



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



DISEÑO Y CONSTRUCCION DE REFRIGERADOR ECOLOGICO.

Por:

SIXTO MANUEL CORTES ARGANDAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MÉCANICO AGRÍCOLA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN REFRIGERADOR ECOLOGICO

Por:

SIXTO MANUEL CORTES ARGANDAR

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MÉCANICO AGRÍCOLA

Aprobado por el comité de tesis

ASESOR PRINCIPAL



MC. Tomas Gaytan Muñiz

ASESOR



Dr. Martin Cadena Zapata

ASESOR



M.C. B. Elizabeth De La Peña Casas

Coordinador de la División de Ingeniería



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE DEL

2011

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme la oportunidad de vivir y de estudiar en la universidad más bella del todo el mundo la UAAAN.

A mi **ALMA MATER** y aquellas instituciones en las que pase para llegar hasta este mundo del saber.

Al **MC. Tomas Gaytan Muñiz** quien fue mi asesor principal de este proyecto, a la **MC. Blanca Elizabeth De La Peña Casas** quien fue nuestra madrina de generación al doctor **Enrique Navarro** por haberme brindado su amistad y sus consejos.

A todos los **maestros** de la UAAAN que me transmitieron su conocimiento y en especial a los maestros del departamento de maquinaria agrícola **Dr. Martin Cadena Zapata, MC. Mario Dorado, Ing. Juan Arredondo. MC. Juan Antonio Guerrero Hernández, MC. Héctor Uriel Hernández Serna, Dr. Santos Campos Magaña, Ing. Jorge Berrueto, Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García** ya que en ellos encontré las más valiosas enseñanzas para poder seguir adelante como persona profesional

A mis **compañeros y amigos de la generación CX** **Octavio Verde Pérez, Oscar Daniel Ventura Espíritu, Nayn Rosalio Ponce, Ángel Alfredo Jesús Lozano, Ulver Velásquez Jiménez, Maynor Federico Montejo , Alejandro Meza Acosta, Cesar Osuna , Roberto Morales , López Velásquez Antonio, Ezequiel Arriaga Rodríguez, Kelvin López Aguilar, Salvador Darío Valdivia Montes, Gerardo Pérez Ruiz , Jorge Luis Juárez Ruiz , Fausto De Jesús Orosco Escobar, Rafael López Ventura, Yesmin Vázquez ,Hermenegildo Díaz Díaz, Daniel López Benítez, Edelman Alvares De León, Adelfo Cruz López, Edgar y CXI generación de I.M.A Gabriel Gálvez Espinosa, Elías Martínez De La Torre, Luis Daniel Juárez Ruiz, Marcos Martínez, Alejandro Mora Cervera, Víctor Manuel Huerta Cruz .**

A mis amigos con los que conviví en varias ocasiones que son Edwin Antonio Morales Ramírez, Miguel Ángel Morlés Reyes, Modesto, Cesar Alejandro, Daniel López Benítez y todos aquellos que conocí en mi trayectoria dentro de la UAAAN.

A mi gran y especial amiga María De Lourdes Rivera García te quiero mucho y a mi novia Marled Fonseca Morales te amo mil.

¡DE TODO CORAZON MIL GRACIAS!

Dedicatorias

A mis padres:

J. Transito Cortés Quintero

D

Berta Argandar Páñez

A mis hermanos:

José Francisco Cortés Arganda

Rosa María Cortes Arganda

Laura Patricia Cortes Argandar

María Candelaria Cortés Argandar.

A todos mis parientes y familiares

Quienes fueron la motivación principal de mis estudios y no dejarme vencer durante todo este camino recorrido. En Especial a la Familia Cortés Quintero y a la Familia Argandar Páñez

Por sus palabras de aliento que me impulsaban a seguir adelante y por el apoyo brindado gracias....

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.3. HIPOTESIS.....	14
II. REVISION DE LITERATURA.....	15
2.1. Concepto de refrigerador	15
2.2. Aplicaciones de la refrigeración.....	16
2.3.2. Refrigeración termoacustica:	17
2.3.3. Refrigeración por absorción:.....	17
2.3.4. Refrigeración por efecto Peltier:	18
2.4. Leyes termodinámicas en la refrigeración.....	18
2.5. Funcionamiento de Refrigeradores Domésticos.....	19
2.6. Refrigeración de alimentos.....	23
2.6.1. Refrigeración para la conservación de alimentos.....	24
2.7. Conductividad térmica.....	25
2.7.1. Conductividades térmicas de los materiales:	26
2.8. Procedimientos de diseño.....	27
2.8.1. Fases del diseño.....	28
2.8.2. Identificación de la necesidad.....	29
2.8.4. Consideraciones de diseño.....	31
III MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1 Metodología.....	33
3.1.1 Identificación de la necesidad.....	33
3.1.2 Definición del problema.....	33
3.1.3 Planteamiento de la alternativa.....	34
3.1.4 Planteamiento de la propuesta.....	34
3.1.5 Evaluación y selección de la propuesta.....	34
3.1.6 Revisión de literatura.....	34
3.1.7 Elaboración del anteproyecto.....	35
3.1.8 Presentación y Aprobación del anteproyecto.....	35
3.1.9 Síntesis, análisis y optimización.....	35

3.1.10 Construcción.....	35
3.1.10.1 Diseño.....	35
3.1.10.1.1. Cálculos.....	37
3.1.10.1.2. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCION.....	37
3.1.10.1.3 TRANSFERENCIA DE CALOR RADIACION	38
3.1.10.1.4. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCION	39
3.1.10.2. Construcción	40
3.1.10.3. Ensamble.....	41
3.1.11. Evaluación	41
3.2. Criterios de diseño	42
3.3. Materiales y componentes	42
3.4. Precio de materiales y componentes	43
3.5. Máquinas y Herramientas utilizadas	44
IV. RESULTADOS.....	45
4.1 Sistema de enfriamiento:.....	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
VI. LITERATURA CITADA.....	50
6.1. Páginas web consultadas.....	51
VII. ANEXOS.....	53
ANEXO I.....	53
ANEXO II.....	67
ANEXO III.....	81

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Refrigerador ecológico.....	3
Figura 2.1 Refrigerador solar.....	7
Figura 2.2 Refrigerador solar.....	7
Figura 3 Esquema del sistema de absorción amoníaco-agua solar intermitente.....	8
Figura 4 Chamara fría.....	9
Figura 5 Esquema de los procesos y de la instalación.....	11
Figura 6 Refrigerador solar.....	12
Figura 7 Caja heladera solar sin válvulas.....	13
Figura 8 Evaporador de un refrigerador domestico.....	20
Figura 9 Compresor de un refrigerador domestico.....	21
Figura 10 Esquema de proceso de funcionamiento de un refrigerador domestico.....	22
Figura 11 Fases del diseño.....	28
Figura 12 Diseño conceptual en Pro ENGINEER.....	45
Figura 13 Refrigerador ecológico hecho de acero inoxidable calibre 22...46	
Figura 14 Refrigerador Ecológico Empotrado.....	46
Figura 15 Componentes del sistema de enfriamiento (baño de agua - fría).....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Conductividad térmica de los materiales.....	27
Tabla 2 Materiales y componentes.....	42,43
Tabla 3 Precio de materiales y componentes.....	43

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Coah. El cual consistió en el diseñar y construcción de un refrigerador ecológico con apoyo del software Pro ENGINEER. Las evaluaciones se hicieron durante el mes de Agosto y parte de Septiembre del 2011 en el poblado de Jame municipio de Arteaga Coahuila, donde el refrigerador ecológico se monto dentro de una cabaña. Las pruebas se basaron en la toma de diferentes temperaturas que fueron; temperatura de la cabaña, temperatura del refrigerador, temperatura del agua y temperatura del medio ambiente, las temperaturas máximas registradas fueron de 23.6°C, 21.3°C, 21.7°C, 27.91°C respectivamente, esto quiere decir que tomando la máxima del medio ambiente y la máxima del refrigerador nos da una diferencia de 6.61°C esto nos da como conclusión de que el refrigerador ecológico desciende una temperatura de 6.61°C con respecto a la temperatura máxima del medio ambiente, los resultados obtenidos muestran que el refrigerador ecológico funciona en forma aceptable.

Palabras clave: Diseño, construcción, refrigerador y temperatura.

I. INTRODUCCION

La refrigeración es el proceso de conservación por tratamiento físico, que consiste en mantener un alimento o producto en buenas condiciones de temperatura (de -3°C a 5°C) para disminuir o inactivar microorganismos en reproducción. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeración>, 2011).

Desde sus inicios, la humanidad ha sostenido una lucha continua de ampliar la vida de almacenamiento de los alimentos para su consumo posterior, es por esta razón, que se vio obligado a desarrollar un sistema que le permita disminuir la temperatura de los productos a conservar. (Luis Buenaño, 2010)

En el siglo XVI el frío se convierte en un verdadero negocio. En Inglaterra, el hielo es considerado un bien de lujo. Los cubos transparentes son conservados por los sirvientes en grandes casas (ice-houses) donde son cubiertos de sal, protegidos con fajas de franela y guardados bajo tierra hasta el verano. Por otro lado, en España, comienzan a construirse enormes pozos de hielo cuyo contenido se destina esencialmente al comercio. Los pozos de nieve blanca se convierten rápidamente en un negocio rentable que no tarda en ser gravado por la Real Hacienda Española (Díaz, 1997).

1.1. ANTECEDENTES

Albert Einstein (1930) diseñó un tipo de refrigerador mucho menos nocivo para el medio ambiente que los actuales. Hoy Malcolm McCulloch, un ingeniero eléctrico de Oxford toma la posta y reconstruye el invento.

El diseño de Einstein y Szilard, no requiere de freones, utiliza en cambio butano, amoníaco y agua; y aprovecha el hecho de que los líquidos hierven a temperaturas menores cuando la presión del aire es menor. "En la cima del Monte Everest, el agua hierve a una temperatura muy inferior a la que se necesita cuando uno está a nivel del mar", explica McCulloch. En el invento de Einstein y Szilard tenemos el evaporador, un recipiente que contiene butano. "Si se introduce allí vapor, baja la temperatura a la que hierve el agua y, al hacerlo, roba energía del entorno, lo que produce el efecto de refrigeración", continua McCulloch.

Un profesor de Nigeria, llamado Mohammed Bah Abba (1995) desarrolló un refrigerador rústico que funciona sin electricidad, basándose en las leyes de la termodinámica.

El refrigerador se compone de dos ollas de barro o arcilla, con la misma forma pero de diferente tamaño. Se necesita poner la olla pequeña dentro de la grande y rellenar el hueco entre las ollas con arena y agua. Dentro del recipiente pequeño se colocan los alimentos a refrigerar y se cubre con una tapa o con un trapo. El único cuidado que requiere es mantenerse en un lugar fresco y seco y rellenar el espacio de arena con agua dos veces al día, ya que el agua se va evaporando a lo largo del día por el fuerte calor.

Este refrigerador Africano incrementa la vida útil de muchos alimentos de horas hasta semanas.

El impacto de estos refrigeradores no sólo se ha visto reflejado en la alimentación y el medio ambiente de las comunidades africanas, sino que también ha tenido un gran impacto en la educación y la salud. (Figura 1).



Figura 1. Refrigerador ecológico

Oliver Evans (1805), inventor estadounidense diseñó la primera máquina refrigerante. Diez años después, su compatriota el doctor John Goorie, un médico de Florida, construyó un refrigerador basado en el diseño de Evans para hacer hielo que enfriaría el aire para sus pacientes de fiebre amarilla.

Pero todo esto no eran sino paliativos de escasa eficacia. Hubo que esperar a 1834. Aquel año, el norteamericano residente en Londres, Jacob Perkins, fabricó por primera vez en la historia el hielo artificial. Cuando sus empleados le presentaron la primera muestra, él se limitó a decir: 'Verdaderamente está muy frío'. Era un paso importante para la fabricación de los primeros refrigeradores.

El primer aparato moderno que utilizó el invento de Perkins, apareció en 1850. Era un armatoste voluminoso, a modo de armario en cuyo interior se introducía grandes bloques de hielo. Esas cámaras se aislaban con forro de pizarra, y los alimentos se depositaban en compartimentos pequeños, ya que el hielo, junto con el material aislante, ocupaba casi todo el espacio útil. Más que frigoríficos o refrigeradores eran simples neveras que no diferían en mucho de los “armarios de nieve” del siglo XVI.

Balzer von Platen y Karl Munters (1923) inventaron el frigorífico eléctrico, el modelo Electrolux, cuya patente compró la firma norteamericana Kelvinator, que lo fabricó en serie dos años después.

Pero era un electrodoméstico peligroso debido al uso de gases tóxicos como amoníaco y el ácido sulfúrico. Problema que se superó con el invento del freón, en 1930. Con aquel último toque, el refrigerador adquiriría su forma definitiva.

En 1931, Thomas Midgley descubre el clorofluorocarbono, (nombre comercial: Freon o R-12) que por sus propiedades fue desde entonces muy empleado en máquinas de enfriamiento como equipos de aire acondicionado y refrigeradores, tanto a escala industrial como doméstica

Emily Cummins estudiante inglesa desarrolló una forma de utilizar la energía del sol para ayudar a las comunidades pobres de África. Su eco-amigable, nevera sostenible se basa en un principio simple: utiliza los rayos del sol para evaporar el agua, que a su vez mantiene el contenido fresco.

La nevera cilíndrica, por su forma tiene menos áreas donde las bacterias puedan acumularse, puede almacenar productos perecederos durante varios días a una temperatura de 43 °F / 6 °C (nevera de segunda generación que mantiene una temperatura aún más baja y es más eficiente de la energía se encuentra en desarrollo).

Emily pasó cinco meses viviendo en un pueblo de Namibia durante su año sabático, probando la nevera, mirando a los materiales disponibles en la comunidad y mostrar a la gente local cómo sus propios frigoríficos.

El frigorífico se realiza mediante dos cilindros, uno dentro del otro. El cilindro interior está hecho de metal, mientras que el cilindro exterior se puede hacer de cualquier material sólido con agujeros perforados en el lado, permitir a las comunidades de reciclar y utilizar los recursos locales y sostenibles. El espacio entre los cilindros se llena de arena, el agua o el suelo de arena y, a

continuación, se añade. A medida que el sol calienta la mezcla el agua se evapora de enfriamiento del cilindro interior. El agua dulce se añade a la mezcla según sea necesario.

Si bien la nevera ayuda a las personas mantener sus productos perecederos como la carne y la leche fría, podría también ser utilizados para transportar suministros médicos valiosos en climas cálidos. (Cummins, 2009).

Thomas Moore (1800), ingeniero de Maryland, EU. Construyó una hielera, consistía en una tina de cedro, aislada con una piel de conejo llena de hielo, que rodeaba un contenedor metálico.

William Cullen: en (1784) creó la primera máquina para enfriar. Éste aparato utilizaba un líquido refrigerante, el éter nitroso, un líquido de evaporación volátil. Éste aparato utilizaba un líquido refrigerante, el éter nitroso, un líquido de evaporación volátil. Si bien esta máquina lograba enfriar para retardar la descomposición de los alimentos perecederos, el primer refrigerador doméstico se creó en el año 1927. Al comienzo solo las familias muy, pero muy ricas podían costear uno de estos aparatos, y con el tiempo se convirtió en una necesidad y en el estándar moderno de un hogar.

Para comprender cómo funciona un refrigerador es necesario saber que, naturalmente, el calor fluye de un sistema de alta temperatura a uno de menor temperatura. Por lo tanto, lo que debe hacer un refrigerador es bastante complejo, ya que su función es realizar el proceso opuesto.

Para realizar el proceso de enfriado por medio de la energía eléctrica, el líquido refrigerante retira energía de calor que se encuentra dentro del refrigerador y del congelador, la que se encuentra alrededor de los 7 y los -10 °C de temperatura. Ésta sale al exterior por medio de la rejilla entre unos 25 y 30°C. Es posible sacar la energía de calor debido a que el líquido refrigerante es muy volátil, es decir, puede pasar de estado líquido a gaseoso a temperaturas muy bajas.

La Universidad de América, con el fin de implementar el sistema de refrigeración termoeléctrico Peltier en una nevera convencional, que inicialmente trabaja con un sistema de refrigeración por compresión de vapor, realizó una modificación para funcionar con abastecimiento de energía solar. El objetivo es favorecer las regiones más vulnerables de Colombia que no cuentan con energía eléctrica y especialmente para los centros de salud que conservan medicamentos y vacunas. Además, se busca aprovechar la energía solar como fuente energética, realizando un genuino cuidado del medio ambiente en la industria de la refrigeración. Uno de los principales intereses de este proyecto es desarrollar una aplicación de la tecnología termoeléctrica, poco extendida a nivel industrial, campo en el que podría ser competitiva frente a otras formas de refrigeración. (Hernández, 2010)

La Universidad Federal de Paraíba, presenta el estudio de un refrigerador solar basado en un ciclo de adsorción intermitente, destinado a la fabricación de hielo. La operación del sistema está basada en un ciclo intermitente, o de simple efecto, donde no hay recuperación de calor. El ciclo consiste en dos etapas: una caracterizada por el proceso de adsorción, cuando ocurre la evaporación del fluido de trabajo (el adsorbato) (Fig. 2.1); y otra, de regeneración del medio poroso (el adsorbente), mediante la conversión térmica de energía solar, en la cual el adsorbato es condensado (Fig. 2.2), (Ferreira).

