 1 DE 1	REV 1
DIBUJADO POR: Christian Poveda	ESCALA: 1:10		
CHEQUEADO POR:	FECHA: 2018-01-10		