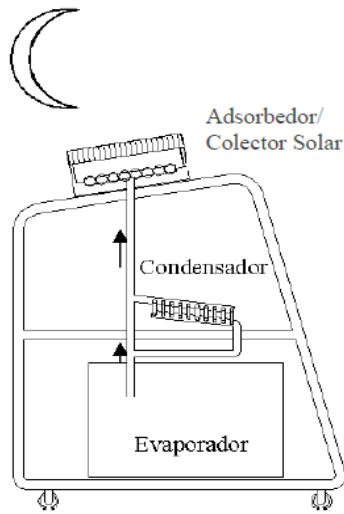


Figura 2.1 Refrigerador solar

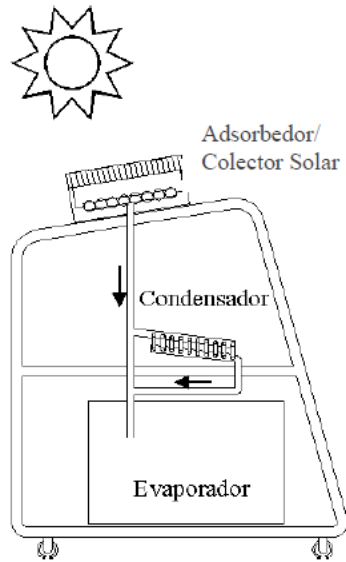


Figura 2.2 Refrigerador solar

El refrigerador está constituido básicamente por tres componentes: un conjunto adsorbedor/colector solar, un evaporador y un condensador, conforme se muestran en la Fig. 2.1. La dirección del flujo gaseoso cambia, de acuerdo a la etapa, de producción frigorífica o de regeneración. La etapa de producción frigorífica empieza al final de la tarde, cuando la temperatura y la presión del adsorbedor comienzan a disminuir, según un proceso isostérico, o sea, un proceso en que la concentración de fase adsorbida es constante. La evaporación es desencadenada, cuando el flujo de adsorbato se dirige hacia el adsorbedor, ocurriendo durante todo el período nocturno, hasta la temperatura del adsorbedor alcanzar un valor mínimo. Al final de la adsorción, el adsorbedor está con una temperatura y una presión correspondiente a la saturación de la fase gaseosa en el evaporador. Con el calentamiento del adsorbedor, por acción del sol, su presión aumenta, siguiendo otro proceso isostérico. Cuando el reactor alcanza la presión de condensación, la desorción comienza, prosiguiendo hasta que el adsorbedor llega a la temperatura máxima, completando así el ciclo (Ferreira, 1998).

La Universidad de los Andes desarrollo un refrigerador solar para regiones apartadas de Colombia, este refrigerador solar se basa en el principio de absorción amoniaco-agua y las pruebas de este prototipo se llevaron a cabo en la misma universidad dicho prototipo funciona de la siguiente manera:

En la mañana se abre la válvula de paso (V1) y se cierra la válvula (V2). Una vez que la placa colectora comienza a recibir la radiación del sol, la solución contenida en el colector experimenta un periodo de elevación de temperatura hasta alcanzar su máximo valor entre las 11 a.m. y la 1 p.m., temperatura que se mantiene en este valor estable (70-80°C) en días despejados, hasta cerca de las 4 p.m., hora en que disminuye la radiación y comienza el proceso de enfriamiento del colector, como puede observarse en la figura 3.

Durante el día la solución caliente permite la evaporación del amoniaco el cual se va condensando a una temperatura aproximada de 26°C. Los volúmenes y la concentración se diseñaron para condensar unos 7 kilogramos de amoniaco durante días despejados.

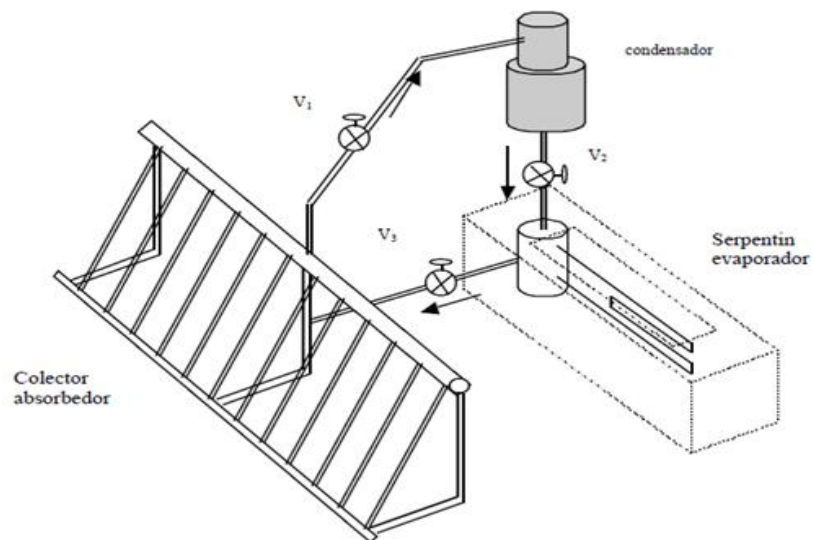


Figura3. Esquema del sistema de absorción amoniaco-agua solar intermitente

En el prototipo existe una válvula de cheque después de la válvula (V1) con el fin de impedir que el amoniaco regrese al colector al bajar la temperatura en las primeras horas de la noche.

La operación nocturna se consigue al cerrar la válvula (V1) y abrir la válvula de expansión (V2), con una temperatura del conjunto evaporador de aproximadamente -4°C . La nevera propiamente dicha está conformada por un recipiente rectangular de 86 litros (0.086 m^3) sumergido en un baño de salmuera que se usa como refrigerante secundario. La salmuera rodea al tanque receptor y al serpentín evaporador y todo este conjunto está contenido en una caja aislada térmicamente del medio ambiente por medio de placas de poliuretano expandido, (Beltrán, 2004).

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Republica Dominicana, desarrollo un prototipo de refrigerador que utiliza la radiación solar como fuente de energía y el fenómeno de adsorción de metanol en carbono activado para la producción de frio. El equipo consta de un colector –generador, un condensador, un evaporador y la cámara fría como se muestra en la figura 4.

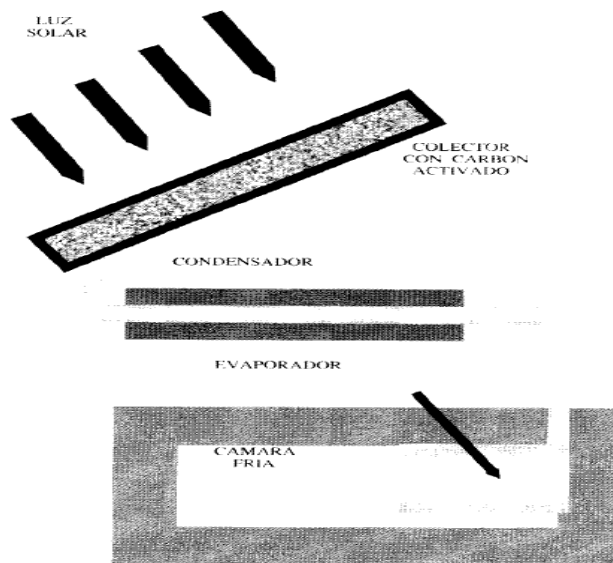


Figura 4. Cámara fría

El principio de funcionamiento es el siguiente: al comenzar la jornada, el colector y el carbón activado que contiene el mismo, se encuentra a una temperatura que es la ambiente T_a entonces todo el metanol del que dispone el sistema se encuentra adsorbido en el carbón activado. A medida que avanza el día, el colector va recibiendo la radiación solar y elevando su temperatura (junto con la del carbón activado) de forma que el metanol se va desorbiendo y pasando el condensador al tiempo que su presión va aumentando hasta que alcanza la presión de condensación de P_c a la temperatura del condensador T_c a partir de ese momento, la presión de vapor de metanol en el sistema permanece constante mientras que siga existiendo desorción. De esta forma se obtiene metanol en forma líquida y el calor de condensación es eliminado hacia el ambiente desde el condensador.

Una vez avanzando el día, la radiación solar comienza a decrecer con el siguiente descenso de la temperatura del colector. De esta forma, el metanol comienza a ser reabsorbido lentamente por el carbón activado si en ese momento se abre la válvula que conecta el condensador con el evaporador, el metanol líquido pasa al evaporador por gravedad y su evaporación se produce dentro del mismo. De esta forma, el calor necesario para la evaporación del metanol es tomado de la cámara fría, donde el fenómeno es utilizado por ejemplo para enfriar agua y producir hielo. (Inna et Echarri, 2004).

En Lima Perú, la Universidad Nacional de Ingeniería desarrolla una refrigeradora para el medio rural donde no existe disponibilidad de una red eléctrica. El funcionamiento de la refrigeradora se basa en un ciclo termodinámico de adsorción, utilizando como refrigerante agua y como adsorbente el mineral zeolita. (Figura 5). El prototipo de esta refrigeradora fue desarrollado por EG-Solar (Altötting, Alemania) y donado a la Universidad. El refrigerador está compuesto de una caja térmica de poliuretano de una capacidad de 44 litros (usado por la Organización Mundial de la Salud – OMS, para mantener vacunas en frío) y en su tapa se

encuentra integrado el evaporador, consistente de un recipiente de acero inoxidable con una capacidad de 1 litro de agua. El evaporador puede conectarse por una manguera de vacío con un comportamiento externo que contiene a un recipiente con la zeolita. Una vez introducido el recipiente con la zeolita seca en el comportamiento, conectado este herméticamente al evaporador con el agua, se puede eliminar el aire del sistema con ayuda de una bomba manual de vacío.

Operación y funcionamiento. Se coloca agua en el evaporador (máximo 1 litro), luego se baja la presión a aproximadamente 2 mbar (extrayendo así todo el aire). Esto hará que el agua se evapore rápidamente, absorbiendo calor latente de los alrededores realizando el proceso descrito en 2.3. La zeolita comienza a adsorber el vapor de agua lo que impide que la presión parcial del vapor de agua se incremente, este proceso continúa ocasionando un descenso en la temperatura del evaporador hasta que la zeolita se sature y deje de adsorber el vapor de agua o hasta que ya no haya agua.

En pruebas experimentales la temperatura en el evaporador llegó hasta los -7°C , obteniéndose en el interior del refrigerador (caja térmica) una temperatura de -3°C (prueba realizada en septiembre del 2000). Sin embargo en pruebas realizadas en 1998 se obtuvieron temperaturas de -15°C en la placa del evaporador. (Ramos et Horn, 2001).

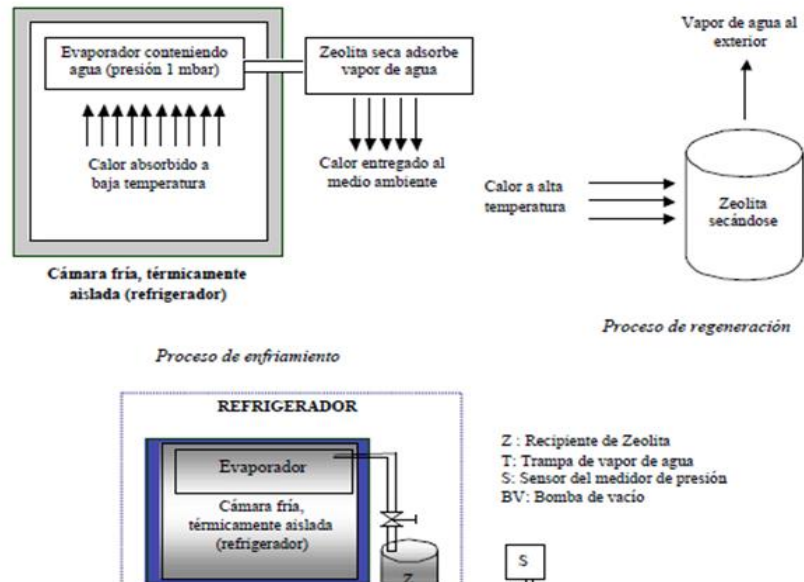


Figura 5. Esquema de los procesos y de la instalación

En la escuela de ingeniería se diseñó y construyó un refrigerador por absorción intermitente, cuya fuente energética es la energía solar (Figura 6). Se experimentó el prototipo, primero separando colector y refrigerador, para luego ser probados juntos. El refrigerador se construyó teniendo en cuenta las normas de seguridad para el trabajo con amoníaco. Todas las uniones son soldadas para evitar cualquier fuga, excepto las del manómetro y válvulas. Se le adaptó un sistema para evacuar el agua que no alcance a ser rectificada, el cual se compone de una tubería que va desde la parte más baja del condensador hasta el tanque generador; con un válvula que impide el paso durante la operación y sólo se abre cuando termina el ciclo completo para que el agua retorne al generador y no obstruya el paso en la evaporación. (GALLO, 2003).



Figura 6. Refrigerador solar.

Los investigadores han producido refrigeradores entre los culés se tiene el siguiente ejemplo: Caja heladera solar que funciona sin válvulas (Figura 7), (Sun y Wang, 2004).

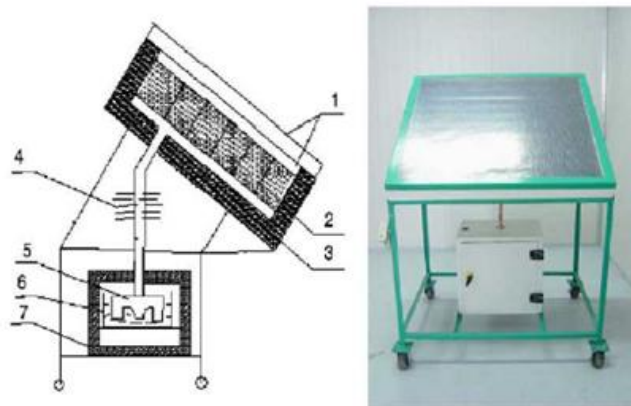


Figura 7 **Caja heladera solar sin válvulas**
 (1) placa cobertora, (2) cama adsorbente, (3) aislante, (4) condensador, (5) evaporador, (6) tanque de agua, (7) caja fría ⁵⁴

1.2. OBJETIVOS

- Diseñar y construir un refrigerador ecológico con enfriamiento por medio de agua, para ser utilizado por los habitantes de la zona marginada de la sierra de Arteaga Coahuila.
- Reducir la problemática de descomposición de alimentos percederos de la canasta básica

1.3. HIPOTESIS

Es posible el diseño y construcción de un refrigerador (ecológico) que enfrié por medio de un baño de agua para la conservación de alimentos percederos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Concepto de refrigerador

Un refrigerador es un dispositivo empleado principalmente en cocina y en laboratorio, con un compartimento principal en el que se mantiene una temperatura de entre 2 y 6 °C y también, frecuentemente, un compartimento extra utilizado para congelación a -18 °C y llamado, apropiadamente, congelador.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador>)

Concepto de refrigeración (del latín frigus, frío), generalmente, el enfriamiento de un cuerpo por transferencia de calor. Algunas aplicaciones típicas son la conservación, en particular de alimentos, y también el enfriamiento de bebidas para hacer su consumo más agradable. El enfriamiento de un cuerpo caliente se efectúa a menudo mediante aire a temperatura ambiente. El enfriamiento de la placa base de un ordenador, por ejemplo, se realiza extrayendo el aire caliente de la carcasa mediante por medio de un ventilador.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador>)

La función de una máquina de refrigeración es tomar el calor del lado de baja temperatura y expulsarlo al exterior, empleando una fuente de energía externa para mantener el proceso. Un refrigerador es una bomba de calor, impulsada generalmente por un motor eléctrico. Es asimismo posible emplear sales eutécticas o absorción.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador>)

Rango de temperatura ambiente ideal para el funcionamiento de un refrigerador depende del clima local:

N (templado) 16 a 32 °C

SN (templado amplio) 10 a 32 °C

T (tropical) 18 a 43 °C
SN-T (tropical amplio) 10 a 43 °C
N-T (de templado a tropical) 16 a 43 °C
SN-ST (subtropical amplio) 10 a 38 °C
N-ST (templado a subtropical) 16 a 38 °C
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador,2011>).

2.2. Aplicaciones de la refrigeración

La industria de la refrigeración se encuentra inmersa en varias aplicaciones, se han agrupado en 6 categorías generales:

- . Refrigeración domestica.
- . Refrigeración comercial.
- . Refrigeración industrial.
- . Refrigeración marina y de transportación.
- . Acondicionamiento de aire para el confort humano
- . Acondicionamiento de aire industrial.(Buenaño, 2010).

2.3 Tipos de Refrigeración

2.3.1. Refrigeración por compresión:

Este sistema es utilizado en las neveras hogareñas. Y en la mayoría de las instalaciones industriales de producción de frio. El funcionamiento del mismo se basa en comprimir un gas asta licuarlo, eliminando el calor que produce al ambiente por medio de un radiador. Luego de esto el líquido obtenido se evapora, en una cámara térmica aislada del ambiente con lo que se obtiene el frio en dicha cámara. Los gases más usados para este tipo de equipos son los clorofluorcarbonos conocidos como CFC, y que tienen consecuencias graves en la disminución de la capa de ozono. En algunas instalaciones industriales se utiliza el amoniaco, que si bien no tiene consecuencias en la capa de ozono, tiene consecuencias directas sobre la salud que con la explotación de este tipo de tecnología requiere de controles estrictos. (Samson et Echarri, 2004).

2.3.2. Refrigeración termoacústica:

Los dispositivos de este tipo son básicamente, un tubo metálico hueco en un extremo, en el otro extremo se encuentra el diafragma vibrante que produce la onda sonora sobre el gas encerrado en el tubo. Las fluctuaciones de presión en la cavidad son acompañadas por fluctuaciones de temperatura, y de esta forma, el calor es transportado desde el extremo cerrado del tubo así a las cercanías del diafragma, donde se encuentra una pieza de material poroso que recibe calor y lo expulsa al medio ambiente

Este tipo de dispositivo se encuentra en una etapa experimental, considerándose por ejemplo la posibilidad de refrigerar chips de computadoras. Por lo tanto, esta tecnología no tiene en el presente posibilidades reales de aplicación para refrigeradores hogareños. (Samson et Echarri, 2004).

2.3.3. Refrigeración por absorción:

El sistema de refrigeración por absorción consiste en ciclos donde una sustancia es disuelta en otra y la cantidad de sustancia disuelta cambia por la aplicación de calor a la mezcla. Luego de esto, la sustancia que se evapora de la mezcla es reabsorbida por la misma, momento en que se produce la refrigeración.

El primer sistema fue desarrollado por John Leslie utilizando el par ácido sulfúrico- agua, donde el ácido sulfúrico reabsorbía el agua y esta, por evaporación, enfriaba un recipiente. Más tarde, en 1959 Ferdinand Carre desarrolla una máquina refrigeradora que utilizaba el par amoníaco-agua, donde el enfriado se produce por la evaporación del amoníaco. (Samson et Echarri, 2004).

2.3.4. Refrigeración por efecto Peltier:

El paso de una corriente eléctrica a través de la unión de dos metales conductores distintos, en una cierta dirección, produce un efecto de frío. Si se invierte la dirección de la corriente, se obtiene un efecto de calentamiento, diferente al efecto de calentamiento en una resistencia eléctrica. El descubrimiento tuvo que esperar más de un siglo para convertirse en la base de un nuevo método de refrigeración (García, 2006).

2.4. Leyes termodinámicas en la refrigeración

Para analizar y comprender mejor la refrigeración, se hace necesario definir las leyes termodinámicas que influyen directamente en el ciclo de refrigeración; estas son la primera y segunda ley de la termodinámica.

La ley de conservación de energía, la cual es la primera ley, dice que la energía total asociada con una conversión de energía permanece constante. El calor constituye una forma de energía y puede ser transferido, este se encuentra presente en todas las sustancias, sobre una temperatura del cero absoluto. Este principio es común en el campo de la calefacción, ventilación y aire acondicionado, especialmente cuando se refiere a él como un equilibrio de la energía.

El cambio en la energía total de un sistema es igual a la energía agregada al sistema menos la energía eliminada del mismo.

La segunda ley de la termodinámica establece que la transferencia de calor se da en una sola dirección, de mayor a menor temperatura, y esto tiene lugar a través de tres modos básicos: por conducción, convección y radiación.

Es esta ley la que permite analizar dificultades en el uso eficiente de la energía. Esta ley implica que cuando la energía calorífica se emplea para efectuar trabajo, nunca está completamente disponible para fines útiles. Algo de esta energía se pierde y deja de ser disponible para determinado trabajo. (Ríos, 2004).

2.5. Funcionamiento de Refrigeradores Domésticos.

El principio básico usado en un refrigerador es: La expansión de un gas reduce su temperatura. El segundo principio para entender cómo funciona un refrigerador es la ley cero de la termodinámica que de grosso modo nos dice: Cuando dos superficies a distinta temperatura entran en contacto, la superficie que esta a mayor temperatura se “enfria” y la superficie a menor temperatura se “calienta”. Necesitamos también conocer las partes de un refrigerador, que intervienen de distintas formas para poder mantener el espacio refrigerado a baja temperatura.

Refrigerante: Es la sustancia que lleva a cabo la función de enfriamiento en el refrigerador a través de los cambios en su presión y temperatura. El refrigerante comúnmente usado es el amoníaco o los HFCs (hidrofluorocarburos menos dañinos que los antes usados CFCs clorofluorocarbonos). Antes el freón era la sustancia más usada como refrigerante. El líquido usado en el refrigerador tiene un punto de ebullición muy bajo.

Cada refrigerante es identificado por un nombre como R-12, R-22, R-502, etc., el agua por ejemplo tiene el nombre R-718.

Evaporador (Figura 8): Esta es la parte que absorbe el “calor” adentro del refrigerador con la ayuda del refrigerante líquido evaporado.

Serpentín: Gran parte del refrigerador está rodeado por una serie de una especie de “rollos” intercambiadores de calor. Estos rollos llevan el refrigerante de un lado a otro. La mayoría de estos rollos están atrás del compresor.

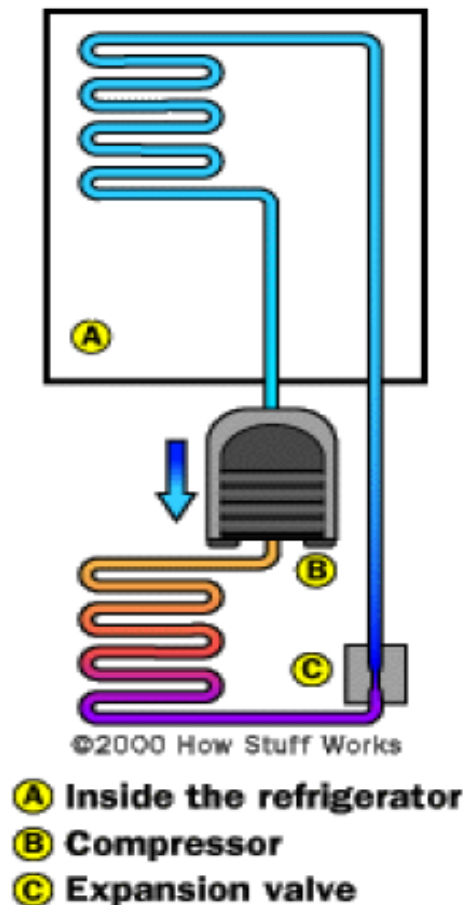


Figura 8 Evaporador de un refrigerador domestico.

Compresor (Figura 9): Es un dispositivo pesado hecho de metal que es puesto en funcionamiento por un motor y comprime el refrigerante. La principal función del compresor es incrementar la presión y por lo tanto la temperatura del gas refrigerante.

Condensador: Es la parte del refrigerador que condensa el refrigerante evaporado (es decir lo cambia a su fase líquida) y reduce su temperatura.

Válvula de expansión: La válvula de expansión reduce la presión sobre el refrigerante líquido. Ahora, el ciclo que ocurre en el refrigerador sería así:

>El gas refrigerante pasa a través del compresor. Aquí el gas es comprimido y por lo tanto la presión sobre él aumenta. La temperatura del gas refrigerante en cambio aumenta como resultado del incremento de presión y toma la forma de vapor sobrecalentado.

>El refrigerante pasa a través de los serpentines y libera “calor” a su alrededor. Entonces el refrigerante se enfría debido a esa pérdida de calor.

>Cuando el refrigerante pasa por el condensador, su temperatura se reduce. Sin embargo su presión se mantiene constante. Debido a la reducción de su temperatura, el refrigerante cambia a su fase líquida.

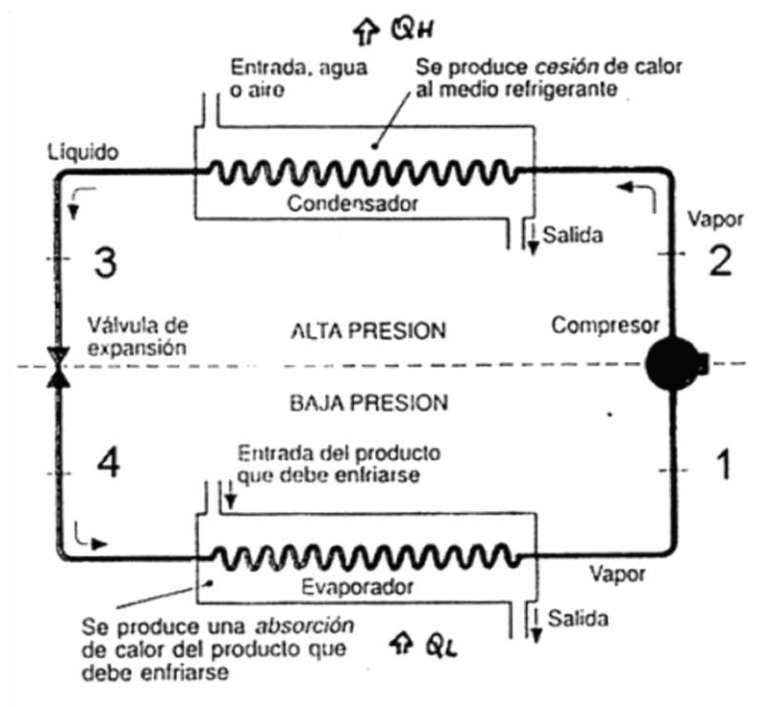


Figura 9. Compresor de un refrigerador domestico.

>La válvula de expansión causa una repentina reducción en la presión sobre el refrigerante. Una parte del refrigerante se evapora y se expande. Esta expansión causa un descenso en la temperatura del refrigerante.

>La evaporación del líquido refrigerante, está presente en el evaporador, el cual absorbe el calor de los alimentos que están en el refrigerador y por lo tanto los mantiene fríos. Aquí es donde interviene la ley cero de la termodinámica, el refrigerante esta a una temperatura menor que los alimentos.

>El refrigerante eleva su temperatura (debido al equilibrio térmico que debió ocurrir) y pasa a su fase gaseosa. El refrigerante que es ahora un gas entra de nuevo al compresor y el ciclo se repite.

Podríamos decir entonces que la refrigeración es el resultado del intercambio de calor de un lugar a otro, con la ayuda de la expansión y compresión del refrigerante (figura 10), (Busso, 2007).

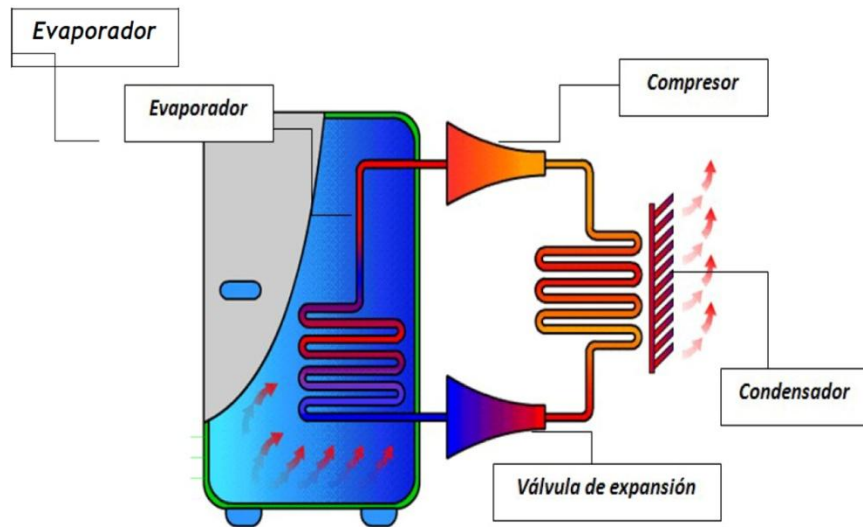


Figura 10. Esquema de proceso de funcionamiento de un refrigerador domestico.

2.6. Refrigeración de alimentos.

Los métodos de refrigeración y de congelación permiten evitar los efectos del calor sobre los alimentos. La refrigeración consiste en hacer descender la temperatura de los alimentos hasta valores próximos a los 0°C , pero sin llegar a la formación de hielo. Las neveras son un ejemplo del uso de la refrigeración para conservar alimentos. La refrigeración también se emplea a nivel industrial para almacenar grandes cantidades de productos (frutas, hortalizas, carnes, etc.) y en el transporte (camiones, vagones de ferrocarril, barcos). Los alimentos refrigerados pueden conservarse durante un lapso de tiempo que va desde uno o dos días (mariscos, pescados) hasta meses (huevos).

(<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion%203.htm>).

Congelar un alimento es hacer descender su temperatura por debajo de los 0°C . Frecuentemente se emplea la ultra congelación, la congelación

ultrarrápida hasta temperaturas de entre 18° y 40° C. Así se evita que se formen grandes cristales de hielo, que alterarían la textura de los productos. Al descongelar los alimentos ultra congelados, éstos conservan unas características mucho más parecidas a las de los alimentos frescos. La ultra congelación destruye hasta un 50% de los microorganismos que pudieran contener los alimentos. Tanto en la industria como en los hogares, la congelación y la ultra congelación se usan cada vez más en la conservación de mariscos, pescados, carnes, frutas y hortalizas crudas, y también para conservar comidas preparadas y semipreparadas.

(<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion%203.htm>).

2.6.1. Refrigeración para la conservación de alimentos.

La mitad de la producción mundial de alimentos necesita de uno de los procesos de conservación más importantes: la refrigeración. El desarrollo de ésta, esencial para prevenir las pérdidas de calidad y de valores nutricionales, hizo que los productos más perecederos pudieran llegar a un gran número de personas en todo el mundo. La congelación y almacenaje a muy bajas temperaturas (-20°C, - 30°C), permiten largos tiempos de conservación para muchos alimentos, incrementando las posibilidades de comercio internacional.

Preenfriamiento

Se denomina preenfriamiento a la operación destinada a bajar rápidamente la temperatura alta de un producto.

El diseño de plantas para enfriar y mantener refrigerados frutas frescas y vegetales debe tener en cuenta la respiración continua y los productos que se eliminan: calor y dióxido de carbono (CO₂). La intensidad de este proceso,

que está directamente relacionada con la velocidad de maduración, se reduce por una disminución de la temperatura y está también influenciada por la composición de la atmósfera que rodea al producto durante el almacenaje.

Muchas frutas tropicales como las bananas, que representan el ítem más grande en la carga de los barcos refrigerados, tienen un período de almacenaje de aproximadamente sólo 3-4 semanas dependiendo de la variedad y de la etapa de desarrollo al momento de la cosecha. Es importante que los productos vegetales sean enfriados a las temperaturas de almacenaje tan rápido como sea posible luego de la cosecha. Idealmente la cadena de frío debería empezar en el campo. Las llamadas estaciones de preenfriamiento están siendo, entonces, más y más comunes en los países exportadores de frutas. Para manzanas, peras y frutos cítricos hay generalmente estaciones combinadas con el envasado y salas frías para extender la estación de venta. (Ciarlo et Booman, 2011).

2.7. Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. En otras palabras la conductividad térmica es también la capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras moléculas adyacentes o a sustancias con las que está en contacto. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad térmica se mide en $W/(K \cdot m)$. También se lo expresa en $J/(s \cdot ^\circ C \cdot m)$ (http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_térmica).

La conductividad térmica es una magnitud intensiva. Su magnitud inversa es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor. Para un material isótropo la conductividad térmica es un escalar k definido como:

$$k = \left| \frac{\dot{q}}{\nabla T} \right|$$

Donde:

\dot{q} , es el flujo de calor (por unidad de tiempo y unidad de área)

∇T , es el gradiente de temperatura.

(http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_térmica).

2.7.1. Conductividades térmicas de los materiales:

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, es baja en polímeros, y muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio, que se denominan por ello aislantes térmicos. Para que exista conducción térmica hace falta una sustancia, de ahí que es nula en el vacío ideal, y muy baja en ambientes donde se ha practicado un vacío bajo.

La tabla 1 que se muestra a continuación se refiere a la capacidad de ciertos materiales para transmitir el calor. El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m², para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras. Es una propiedad intrínseca de cada material que varía en función de la temperatura a la que se efectúa la medida, por lo que suelen hacerse las mediciones a 300 K con el objeto de poder comparar unos elementos con otros. Es un mecanismo molecular de transferencia de calor que ocurre por la excitación de las moléculas. Se presenta en todos los estados de la materia pero predomina en los sólidos.

(<http://esiatecamachalco.foroactivo.com/t87-coeficientes-o-factores-de-conductividad-termica-de-los-materiales-empleados-en-la-construccion->

acabados-estructurales-oscar-cantero-5av, 2011).

Material	Conductividad térmica(λ)= W/(K·m)
Acero	47-58
Agua	0,58
Aire	0,02
Alcohol	0,16
Alpaca	29,1
Aluminio	209,3
Amianto	0,04
Bronce	116-186
Cinc	106-140
Cobre	372,1-385,2
Corcho	0,04-0,30
Estaño	64,0
Fibra de vidrio	0,03-0,07
Glicerina	0,29
Hierro	80,2
Ladrillo	0,80
Ladrillo refractario	0,47-1,05
Latón	1.14
Litio	301,2
Madera	0,13
Mercurio	83,7
Mica Moscovita	0,72
Níquel	52,3
Oro	308,2
Parafina	0,21
Plata	406,1-418,7
Plomo	35,0
Poliuretano	0,018-0,025
Vidrio	0,6-1,0

Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales.

2.8. Procedimientos de diseño

La palabra diseño proviene de la palabra latina designare, que significa “designar, marcar...” El diccionario incluye varias definiciones de la palabra

diseño siendo la más aplicable “delinear, trazar o planear como acciones o como trabajo... concebir inventar o idear”.

El diseño de ingeniería se puede definir como “el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización” (Shigley. et al., 1990).

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: maquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos. El diseño mecánico hace uso de matemáticas, la ciencia de los materiales y la ciencia mecánica aplicada. Un problema de diseño no es un problema hipotético en absoluto. Todo diseño tiene un propósito concreto: la obtención de un resultado final al que se llega mediante una acción determinada o por la creación de algo que tiene finalidad física.

2.8.1. Fases del diseño

El proceso total del diseño se procede con preguntas: ¿Cómo empieza? ¿Simplemente llega un ingeniero a un escritorio y se sienta ante una hoja de papel en blanco y se pone a escribir algunas ideas? ¿Qué hace después? ¿Qué factores determinan o influyen en las decisiones que se deben tomar? Por último ¿Cómo terminar este proceso de diseño.

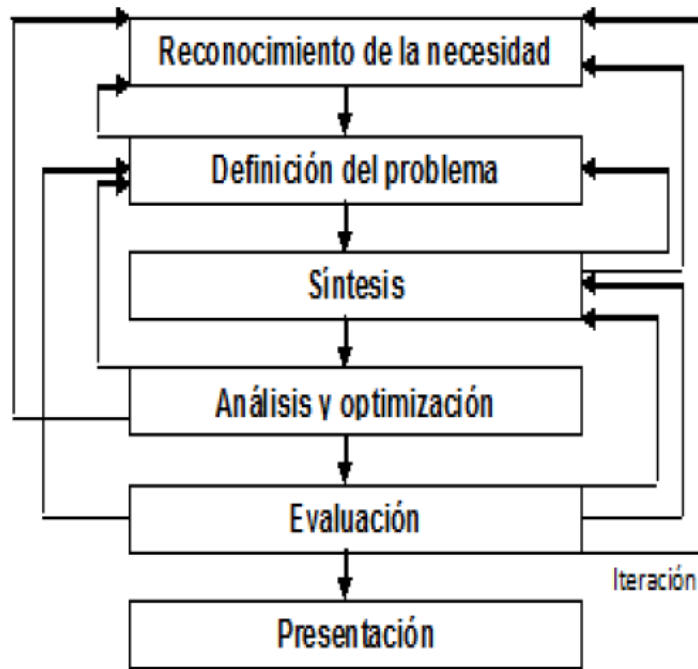


Figura11. Fases de Diseño

En la figura 11 se muestra el proceso del diseño. Este principia con la identificación de una necesidad y con una decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones o repeticiones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad. A continuación se examinarán estos pasos (Norton, 1999).

2.8.2. Identificación de la necesidad

El ingeniero empieza cuando se da cuenta de la necesidad y decide hacer algo al respecto. Identificar la necesidad y expresarla con determinadas palabras es una actividad bastante creativa pues la necesidad puede manifestarse algo vaga, un descontento, una dificultad o la sensación de que algo no es correcto. La persona que es muy sensible y percibe fácilmente las cosas entonces es posible que identifique una necesidad, y también es probable que haga algo al respecto.

Deberá abarcar todas las condiciones para el objeto que ha de ser diseñado. Las condiciones o especificaciones son las cantidades de entrada y salida,

las características y dimensiones del espacio que deberán ocupar el objeto, y todas las limitaciones a estas cantidades. Se puede considerar el objeto a diseñar como algo colocado en una “caja negra”. En este caso se debe especificar lo que entra y lo que sale de dicha caja, junto con sus características y limitaciones. Las especificaciones definen el costo, la cantidad de piezas a fabricar, la duración esperada, el intervalo o variedad de capacidades, temperatura de trabajo y la confiabilidad. Existen muchas condiciones intrínsecas que dependen del entorno particular del diseñador o de la propia naturaleza del problema.

La síntesis no se puede efectuar sin antes realizar el **análisis y optimización** debido a que se debe analizar el sistema a diseñar, con el fin de determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones. El análisis podría identificar si el sistema es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez. El diseño es un proceso iterativo en el que se pasa por varias etapas, se evalúa y se vuelve a la fase anterior del proceso. Esto para analizar y sintetizar varios componentes del sistema para ver el efecto que tienen estos sobre las partes restantes del sistema (**fase de síntesis**). Para el *análisis y optimización* se requiere que se ideen o imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de modelo matemático.

La evaluación es una fase significativa del proceso total de diseño. Es la demostración definitiva de que el diseño es acertado y, por lo general, incluye pruebas de un prototipo de laboratorio. En tal punto es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad o las necesidades. ¿Es confiable? ¿Competirá con éxito contra productores semejantes? ¿Es de fabricación y uso económico? ¿Es fácil mantener y ajustar? ¿Se obtendrán ganancias por su venta o utilización? ¿Cuán probable es que ocasione un litigio como producto de riesgo? ¿Y es factible

de ser asegurado fácilmente y a bajo precio? ¿Es probable que se requieran medios especiales para reemplazar sistemas o partes defectuosas?

La presentación es una tarea de venta. Cuando el ingeniero presenta o expone una nueva idea al personal administrativo de alto nivel (directores, gerentes o supervisores, por ejemplo), está tratando de demostrar que su solución es la mejor. A menos que tenga éxito, el tiempo y esfuerzo empleado para obtener la solución se habrá desperdiciado por completo. Cuando los diseñadores venden una nueva idea, también venden su función como creadores. Si se repiten sus éxitos en la creación de conceptos, diseños, soluciones nuevas y cosas semejantes a la dirección o gerencia de una empresa, se harán acreedores a recibir aumentos de sueldo y ascensos. De hecho, así es como se progresa en una carrera.

2.8.4. Consideraciones de diseño

A veces la resistencia de un elemento en un sistema es un asunto muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento. En tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño. Cuando se usa la expresión consideración del diseño se está refiriendo a una característica que influye en el diseño de un elemento, o quizás, en todo el sistema. Generalmente se tiene que tener en cuenta varios de estos factores en caso de diseño determinado. Alguno de los más importantes son los siguientes:

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Resistencia | 13. Ruido |
| 2. Confiabilidad | 14. Estilización |
| 3. Propiedades térmicas | 15. Forma |
| 4. Corrosión | 16. Tamaño |
| 5. Desgaste | 17. Flexibilidad |

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 6. Fricción o rozamiento | 18. Control |
| 7. Procedimiento | 19. Rigidez |
| 8. Utilidad | 20. Acabado de superficies |
| 9. Costo | 21. Lubricación |
| 10. Seguridad | 22. Mantenimiento |
| 11. Peso | 23. Volumen |
| 12. Duración | 24. Responsabilidad legal |

Algunos de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento, o bien a la unión o ensamble de los elementos del sistema. Otros se refieren a la configuración total del sistema (Rodríguez, 2008).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Metodología

La metodología utilizada fue la de diseño en ingeniería Mecánica por Joshep Edward Shigley y Charles R. Mischke.

Metodología de diseño

3.1.1 Identificación de la necesidad

En el poblado de Jame municipio de Arteaga Coahuila con coordenadas 25 ° 22 '0 "Norte, 100 ° 37' 0" Oeste y 2280 metros de altitud. Debido a la falta de energía eléctrica en hogares alejados en la sierra y a las altas temperaturas en los meses de Mayo, Junio, Julio y parte de Agosto, los alimentos perecederos suelen descomponerse con una rapidez incontrolable ya que últimamente se presentaron temperaturas Min -1.61°C y Max. 34.85°C dentro de estos meses del año 2011, para ello se propone al departamento de maquinaria agrícola de la Universidad trabajar en conjunto para diseñar y construir un refrigerador que funcione sin energía eléctrica, con ello mitigaremos esta necesidad.

3.1.2 Definición del problema

El principal problema que se presento fue diseñar y construir un refrigerador que funcionara con energía que nos brindara el medio ambiente ya que lo más práctico sería comprar un refrigerador eléctrico. Pero debido a que en este poblado no hay servicio de energía eléctrica, no es posible el uso de estos aparatos.

3.1.3 Planteamiento de la alternativa

Se planteo una alternativa de solución, la cual era diseñar y construir un refrigerador que su principal sistema de enfriamiento funcionara con energía que nos brindara el medio ambiente, dicho sistema de enfriamiento será un baño de agua fría constante. Debido a que en este poblado el agua se mantiene a 10°C es posible transmitir este frio a los alimentos y así mitigar este problema de descomposición de alimentos perecederos.

3.1.4 Planteamiento de la propuesta

Realizando el análisis de la alternativa que se tenía, se consideró como una propuesta factible, el construir el equipo de metal (acero inoxidable) debido a que el equipo trabajaría con sustancias corrosivas.

3.1.5 Evaluación y selección de la propuesta

Se evaluó y se seleccionó la propuesta de acuerdo del diseño y creación del refrigerador que funcione con energía que nos brinde el medio ambiente, esta propuesta fue diseñar y construir un refrigerador ecológico. También se tomaron en cuenta los materiales de fácil adquisición y factibilidad económica para así propagar este refrigerador ecológico

3.1.6 Revisión de literatura

En esta etapa se procedió a recopilar información con que se trabajaría, considerando los antecedentes y los métodos utilizados para diseño y creación de refrigeradores eléctricos y ecológicos, esto nos sirvió como guía para ver cómo funciona un refrigerador eléctrico, posteriormente ver el funcionamiento de los refrigeradores ecológicos y tomar la información necesaria para el diseño y creación del refrigerador ecológico.

3.1.7 Elaboración del anteproyecto

Tomando en cuenta los puntos anteriores se realizó un anteproyecto siguiendo una metodología y un formato de investigación sugerido por el Departamento de Maquinaria Agrícola. En dicho anteproyecto se plasmó todo el procedimiento de lo que se hizo y como se realizó la investigación.

3.1.8 Presentación y Aprobación del anteproyecto

En esta etapa se presentó el anteproyecto ante la Academia del Departamento de Maquinaria Agrícola, que se encargó de evaluar y dar su aprobación para la realización de este proyecto. Este proyecto fue aprobado por la Academia de manera satisfactoria y fue apoyado por la importancia que tiene para el desarrollo de la investigación.

3.1.9 Síntesis, análisis y optimización

De acuerdo al análisis realizado y con la revisión del diseño, de los componentes y las especificaciones mencionadas, el refrigerador ecológico se diseñó y construyó en el tiempo necesario, optimizando los recursos. El proyecto se realizó por alumnos interesados en el posterior desarrollo de la investigación que este equipo ayudaría a complementar. Debido al desarrollo de estas investigaciones el equipo no quedará obsoleto, si no que estará en constante desarrollo de acuerdo a las posteriores necesidades.

3.1.10 Construcción

En esta etapa se procedió a realizar el diseño y la construcción del refrigerador ecológico.

3.1.10.1 Diseño

Para realizar el diseño conceptual se utilizó el software de computadora Pro ENGINEER, con el cual se realizó un dibujo en tres dimensiones, posteriormente se desarrollaron los planos individuales de las piezas que

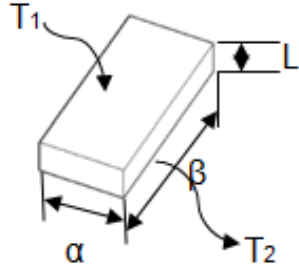
componen el refrigerador. Para el diseño del refrigerador ecológico se seleccionó el siguiente material:

- Puerta de congelador de un refrigerador marca Mabe de 610 mm (24.01 plg) largo, 445 mm (17.51 plg) de ancho y un espesor de 30 mm. (1.18 plg).
- Dos bisagras de un refrigerador marca Mabe las medidas se muestran en el anexo numero III
- Lamina de acero inoxidable calibre 22 (0.74 mm. de espesor)
- Ángulos de galvanizado de 5 cm.
- Tornillos de acero inoxidable de 1/8 plg.
- Tuercas de acero inoxidable de 1/8 plg.
- Rondanas de acero inoxidable 1/8 plg.
- Silicón Sellador
- Soldadura de acero inoxidable

La razón por la cual se propuso que el cuerpo principal del refrigerador estuviera conformado de acero inoxidable se debió a que el sistema de enfriamiento se compondría de un baño de agua y esta podría corroer el material, además de que el acero inoxidable no desprende sustancias nocivas.

3.1.10.1.1. Cálculos

3.1.10.1.2. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCION.



Placa de acero parte superior del refrigerador ecológico.

Datos:

$T_1 = 289.49\text{K}$
 $T_2 = 289.55\text{K}$
 $L = 0.00074\text{m}$
 $\alpha = 0.64\text{m}$
 $\beta = 0.7\text{m}$
 $K = 15\text{ W/mK}$

Formulas:

Ecuación a: $q = AK \frac{(T_2 - T_1)}{L}$

Ecuación b: $A = \alpha \times \beta$

Donde: q : transferencia de calor por conducción
 A : área de la placa acero situada en la parte superior del refrigerador ecológico
 K : conductividad térmica del acero inoxidable
 T_1 : temperatura 1
 T_2 : temperatura 2
 L : espesor de la placa de acero inoxidable
 α : ancho de la placa de acero inoxidable
 β : largo de la placa de acero inoxidable.

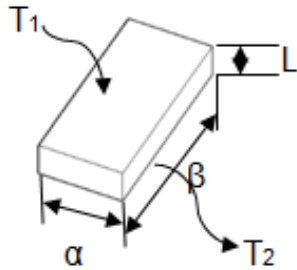
- Sustituyendo valores en la ecuación "b" para obtener el área de la placa de acero

$$A = 0.64\text{m} \times 0.7\text{m} = 0.448\text{m}^2$$

- Sustitución de valores en la ecuación "a" para obtener transferencia de calor por conducción

$$q = (0.448)(15) \frac{(289.55 - 289.49)}{0.00074} = 544.8648649\text{ W}$$

3.1.10.1.3 TRANSFERENCIA DE CALOR RADIACION



Placa de acero parte superior del refrigerador ecológico.

Datos:

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2\text{k}^4$$

$$T_1 = 289.49 \text{ K}$$

$$T_2 = 289.55 \text{ K}$$

$$\alpha = 0.64 \text{ m}$$

$$\beta = 0.7 \text{ m}$$

Formulas:

$$\text{Ecuación a: } q = \sigma A(T_1^4 - T_2^4)$$

$$\text{Ecuación b: } A = \alpha \times \beta$$

Donde: q: transferencia de calor por radiación
 σ : constante de Stefan-Boltzman
 A: área de la placa acero situada en la parte superior del refrigerador ecológico
 T_1^4 : temperatura 1 a la cuarta potencia
 T_2^4 : temperatura 2 a la cuarta potencia
 α : ancho de la placa de acero inoxidable
 β : largo de la placa de acero inoxidable.

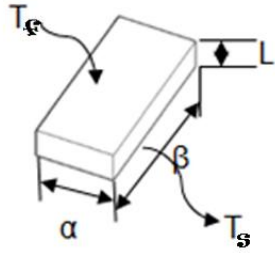
- Sustituyendo valores en la ecuación “b” para obtener el área de la placa de acero

$$A = 0.64\text{m} \times 0.7\text{m} = 0.448\text{m}^2$$

- Sustitución de valores en la ecuación “a” para obtener transferencia de calor por radiación

$$q = (5.67 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2\text{k}^4) \times (0.448 \text{ m}^2) \times (289.49^4 \text{ k}^4 - 289.55^4 \text{ k}^4) = -0.1479436739 \text{ W}$$

3.1.10.1.4. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCION



Placa de acero parte superior del refrigerador ecológico.

Datos:

$$h = 25 \text{ (W/m}^2\cdot\text{k)}$$

$$T_f = 289.49 \text{ K}$$

$$T_s = 289.55 \text{ K}$$

$$\alpha = 0.64 \text{ m}$$

$$\beta = 0.7 \text{ m}$$

Formulas:

$$\text{Ecuación a: } q = hA(T_s - T_f)$$

$$\text{Ecuación b: } A = \alpha \times \beta$$

Donde: q : transferencia de calor por radiación
 h : coeficiente convectivo
 A : área de la placa acero situada en la parte superior del refrigerador ecológico
 T_f : temperatura del fluido
 T_s : temperatura de la superficie
 α : ancho de la placa de acero inoxidable
 β : largo de la placa de acero inoxidable.

- Sustituyendo valores en la ecuación “b” para obtener el área de la placa de acero

$$A = 0.64 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 0.448 \text{ m}^2$$

- Sustitución de valores en la ecuación “a” para obtener transferencia de calor por convección

$$q = (25 \text{ w/m}^2\cdot\text{k})(0.448 \text{ m}^2)(289.55 \text{ k} - 289.49 \text{ k}) = 0.732 \text{ W}$$

3.1.10.2. Construcción

Para la construcción de los componentes del refrigerador se tomaron como base las longitudes y espesor especificado en el diseño anexo III

- Se cortó una placa de acero inoxidable con medidas de 2,330 mm (91.73 plg) de largo y 900 mm (35.43 plg) de ancho, la cual pasaría a formar el armazón principal del refrigerador ecológico.
- Se cortó una placa de acero inoxidable con medidas de 840 mm (330 plg) de largo y 670 mm (263.78 plg) de ancho para construir una charola, teniendo como función principal recoger el agua utilizado en el sistema de enfriamiento del refrigerador para posteriormente enviarla al sistema de riego.
- Se cortó una placa de acero inoxidable con medidas de 740 mm (29.13plg) de largo y 350 mm (13.77plg) de ancho para construir una placa divisora del refrigerador, esta se utilizará para colocar cosas dentro del refrigerador, además de reforzar la estructura de este.
- Se cortó una placa de acero inoxidable con medidas de 703 mm (27.67 plg) de largo y 537 mm (21.14 plg) de ancho para constituir la tapa trasera del refrigerador
- Se construyo un marco formado por ángulo galvanizado de 5 cm las medidas se muestran en el diseño, dicho ángulo se corto a la medida de 2,330 mm (91.73 plg) de longitud para después ser maquinado.

Se maquinaron todas las placas para que formaran la armazón principal, charola exterior, charola interior, tapa trasera y marco del refrigerador ecológico respectivamente.

Se hicieron 6 perforaciones de 1/8 de pulgada y 116.6mm de espaciamiento entre perforación y perforación, en lo que fue la junta del armazón principal, de igual manera se hicieron 8 perforaciones de 1/8 de pulgada en la parte

trasera del la armazón principal y tapa trasera, el espaciamiento entre perforación y perforación se muestran en el anexo III, de igual manera se hicieron 10 perforaciones de un octavo de pulgada en la parte frontal del armazón principal y marco frontal del refrigerador ecológico, el espaciamiento dado entre perforación y perforación se muestra en el anexo III.

Se procedió a soldar las juntas del armazón principal, charola exterior, charola interior y marco frontal del refrigerador ecológico.

3.1.10.3. Ensamble

En esta etapa se ensambló lo que fue la tapa trasera con la armazón principal, esta fue asegurada con tornillos de 1/8 de pulgada, después se ensambló el marco en la parte frontal de armazón principal del refrigerador ecológico, unidos con tornillos de 1/8 de pulgada, siguiendo con el procedimiento se paso a ensamblar la charola interna, de igual forma asegurada con tornillos de 1/8 de pulgada, siguiendo con el proceso se dio a la tarea de colocar y asegurar en la parte frontal del refrigerador las bisagras y la puerta. Al momento de unir los diferentes componentes del refrigerador se sellaban las juntas con silicón sellador para tener aislado el interior de este.

3.1.11. Evaluación

La evaluación se llevo a cabo en una cabaña situada en el poblado de Jame municipio de Arteaga Coahuila con coordenadas 25 ° 22 '0 "Norte, 100 ° 37' 0" Oeste y 2280 metros de altitud. Dicha cabaña fue acondicionada para poder empotrar el refrigerador en una de sus paredes para que una parte del refrigerador quedara en el exterior de esta.

La evaluación consistió en monitorear durante un periodo de 28 días iniciando el 14 de agosto del 2011 y finalizando el 10 de Septiembre del mismo año. Se midieron cuatro temperaturas (temperatura del agua, temperatura interior del refrigerador, temperatura del medio ambiente y

temperatura dentro de la cabaña), estas temperaturas se tomaron con un instrumento llamado Data logger de cuatro canales. La finalidad de monitorear las temperaturas fue la de registrar el comportamiento estas con el tiempo. (Anexo I)

3.2. Criterios de diseño

Seguridad. Los componentes de este equipo trabajan relativamente seguros, no tienden a causar ningún daño.

Peso. 15 kg aproximadamente.

Duración. Si el equipo se opera adecuadamente, este tendrá elementos de duración de por vida

Ruido. Si el equipo está trabajando al 100% de efectividad, presentara un ruido de agua corriendo o de agua en una fuente.

Mantenimiento. Este es muy fácil ya que el acero inoxidable es de extensa durabilidad y es un material anticorrosivo

Flexibilidad. El diseño facilita el manejo y transporte de este equipo a cualquier lugar.

Tamaño. Por su tamaño (700 mm x 640 mm x475 mm) Es de fácil transporte y movimiento.

3.3. Materiales y componentes

Tabla 2 Materiales y componentes

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL ARTICULO
1	Charola de acero inoxidable calibre 22 espesor 0.74 mm, dimensiones de 720 mm x 550 mm x 30 mm.
1	Charola de acero inoxidable calibre 22 espesor 0.74 mm, dimensiones de 640 mm x 250 mm x 25 mm.
1	Armazón principal del refrigerador de acero inoxidable calibre 22 espesor 0.74 mm, dimensiones de 700 mm x 640 mm x475 mm
1	Tapa trasera de acero inoxidable calibre 22 espesor 0.74, dimensiones de 643 mm x 477 mm x 30 mm.
1	Marco frontal hecho de ángulo galvanizado (50 mm espesor), dimensiones de 640 mm x 480 mm.

2	Bisagras de acero inoxidable espesor 3 mm marca Mabe
1	Puerta de congelador de la marca Mabe con espesor de 30 mm.
30	Tornillos de acero inoxidable de 1/8 plg
24	Tuercas de acero inoxidable de 1/8 plg
24	Rondanas de acero inoxidable 1/8 plg
1	Silicón Sellador
5	Varilla de soldadura de acero inoxidable

3.4. Precio de materiales y componentes

Tabla 3 precio de materiales y componentes

Cantidad	Unidad de medida	Descripción del artículo	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
1	Disco	Software Pro ENGINEER	200	200
3.71	m ²	Lamina de acero inoxidable calibre 22 (0.74 mm de espesor)	431.26	1,600
3.9	m	Ángulos de galvanizado de 5 cm (2 plg)	20	78
30	Tornillo	Tornillos de acero inoxidable de 1/8 plg	3	90
24	Tuerca	Tuercas de acero inoxidable de 1/8 plg	1	24
24	Rondana	Rondanas de acero inoxidable 1/8 plg	.50	12
1	Cilindro	Silicón Sellador	80	80
5	Varillas	Soldadura de acero inoxidable	10	50
TOTAL				2,134.00

3.5. Máquinas y Herramientas utilizadas

- Torno
- Fresadora
- Taladro
- Equipo de soldadura
- Prensa de banco
- Arco y segueta
- Lijas
- Tijeras industriales
- Pulidor
- Broca (1/4)
- Llaves españolas (7/16)
- Llaves pericas

IV. RESULTADOS

1. Como resultado se obtuvo un refrigerador de acero inoxidable calibre 22 espesor de 0.74 mm con dimensiones de 700 mm x 640 mm x 475 mm con un peso aproximado de 15 kg (figura 12).

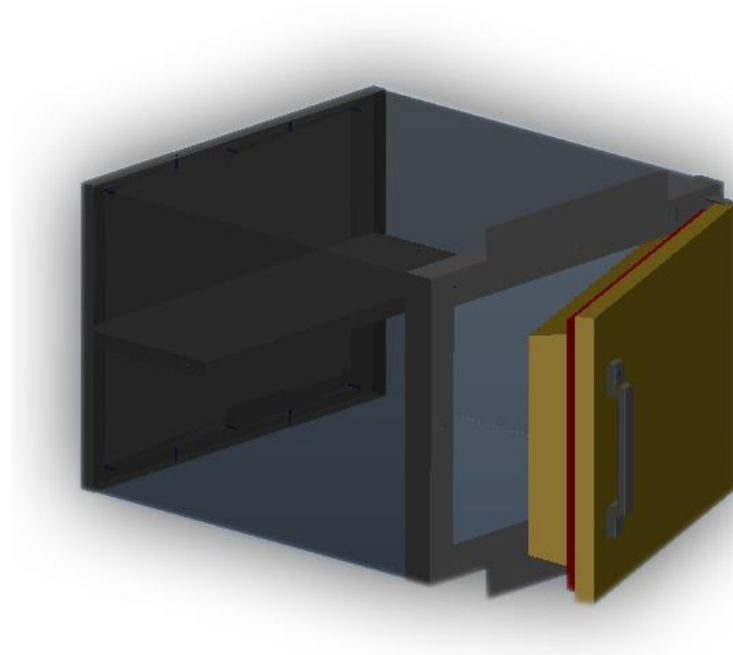


Figura 12 Diseño conceptual en Pro ENGINEER

2. De acuerdo al diseño, obtuvimos como producto final la construcción y el montaje del equipo tal y como fue descrito en la metodología de este trabajo (figura 13).



Figura 13. Refrigerador ecológico hecho de acero inoxidable calibre 22.



Figura 14. Refrigerador Ecológico Empotrado.

4.1 Sistema de enfriamiento:

El sistema de enfriamiento está conformado por las siguientes partes que se presentan a continuación en la figura 15.

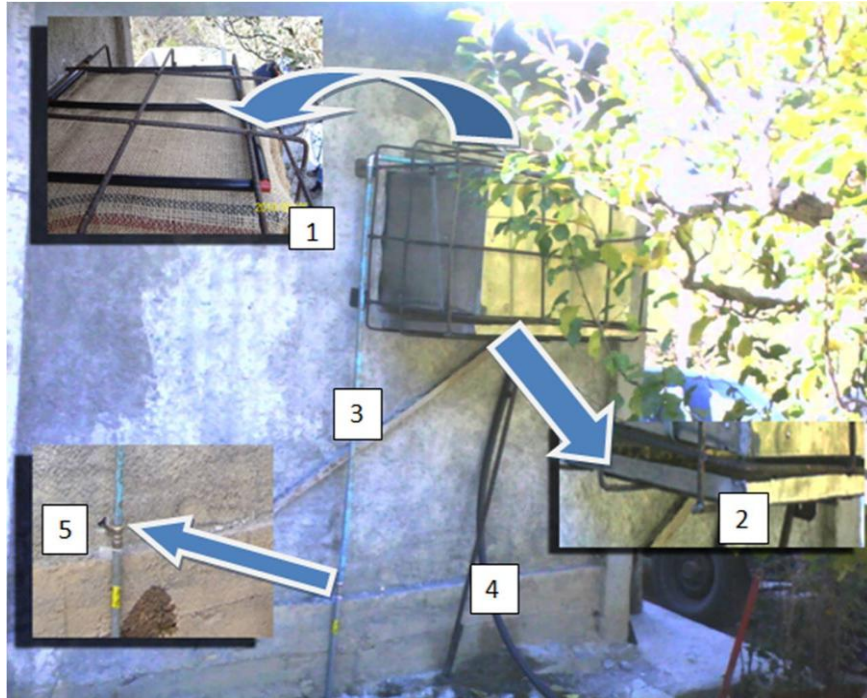


Figura 15. Componentes del sistema de enfriamiento (baño de agua fría).

1. Sistema de goteo construido de manguera negra de 1/2 plg. con dimensiones de 550 mm x 500 mm y 275 mm de espaciado entre manguera.
2. Charola de acero inoxidable calibre 22 dimensiones de 720 mm x 550 mm x 30 mm, que tiene como función retener el agua del sistema de goteo que baña al refrigerador ecológico.
3. Tubo de alimentación de agua de 1/2 plg galvanizado.
4. Manguera negra de 1 pulgada función desagua del baño de agua fría.
5. Llave de bola 1/2 plg que controla el paso de agua.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto se concluyó satisfactoriamente, cumpliendo con los objetivos planteados, los cuales consistían en el diseño y construcción de un refrigerador ecológico el cual pudiera mitigar el problema de descomposición de alimentos.

De acuerdo con la evaluación del refrigerador ecológico que consistió en evaluar cuatro temperaturas que fueron: temperatura de la cabaña, temperatura del refrigerador, temperatura del agua y temperatura del medio ambiente, las cuales como promedio fueron: los siguientes: 17.9°C, 16.5°C, 16.4°C, 15.09°C, temperaturas mínimas de 12.93°C, 12.55°C, 12.16°C, 6.62°C y temperaturas máximas de 23.6°C, 21.3°C, 21.7°C, 27.91°C respectivamente, esto quiere decir que tomando la máxima del medio ambiente y la máxima del refrigerador nos da una diferencia de 6.61°C esto nos da como conclusión de que el refrigerador ecológico desciende una temperatura de 6.61°C, con respecto a la temperatura máxima del medio ambiente, también se puede decir que en cuanto a las horas en que el sol proyecta mayor radiación que son de las 14 a las 17 horas, el refrigerador registro una temperatura promedio de 19.97°C vs temperatura promedio de la cabaña que fue de 21.76, esto se debe a que la cabaña no se habitó en el periodo de las pruebas, es por eso que la diferencia de temperaturas (1.79°C) no es significativo.

Se recomienda realizar más evaluaciones al refrigerador principalmente porque la temperatura del agua del sistema de enfriamiento se incrementó considerablemente desde la fuente de abastecimiento (10°C) hasta el refrigerador, debido a la distancia (500 m), color de la manguera y que esta no estaba cubierta con suelo en algunas partes. También se recomienda rediseñar el refrigerador para utilizar menos agua, otros materiales, otras formas del refrigerador y otros sistemas de enfriamiento para eficiente el

funcionamiento de este. La justificación por la cual se uso acero inoxidable es debido a que tiene mayor durabilidad, además de que es resistente a la corrosión, más higiénico y fácil de limpiar.

VI. LITERATURA CITADA

Luis Buenaño, (2010), Diseño y construcción de un sistema de refrigeración de conservación para laboratorio, tesis de Ingeniero Mecánico, facultad de mecánica

Escuela superior politécnica de Chimborazo Ecuador.

Hernández Ramírez S.L., (2010), Universidad de América, (2010), Revista de investigación, volumen 3, Enero-Junio, ISSN 2011-639X, Universidad de América.

Ferreira, (1998), Universidad Federal de Paraiba, Departamento de Ingeniería Mecánica, Av. Aprígio Veloso, 882 – C.P. 10069 58109-970 Campina Grande-PB, BRASIL
pralon@dem.ufpb.br

Beltrán, (2004) R.G, Universidad de Los Andes, Cra 1E 18A-70, Bogotá Colombia, www.uniandes.edu.co, Telf. 571 3324322, Fax 571 3324323

Inna et Echarri, (2004), Ciencia y Sociedad, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Republica Dominicana.

Ramos y Horn,(2001), Comportamiento Experimental de un refrigerador por adsorción, Centro de Energías Renovables, Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú.

Gallo, (2003), Diseño y construcción de un refrigerador solar por absorción intermitente, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT.

Sun y Wang, (2004), Diseño y Construcción de un sistema de enfriamiento por adsorción solar, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica.

García,(2006), Diseño de una unidad de refrigeración local mediante tecnología Peltier, Escuela técnica superior de ingeniería (ICAI), Ingeniero industrial, Universidad Pontificia Comillas.

Ríos, (2004), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica.

Busso, (2007), Avances en energías renovables y medio ambiente, Vol. 11, (ISSN).

Ciarlo et Booman , (2011), Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera y Alimentos Regionales (INTI - CITEP - Centro Regional Sur).

Norton, R.L., (1999), Diseño de maquinas, 1a edición, Ed. Prentice-Hall, México.

Shingley E, Joseph. D. y Mischke R.C., (1990), Diseño en ingeniería mecánica. 5a Edición, Ed. Mc Graw Hill.

Rodríguez Becerra J.M. Diseño, construcción y evaluación de los elementos que están directamente en contacto con el suelo de una sembradora de hortalizas que esta acoplada al motocultor. Tesis Ing. Mecánico Agrícola. Departamento de Maquinaria Agrícola. U.A.A.A.N. México.

6.1. Páginas web consultadas.

Díaz, Calle, Víctor. (1997) “El Pozo la Nieve”
www.pional.net/cajondesastre/pozonieve.htm
(Consultado el 7/8/2010)

Albert Einstein. (1930) Artículos (RSS)
<http://erenovable.com/2008/09/22/reconstruyen-un-refrigerador-ecologico-inventado-por-einstein/>
(Consultada el 8/6/2010)

McCulloch. Artículos (RSS)
<http://erenovable.com/2008/09/22/reconstruyen-un-refrigerador-ecologico-inventado-por-einstein/>
(Consultado el 8/6/2010).

Mohammed Bah Abba, (1995), Rolex Awards For Enterprise,
<http://rolexawards.com/en/the-laureates/mohammedbahabba-the-project.jsp>
(Consultado el 18/7/2010).

Oliver Evans, (1805)
<http://www.profesorenlinea.cl/mediosocial/refrigerador1.htm>
(Consultado el 19/08/2010).

Jacob Perkins, (1834)
<http://www.profesorenlinea.cl/mediosocial/refrigerador1.htm>
(Consultado el 19/08/2010).

Thomas Moore, (1800)
<http://dam162.blogspot.com/2007/10/historia-del-refrigerador-datos.html>
(Consultado el 20/08/2010).

William Cullen, (1784).

<http://www.misrespuestas.com/como-funciona-el-refrigerador.html>,

(Consultado el 21/08/2010).

Balzer von Plater y Karl Muters,(1923)

<http://www.profesorenlinea.cl/mediosocial/refrigerador1.htm>

(Consultado el 19/08/2010).

Cummins E., (2009)

<http://kasuga999.wordpress.com/2010/04/08/joven-inventor-del-refrigerador-alimentado-con-energia-solar-cambia-las-vidas-en-africa/>

(Consultado el 20/08/2010).

Concepto de refrigerador, Concepto de refrigeración, Función de una maquina de refrigeración, Rango de temperatura ideal para el funcionamiento de un refrigerador dependiendo del clima local.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador>

(Consultada el 11/7/2011)

Refrigeración de alimentos

<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion%203>.

(Consultada el 13/7/2011).

Conductividad Térmica.

http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_térmica.

(Consultada el 13/7/2011).

Conductividad térmica de los materiales.

<http://esiatecamachalco.foroactivo.com/t87-coeficientes-o-factores-de-conductividad-termica-de-los-materiales-empleados-en-la-construccion-acabados-estructurales-oscar-cantero-5av>

(Consultada el 14/7/2011).

VII. ANEXOS

ANEXO I

Tabla A1 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/14/11 16:00	24.79	20.57	21.71	20.95
08/14/11 16:40	24.79	20.57	21.33	20.57
08/14/11 17:20	23.63	20.19	20.95	19.42
08/14/11 18:00	23.63	19.81	20.57	20.19
08/14/11 18:40	23.63	19.42	20.19	18.66
08/14/11 19:20	22.09	19.04	19.42	16.76
08/14/11 20:00	20.95	18.66	18.66	16.38
08/14/11 20:40	20.19	17.9	17.9	15.23
08/14/11 21:20	19.04	17.52	17.14	14.85
08/14/11 22:00	18.66	17.14	16	14.85
08/14/11 22:40	18.28	16.76	16.76	14.47
08/14/11 23:20	17.9	16.38	15.62	14.09

Tabla A2 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/15/11 00:00	17.52	16	15.62	13.7
08/15/11 01:50	16.38	15.62	15.62	12.93
08/15/11 03:40	15.62	14.85	13.32	9.82
08/15/11 05:30	14.09	13.32	12.93	7.43
08/15/11 07:20	13.32	12.55	12.16	6.62
08/15/11 09:10	14.47	13.7	13.7	14.47
08/15/11 11:00	18.66	16	16.76	20.57
08/15/11 12:50	22.48	19.42	20.57	24.79
08/15/11 14:40	23.24	21.33	21.71	22.48
08/15/11 16:30	21.33	19.81	20.19	19.81
08/15/11 18:20	20.95	19.04	19.04	16.76
08/15/11 20:10	19.04	17.9	17.9	15.62
08/15/11 22:00	17.52	16.76	16	14.09
08/15/11 23:50	16.38	15.62	14.85	12.16

Tabla A3 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/16/11 00:00	16	15.62	14.85	11.77
08/16/11 01:50	14.47	14.47	13.32	7.83
08/16/11 03:40	12.93	13.32	11.77	6.62
08/16/11 07:20	10.99	12.16	10.6	6.22
08/16/11 09:10	12.93	12.93	12.93	12.93
08/16/11 11:00	18.28	15.62	16.38	21.33
08/16/11 12:50	22.09	19.04	21.33	25.95
08/16/11 14:40	23.63	21.33	21.71	23.24
08/16/11 16:30	21.71	20.57	20.57	18.28
08/16/11 18:20	21.33	19.42	19.81	18.66
08/16/11 20:10	19.42	18.28	18.28	17.14
08/16/11 22:00	18.66	16.76	16.76	19.42
08/16/11 23:50	16.76	16	15.62	19.81

Tabla A4 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/17/11 00:00	16.38	16	15.62	11.38
08/17/11 01:50	14.85	14.09	14.47	9.42
08/17/11 03:40	13.32	13.32	13.7	8.63
08/17/11 05:30	12.55	12.93	12.93	7.83
08/17/11 07:20	11.77	12.16	11.77	7.03
08/17/11 09:10	13.7	13.32	13.32	13.32
08/17/11 11:00	18.28	15.62	16	23.24
08/17/11 12:50	22.48	19.42	21.71	28.23
08/17/11 14:40	24.4	21.71	22.09	25.56
08/17/11 16:30	23.63	20.19	21.33	25.56
08/17/11 18:20	22.86	19.42	20.19	23.63
08/17/11 20:10	20.19	17.9	18.66	14.09
08/17/11 22:00	18.28	17.14	17.14	17.52
08/17/11 23:50	16.76	16	16	17.14

Tabla A5 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/18/11 00:00	16.76	15.62	16	17.14
08/18/11 01:50	15.23	14.85	14.85	12.93
08/18/11 03:40	13.7	13.32	13.7	14.85
08/18/11 05:30	12.16	12.55	12.55	11.77
08/18/11 07:20	11.38	11.77	12.16	17.14
08/18/11 09:10	13.32	12.93	13.32	27.91
08/18/11 11:00	18.28	15.62	16	31.12
08/18/11 12:50	22.09	19.04	20.19	25.17
08/18/11 14:40	24.4	21.33	22.09	24.4
08/18/11 16:30	25.56	21.71	22.09	23.63
08/18/11 18:20	24.01	19.81	20.57	20.57
08/18/11 20:10	21.33	18.28	19.04	16.76
08/18/11 22:00	18.66	17.14	17.52	14.47
08/18/11 23:50	17.14	16	16.38	13.32

Tabla A6 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/19/11 00:00	17.14	16	16.38	11.77
08/19/11 01:50	15.23	14.85	14.47	9.82
08/19/11 03:40	14.09	14.47	14.09	8.63
08/19/11 05:30	12.93	12.93	12.55	7.03
08/19/11 07:20	11.77	12.55	12.55	7.03
08/19/11 09:10	14.09	13.32	14.09	12.93
08/19/11 11:00	19.04	16	17.14	21.33
08/19/11 12:50	21.33	19.04	19.04	25.95
08/19/11 14:40	24.4	20.19	22.48	23.24
08/19/11 16:30	23.63	19.81	20.57	18.28
08/19/11 18:20	22.86	19.04	19.81	18.66
08/19/11 20:10	20.57	17.9	18.28	17.14
08/19/11 22:00	18.28	16.76	16.76	19.42
08/19/11 23:50	17.14	16	16	19.81

Tabla A7 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/20/11 00:00	17.14	16	16	11.38
08/20/11 01:50	15.62	15.23	14.85	9.42
08/20/11 03:40	14.09	13.7	13.32	10.6
08/20/11 05:30	12.93	13.32	12.55	6.62
08/20/11 07:20	12.16	12.55	11.38	7.03
08/20/11 09:10	14.09	13.32	13.32	14.09
08/20/11 11:00	20.57	16.38	17.14	24.01
08/20/11 12:50	22.48	19.04	20.57	24.01
08/20/11 14:40	24.4	21.33	22.48	24.79
08/20/11 16:30	24.4	20.95	22.48	22.86
08/20/11 18:20	24.01	20.19	20.95	19.81
08/20/11 20:10	21.33	18.66	19.04	16.38
08/20/11 22:00	19.04	17.14	17.52	14.47
08/20/11 23:50	17.14	16.38	16.38	12.93

Tabla A8 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/21/11 00:00	17.14	16.38	16	12.55
08/21/11 01:50	16	15.23	14.85	10.21
08/21/11 03:40	14.85	14.85	14.47	10.6
08/21/11 05:30	13.32	13.32	13.32	6.22
08/21/11 07:20	12.16	12.55	12.16	5.4
08/21/11 09:10	13.7	12.93	12.93	12.16
08/21/11 11:00	18.28	16	16.76	20.95
08/21/11 12:50	21.71	18.28	20.19	22.86
08/21/11 14:40	23.24	20.19	21.33	21.33
08/21/11 16:30	23.63	20.19	21.33	20.19
08/21/11 18:20	22.86	19.42	20.19	19.42
08/21/11 20:10	20.19	17.9	18.28	16
08/21/11 22:00	18.28	16.76	17.14	14.47
08/21/11 23:50	17.14	16	16.38	14.09

Tabla A9 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/22/11 00:00	17.14	16	16.38	14.09
08/22/11 01:50	16.38	15.62	15.62	13.7
08/22/11 03:40	15.62	15.23	14.85	12.16
08/22/11 05:30	14.47	14.47	14.09	9.03
08/22/11 07:20	13.7	13.7	13.32	8.63
08/22/11 09:10	15.23	14.47	14.85	16.38
08/22/11 11:00	19.04	16.38	17.9	20.95
08/22/11 12:50	22.48	19.42	20.95	23.63
08/22/11 14:40	22.09	20.57	20.95	20.19
08/22/11 16:30	22.48	19.81	20.57	21.33
08/22/11 18:20	20.57	19.04	19.42	17.9
08/22/11 20:10	19.04	17.9	18.28	15.62
08/22/11 22:00	17.52	17.14	17.14	14.47
08/22/11 23:50	16.76	16.38	16.38	14.09

Tabla A10 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/23/11 01:50	16	15.62	15.62	12.93
08/23/11 03:40	15.23	15.23	14.85	10.21
08/23/11 05:30	13.7	14.09	13.7	8.23
08/23/11 07:20	12.55	13.32	13.32	7.43
08/23/11 09:10	14.09	14.09	14.47	16
08/23/11 11:00	19.04	16.76	17.52	22.86
08/23/11 12:50	23.63	20.57	22.48	29.1
08/23/11 14:40	23.24	21.71	22.09	22.86
08/23/11 16:30	22.48	20.57	20.57	20.19
08/23/11 18:20	21.71	19.42	19.42	19.04
08/23/11 20:10	19.81	18.28	17.52	16.38
08/23/11 22:00	17.9	17.14	16.76	14.47
08/23/11 23:50	16.76	16	16	14.47

Tabla A11 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/24/11 00:00	16.76	16	16	14.47
08/24/11 01:50	15.23	14.85	14.85	12.55
08/24/11 03:40	14.47	14.85	14.47	11.38
08/24/11 05:30	13.32	13.7	13.32	7.43
08/24/11 07:20	12.16	12.55	12.55	6.62
08/24/11 09:10	13.32	13.32	13.7	13.32
08/24/11 11:00	18.28	16.38	16.76	20.57
08/24/11 12:50	22.86	19.81	22.09	26.73
08/24/11 14:40	24.79	21.71	23.24	27.91
08/24/11 16:30	23.63	20.95	21.33	21.71
08/24/11 18:20	22.09	19.81	19.81	19.81
08/24/11 20:10	20.19	18.28	18.28	17.14
08/24/11 22:00	18.28	17.14	16.76	15.23
08/24/11 23:50	17.52	16.38	16.38	14.47

Tabla A12 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/25/11 00:00	17.14	16.38	16	14.47
08/25/11 01:50	16.38	16	15.62	14.09
08/25/11 03:40	16	15.62	15.23	13.32
08/25/11 05:30	14.85	14.85	13.7	9.42
08/25/11 07:20	13.32	13.7	12.93	7.43
08/25/11 09:10	14.47	14.09	14.09	14.09
08/25/11 11:00	19.04	16.38	17.52	21.33
08/25/11 12:50	21.71	19.42	20.57	23.63
08/25/11 14:40	22.09	20.57	20.95	20.95
08/25/11 16:30	20.57	19.42	19.81	19.42
08/25/11 18:20	20.57	18.66	18.66	18.28
08/25/11 20:10	19.04	17.9	17.14	15.62
08/25/11 22:00	17.52	16.76	15.23	12.55
08/25/11 23:50	16.38	16	14.47	11.77

Tabla A13 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/26/11 00:00	16.38	16	15.23	11.77
08/26/11 01:50	15.23	15.23	14.85	11.38
08/26/11 03:40	14.85	15.23	14.47	10.99
08/26/11 05:30	14.85	15.23	14.85	10.99
08/26/11 07:20	14.09	14.47	13.7	9.42
08/26/11 09:10	14.85	14.85	14.47	12.93
08/26/11 11:00	17.52	16	16.38	16.76
08/26/11 12:50	18.28	16.76	17.14	17.9
08/26/11 14:40	17.9	16.76	16.76	16
08/26/11 16:30	18.66	17.14	17.52	17.9
08/26/11 18:20	17.14	16.38	15.23	12.93
08/26/11 20:10	16.38	16	15.62	13.32
08/26/11 22:00	14.85	14.47	14.85	10.6
08/26/11 23:50	14.09	14.85	14.47	10.21

Tabla A14 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/27/11 00:00	14.09	14.47	14.47	10.21
08/27/11 01:50	13.32	13.7	14.09	9.42
08/27/11 03:40	12.93	13.32	13.7	10.21
08/27/11 05:30	12.16	13.32	12.93	7.83
08/27/11 07:20	10.99	12.16	12.16	7.03
08/27/11 09:10	12.55	12.93	13.32	13.32
08/27/11 11:00	16.38	14.85	15.62	18.66
08/27/11 12:50	18.66	17.52	17.52	19.04
08/27/11 14:40	20.95	18.28	18.66	22.86
08/27/11 16:30	19.42	17.52	17.9	18.66
08/27/11 18:20	19.42	17.14	17.52	18.28
08/27/11 20:10	17.52	16	16.38	13.7
08/27/11 22:00	15.62	14.85	15.23	12.16
08/27/11 23:50	14.47	14.09	14.09	10.21

Tabla A15 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/28/11 00:00	14.09	13.7	14.09	10.6
08/28/11 01:50	13.7	12.93	13.7	11.77
08/28/11 03:40	12.93	12.16	12.55	9.42
08/28/11 05:30	11.77	11.77	11.77	5.81
08/28/11 07:20	10.21	10.6	10.99	4.57
08/28/11 09:10	12.55	11.77	12.16	15.23
08/28/11 11:00	16.38	13.32	14.47	18.66
08/28/11 12:50	19.04	16	17.52	22.86
08/28/11 14:40	20.57	17.52	19.42	20.95
08/28/11 16:30	20.95	17.9	19.42	20.57
08/28/11 18:20	20.57	17.52	18.66	19.04
08/28/11 20:10	18.28	16.38	16.38	12.55
08/28/11 22:00	15.62	14.47	14.47	8.23
08/28/11 23:50	14.09	13.32	13.7	7.43

Tabla A16 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/29/11 00:00	13.7	13.32	13.32	7.43
08/29/11 01:50	12.93	12.55	12.93	8.63
08/29/11 03:40	11.77	11.77	12.16	7.03
08/29/11 05:30	10.6	10.99	11.77	6.62
08/29/11 07:20	9.82	10.6	10.99	5.4
08/29/11 09:10	11.38	11.77	12.55	14.85
08/29/11 11:00	16.38	13.7	14.85	20.19
08/29/11 12:50	19.42	16.38	17.9	24.01
08/29/11 14:40	21.33	18.28	19.81	21.71
08/29/11 16:30	22.09	19.04	20.19	20.95
08/29/11 18:20	21.33	17.9	19.04	18.66
08/29/11 20:10	18.66	16.76	17.14	13.7
08/29/11 22:00	16.76	15.62	16	12.16
08/29/11 23:50	15.23	14.47	14.47	9.03

Tabla A17 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/30/11 00:00	15.23	14.09	14.47	9.42
08/30/11 01:50	14.09	13.32	14.09	12.16
08/30/11 03:40	13.32	12.93	13.32	10.21
08/30/11 05:30	12.16	12.16	12.16	6.22
08/30/11 07:20	10.99	11.38	11.38	4.99
08/30/11 09:10	12.16	11.77	12.16	12.55
08/30/11 11:00	16.38	13.7	14.85	19.81
08/30/11 12:50	19.81	16.76	18.28	24.79
08/30/11 14:40	22.09	18.66	20.57	22.09
08/30/11 16:30	22.86	19.04	20.95	22.48
08/30/11 18:20	21.71	17.9	19.42	19.42
08/30/11 20:10	19.04	16.76	17.52	14.47
08/30/11 22:00	16.76	15.23	16	12.93
08/30/11 23:50	15.62	14.47	14.85	10.6

Tabla A18 temperaturas registradas en el mes de Agosto

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
08/31/11 00:00	15.23	14.47	14.85	11.38
08/31/11 01:50	14.09	13.7	13.7	9.03
08/31/11 03:40	13.32	12.93	12.93	7.83
08/31/11 05:30	12.55	12.16	12.55	7.03
08/31/11 07:20	11.77	11.77	12.16	7.03
08/31/11 09:10	13.7	12.93	13.32	14.85
08/31/11 11:00	16.76	14.47	15.23	18.28
08/31/11 12:50	18.66	16.76	17.52	19.04
08/31/11 14:40	19.81	17.52	18.66	19.42
08/31/11 16:30	19.42	17.52	18.28	17.9
08/31/11 18:20	18.66	17.14	17.9	16.76
08/31/11 20:10	17.14	16.38	16.76	14.09
08/31/11 22:00	16	15.62	16	13.32
08/31/11 23:50	15.23	14.85	15.23	12.93

Tabla A19 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/01/2011 00:00	15.23	14.85	15.23	12.93
09/01/2011 01:50	14.85	14.47	14.85	12.55
09/01/2011 03:40	14.47	14.09	14.47	12.16
09/01/2011 05:30	14.09	13.7	14.09	12.16
09/01/2011 07:20	14.09	13.7	14.09	12.55
09/01/2011 09:10	14.47	14.09	14.09	14.85
09/01/2011 11:00	17.52	15.62	16.38	19.42
09/01/2011 12:50	19.42	17.14	17.52	19.81
09/01/2011 14:40	19.04	17.14	17.9	18.66
09/01/2011 16:30	18.28	17.14	17.14	15.23
09/01/2011 18:20	18.28	16.76	17.14	15.23
09/01/2011 20:10	16.76	16	16.38	14.47
09/01/2011 22:00	16	15.23	15.62	13.7
09/01/2011 23:50	15.23	14.47	14.85	13.32

Tabla A20 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/02/2011 00:00	15.23	14.85	14.85	13.32
09/02/2011 01:50	15.23	14.47	14.85	14.09
09/02/2011 03:40	15.23	14.47	14.47	14.09
09/02/2011 05:30	14.85	14.47	14.47	13.7
09/02/2011 07:20	14.47	14.09	14.09	11.77
09/02/2011 09:10	15.23	14.47	14.47	15.23
09/02/2011 11:00	19.04	16.76	16.76	22.48
09/02/2011 12:50	20.95	18.28	18.28	21.71
09/02/2011 14:40	19.81	17.52	17.9	17.52
09/02/2011 16:30	18.66	17.14	17.14	14.85
09/02/2011 18:20	17.9	16.76	17.14	15.23
09/02/2011 20:10	16.76	16	16.38	14.09
09/02/2011 22:00	16	15.62	15.62	13.7
09/02/2011 23:50	15.62	14.85	15.23	13.7

Tabla A21 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/03/2011 00:00	15.62	14.85	15.23	13.32
09/03/2011 01:50	15.23	14.85	14.85	12.16
09/03/2011 03:40	14.85	14.47	14.47	11.77
09/03/2011 05:30	14.47	14.09	14.09	11.38
09/03/2011 07:20	13.7	13.7	14.09	10.99
09/03/2011 09:10	14.47	14.09	14.47	14.47
09/03/2011 11:00	18.66	16.38	16.76	21.33
09/03/2011 12:50	22.48	19.42	19.81	27.12
09/03/2011 14:40	20.95	19.04	19.42	18.66
09/03/2011 16:30	19.42	18.28	18.28	15.23
09/03/2011 18:20	19.04	17.52	17.9	15.62
09/03/2011 20:10	17.9	16.76	17.14	13.7
09/03/2011 22:00	16.38	16	16.38	12.55
09/03/2011 23:50	15.23	14.85	15.23	9.82

Tabla A22 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/04/2011 00:00	14.85	14.85	14.85	9.82
09/04/2011 01:30	14.09	14.09	14.47	10.21
09/04/2011 03:40	13.32	13.32	13.7	9.82
09/04/2011 05:30	12.93	13.32	13.32	9.42
09/04/2011 07:20	13.32	12.93	13.32	10.99
09/04/2011 09:10	13.7	11.77	12.16	12.16
09/04/2011 11:00	16.38	15.23	16	17.14
09/04/2011 12:50	17.9	16	19.42	22.09
09/04/2011 14:40	19.04	16.38	18.66	20.19
09/04/2011 16:30	20.95	16	19.04	20.19
09/04/2011 18:20	21.33	16	18.28	19.42
09/04/2011 20:10	19.04	13.32	14.85	15.23
09/04/2011 22:00	17.14	12.55	14.85	14.85
09/04/2011 23:50	16	12.16	13.7	13.32

Tabla A23 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/05/2011 00:00	16	12.16	14.09	14.09
09/05/2011 01:50	15.23	12.55	14.47	14.09
09/05/2011 03:40	14.09	10.21	9.42	8.63
09/05/2011 05:30	12.93	9.03	8.23	7.83
09/05/2011 07:20	12.16	7.43	7.03	6.62
09/05/2011 09:10	12.55	9.82	11.38	12.93
09/05/2011 11:00	16.76	17.14	17.9	17.9
09/05/2011 12:50	18.66	19.42	20.19	20.19
09/05/2011 14:40	20.57	19.42	19.04	18.66
09/05/2011 16:30	20.95	19.04	18.28	17.9
09/05/2011 18:20	19.81	16.38	16	15.62
09/05/2011 20:10	18.28	15.23	14.47	14.09
09/05/2011 22:00	16.38	13.32	12.93	12.55
09/05/2011 23:50	15.23	12.55	11.77	11.77

Tabla A24 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/06/2011 00:00	15.23	12.55	11.77	11.38
09/06/2011 01:50	14.09	11.38	10.99	10.99
09/06/2011 03:40	13.32	10.21	9.42	9.03
09/06/2011 05:30	12.55	9.42	8.63	8.23
09/06/2011 07:20	12.16	9.42	9.42	9.03
09/06/2011 09:10	12.93	11.77	12.16	12.55
09/06/2011 11:00	16.76	19.04	20.19	19.81
09/06/2011 12:50	20.19	20.57	21.33	22.09
09/06/2011 14:40	22.86	22.86	22.09	21.33
09/06/2011 16:30	20.95	19.42	18.66	18.66
09/06/2011 18:20	19.42	17.14	16	16
09/06/2011 20:10	16.76	13.32	12.16	11.77
09/06/2011 22:00	15.23	10.99	10.21	9.82
09/06/2011 23:50	13.7	10.21	9.42	9.42

Tabla A25 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/07/2011 00:00	13.7	9.82	9.42	9.03
09/07/2011 01:50	12.16	5.81	3.74	3.31
09/07/2011 03:40	9.82	3.31	2.46	2.03
09/07/2011 05:30	8.23	2.46	2.46	2.46
09/07/2011 07:20	7.43	2.46	1.6	1.17
09/07/2011 09:10	8.23	6.62	7.43	7.83
09/07/2011 11:00	13.7	17.9	18.66	18.66
09/07/2011 12:50	17.52	21.33	21.33	22.86
09/07/2011 14:40	19.81	22.86	22.48	21.71
09/07/2011 16:30	20.57	22.09	21.33	20.95
09/07/2011 18:20	19.81	19.04	18.28	17.9
09/07/2011 20:10	17.14	14.47	12.93	12.55
09/07/2011 22:00	14.85	11.38	10.6	10.21
09/07/2011 23:50	13.32	10.21	9.42	9.42

Tabla A26 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/08/2011 00:00	13.32	9.82	9.42	9.42
09/08/2011 01:50	11.77	7.03	4.15	3.74
09/08/2011 03:40	9.03	1.6	0.73	0.29
09/08/2011 05:30	7.03	0.29	-0.16	-0.61
09/08/2011 07:20	6.22	0.29	-0.61	-0.61
09/08/2011 09:10	7.43	6.22	9.82	10.99
09/08/2011 11:00	12.55	17.14	17.52	17.52
09/08/2011 12:50	16	19.42	19.81	21.71
09/08/2011 14:40	18.28	20.19	19.81	19.81
09/08/2011 16:30	19.04	19.42	19.42	19.42
09/08/2011 18:20	17.9	16.76	16	16
09/08/2011 20:10	15.62	12.93	11.77	11.38
09/08/2011 22:00	13.7	10.99	10.21	10.21
09/08/2011 23:50	12.55	10.21	9.03	8.63

Tabla A27 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

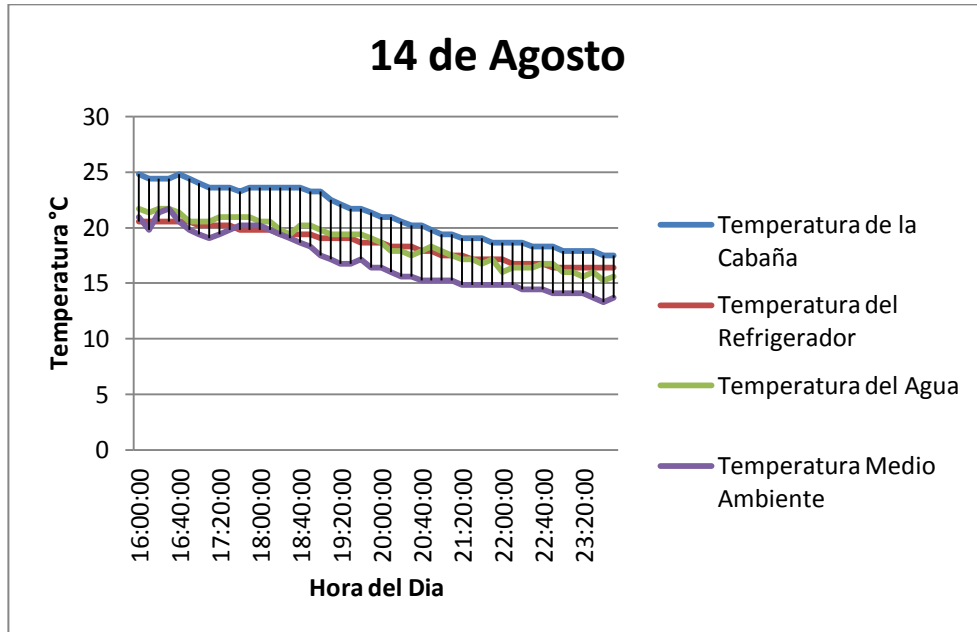
Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/09/2011 00:00	12.55	9.82	8.23	7.43
09/09/2011 01:50	10.99	6.22	4.99	4.99
09/09/2011 03:40	9.82	4.57	4.15	3.74
09/09/2011 05:30	8.63	3.74	2.89	2.46
09/09/2011 07:20	8.23	4.99	4.57	4.15
09/09/2011 09:10	9.82	9.82	12.93	13.7
09/09/2011 11:00	14.09	17.52	17.9	17.9
09/09/2011 12:50	17.9	21.33	21.33	22.48
09/09/2011 14:40	20.95	22.86	21.33	20.95
09/09/2011 16:30	20.19	19.04	18.66	18.66
09/09/2011 18:20	19.04	17.52	16.76	16.38
09/09/2011 20:10	16.76	14.09	12.93	12.16
09/09/2011 22:00	14.85	12.16	11.38	10.99

Tabla A28 temperaturas registradas en el mes de Septiembre.

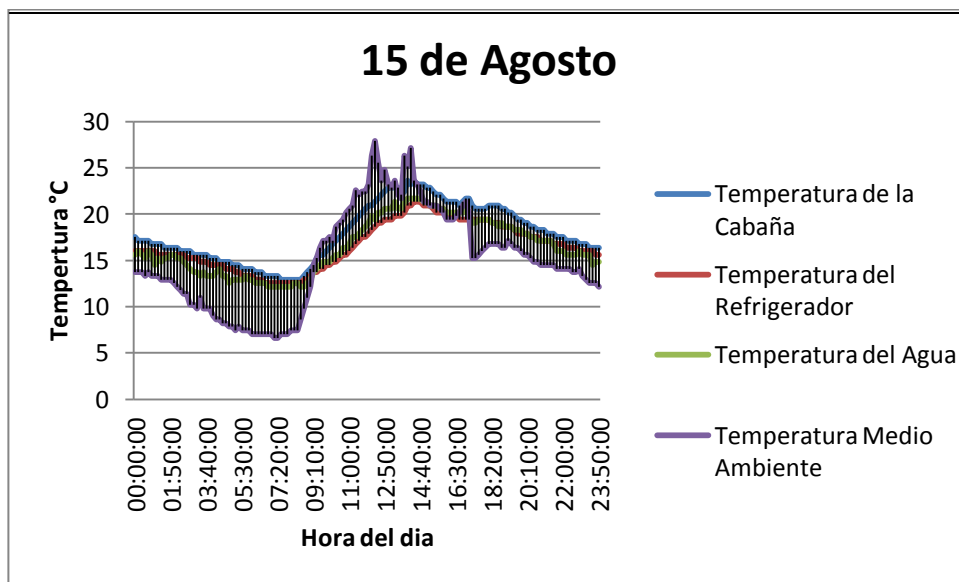
Dia/Hora	Temperatura de la Cabaña	Temperatura del Refrigerador	Temperatura del Agua	Temperatura del Medio Ambiente
09/10/2011 00:00	13.7	10.6	10.21	10.21
09/10/2011 01:20	12.55	7.83	6.22	6.22
09/10/2011 02:40	11.38	6.22	4.99	4.57
09/10/2011 04:00	10.6	4.99	3.74	3.31
09/10/2011 05:20	9.82	4.57	3.74	3.31
09/10/2011 06:40	9.03	4.15	4.15	3.74
09/10/2011 08:00	8.63	4.15	3.31	2.89
09/10/2011 09:20	10.21	9.42	11.77	12.55
09/10/2011 10:40	13.7	17.52	18.28	18.28
09/10/2011 12:00	16.38	19.81	20.19	19.42
09/10/2011 13:20	18.66	21.33	21.71	22.48
09/10/2011 14:40	19.81	21.33	20.95	20.57
09/10/2011 16:00	20.19	20.57	20.19	19.81
09/10/2011 17:20	20.19	19.81	19.04	18.66

ANEXO II

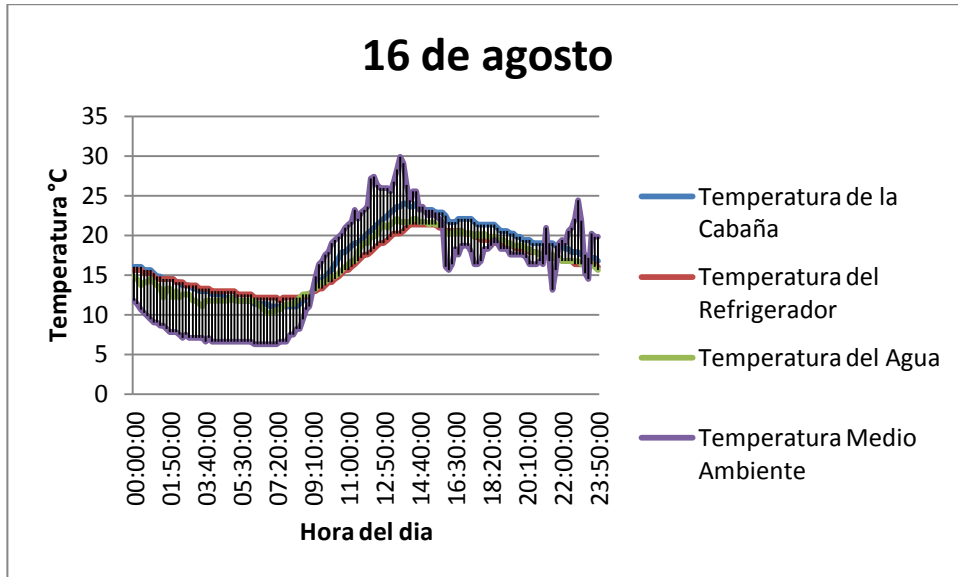
Grafica A1 temperaturas registradas en el mes de Agosto



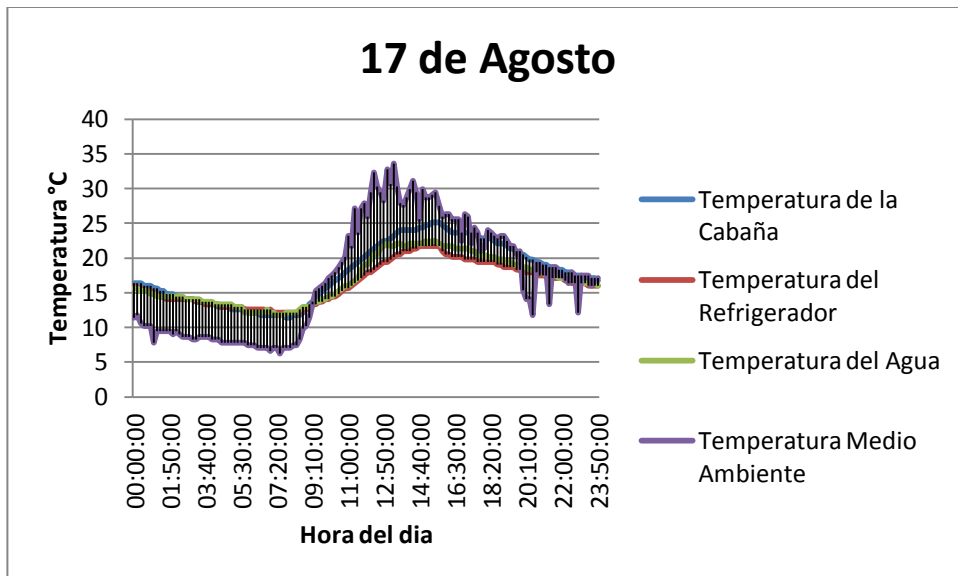
Grafica A2 temperaturas registradas en el mes de Agosto



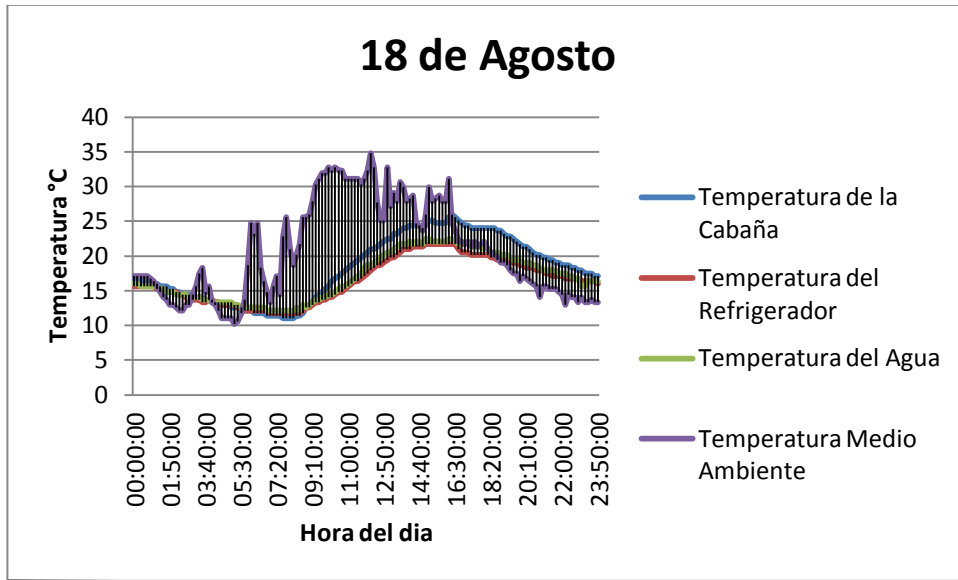
Grafica A3 temperaturas registradas en el mes de Agosto



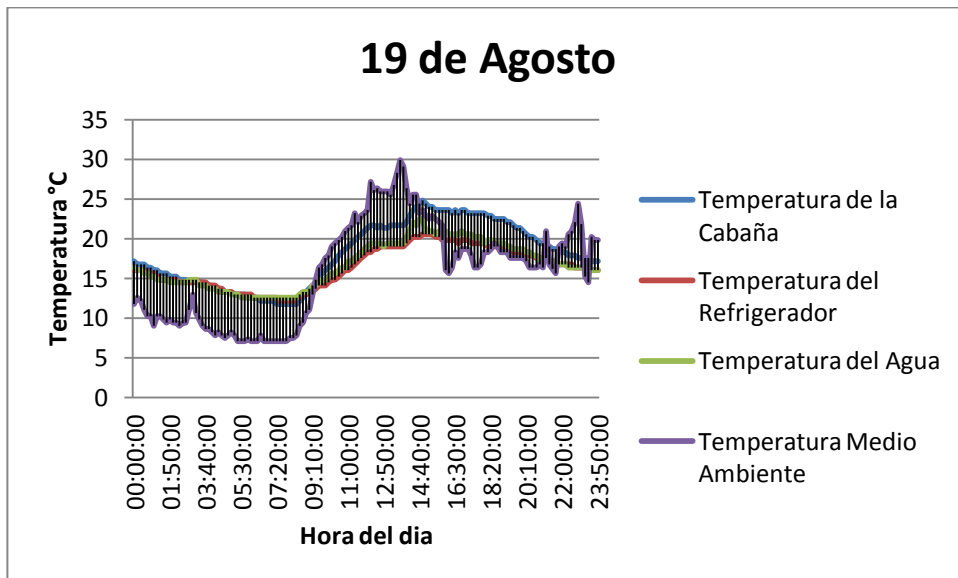
Grafica A4 temperaturas registradas en el mes de Agosto



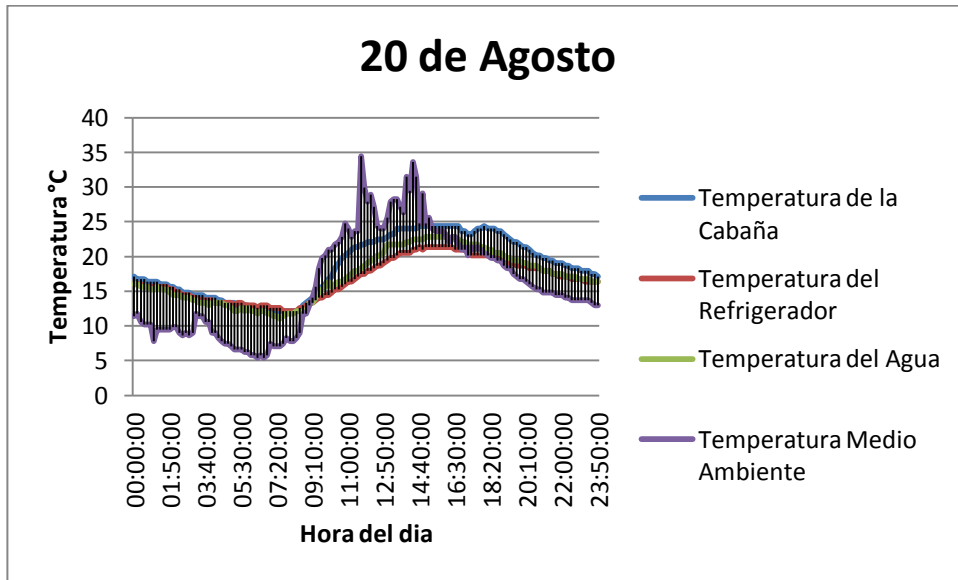
Grafica A5 temperaturas registradas en el mes de Agosto



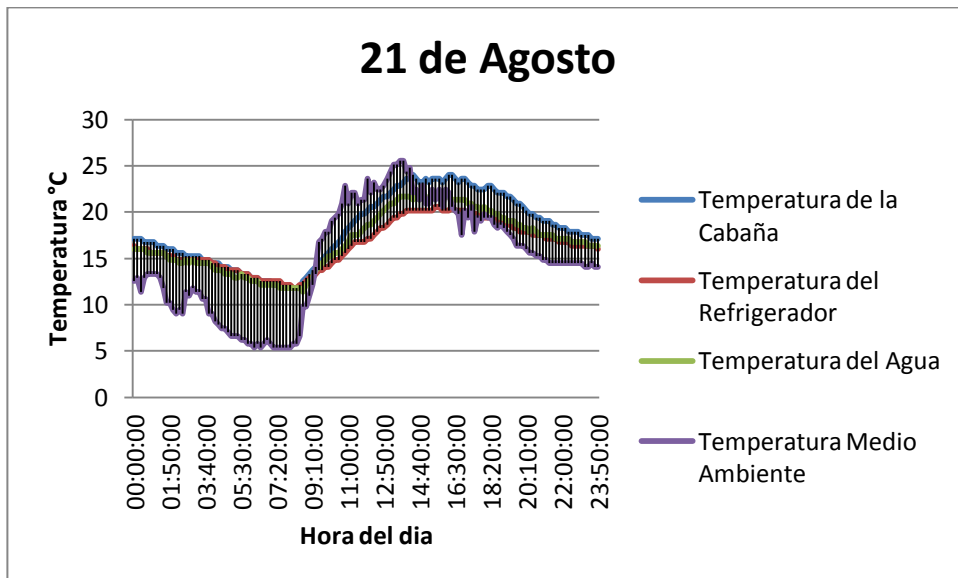
Grafica A6 temperaturas registradas en el mes de Agosto



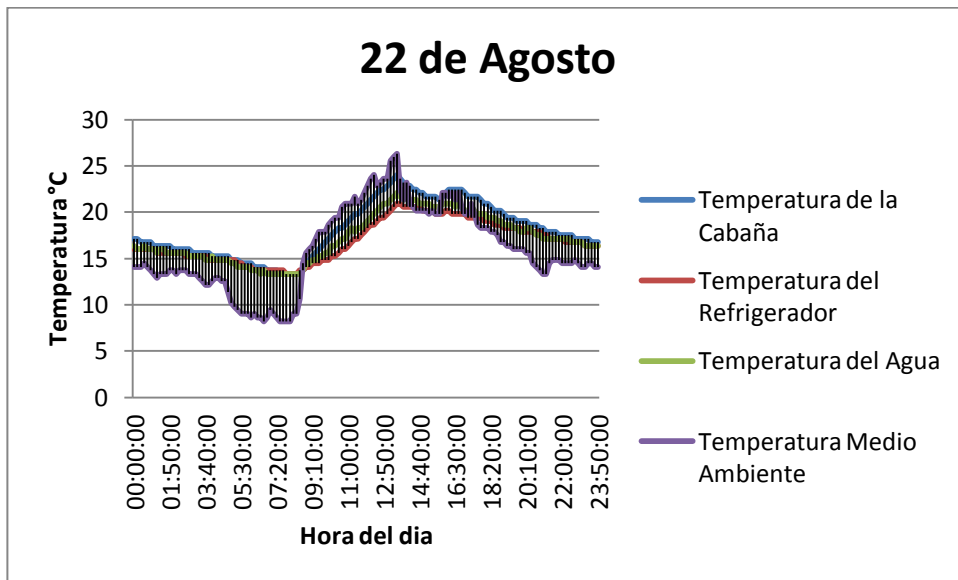
Grafica A7 temperaturas registradas en el mes de Agosto



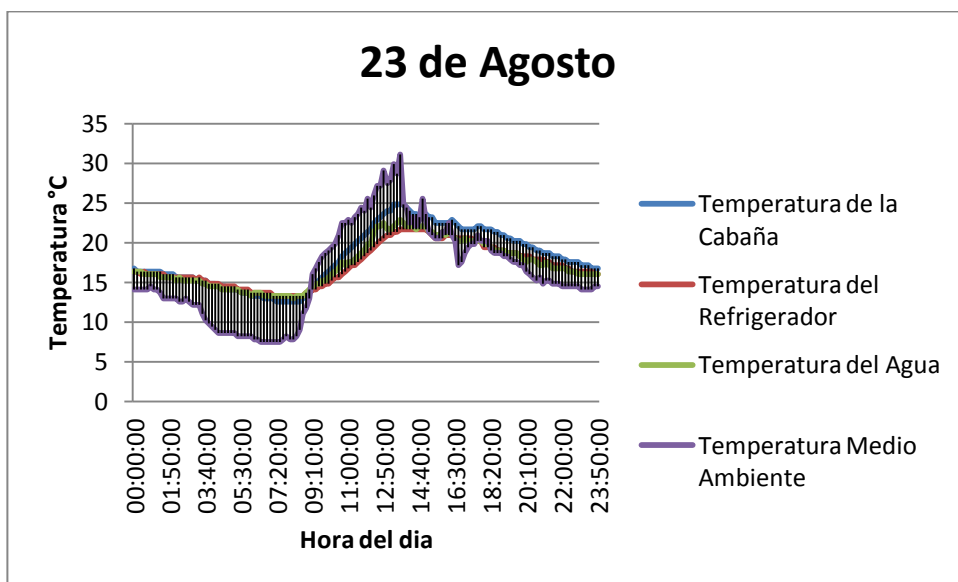
Grafica A8 temperaturas registradas en el mes de Agosto



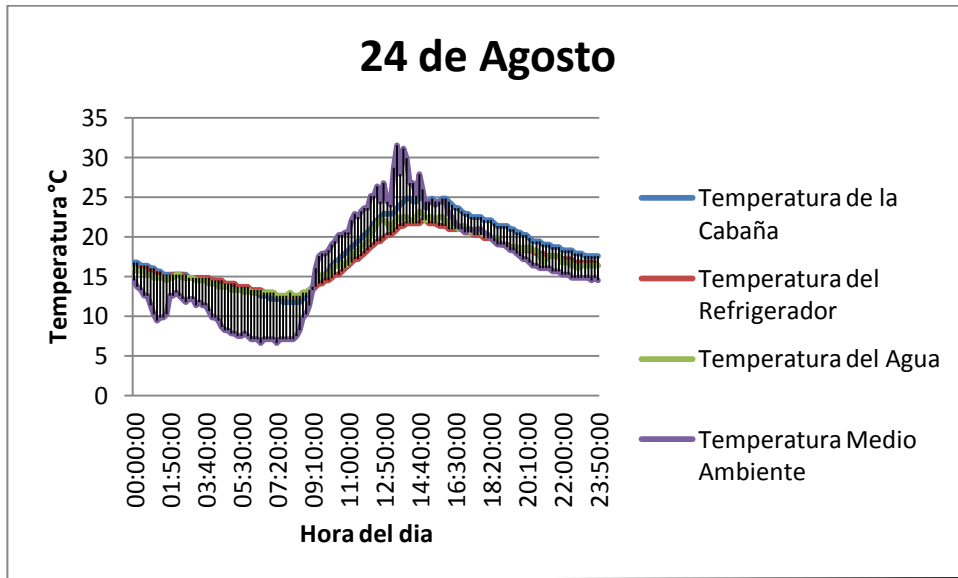
Grafica A9 temperaturas registradas en el mes de Agosto



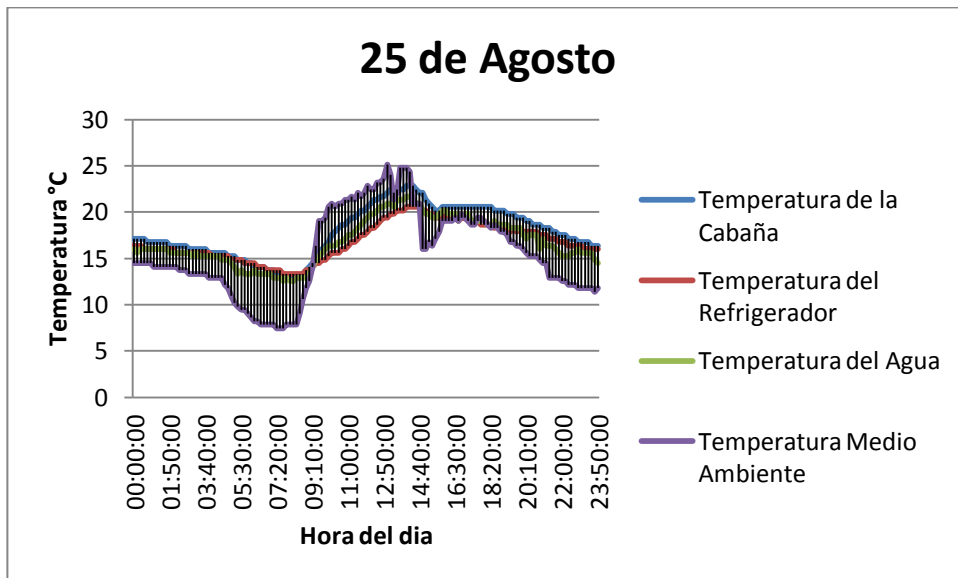
Grafica A10 temperaturas registradas en el mes de Agosto



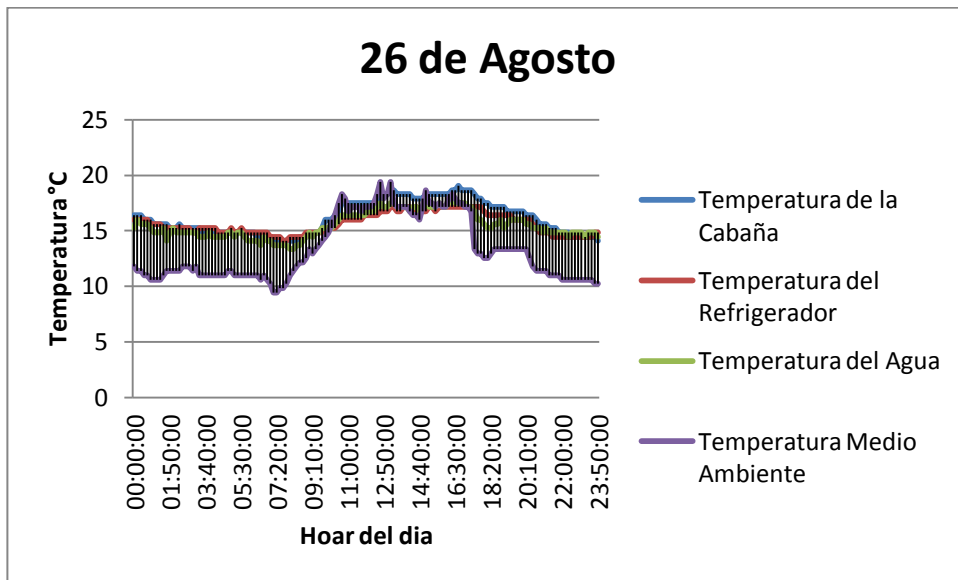
Grafica A11 temperaturas registradas en el mes de Agosto



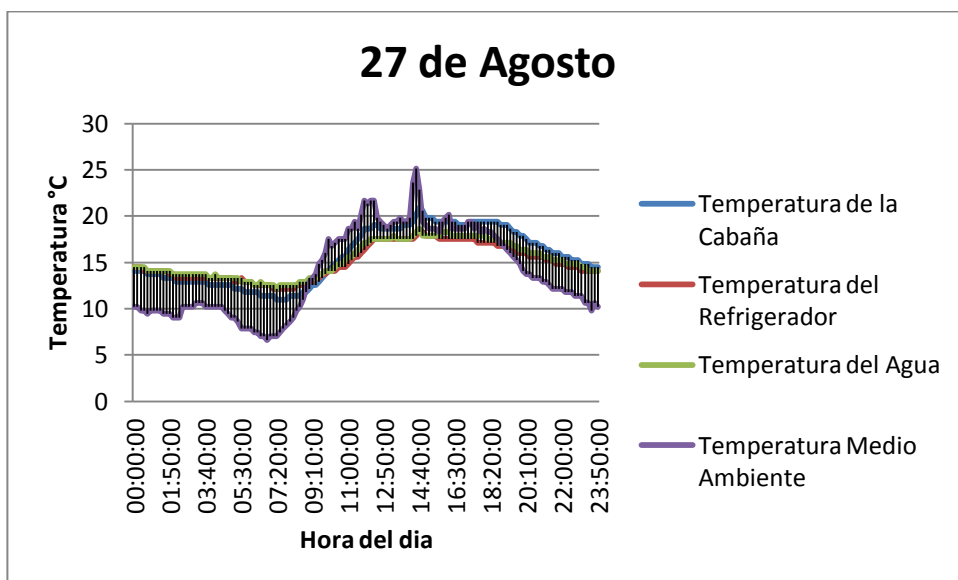
Grafica A12 temperaturas registradas en el mes de Agosto



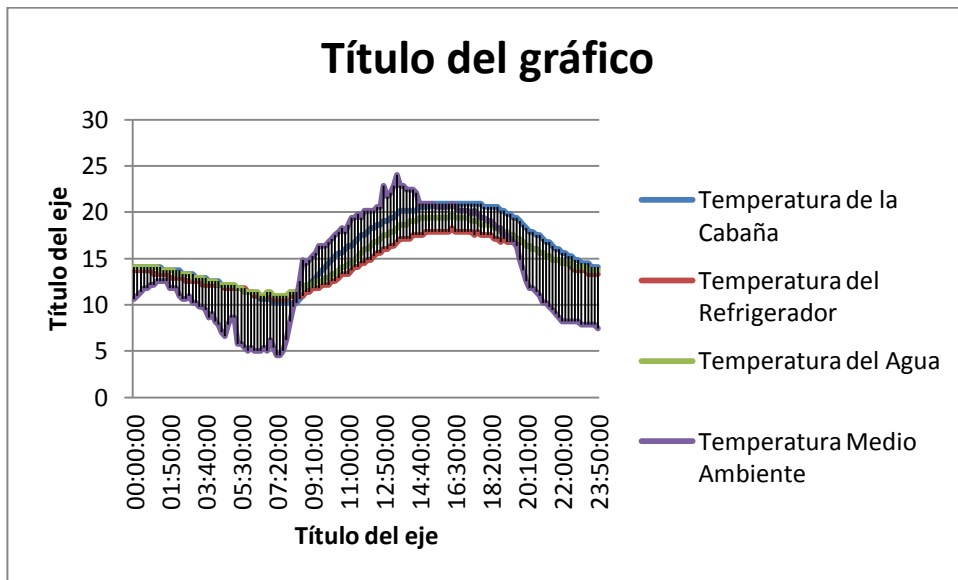
Grafica A13 temperaturas registradas en el mes de Agosto



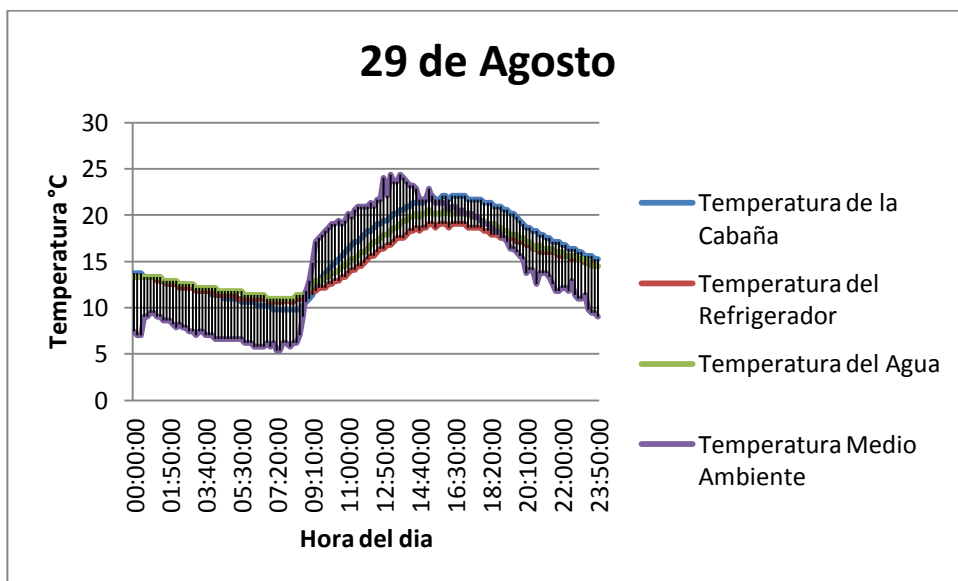
Grafica A14 temperaturas registradas en el mes de Agosto



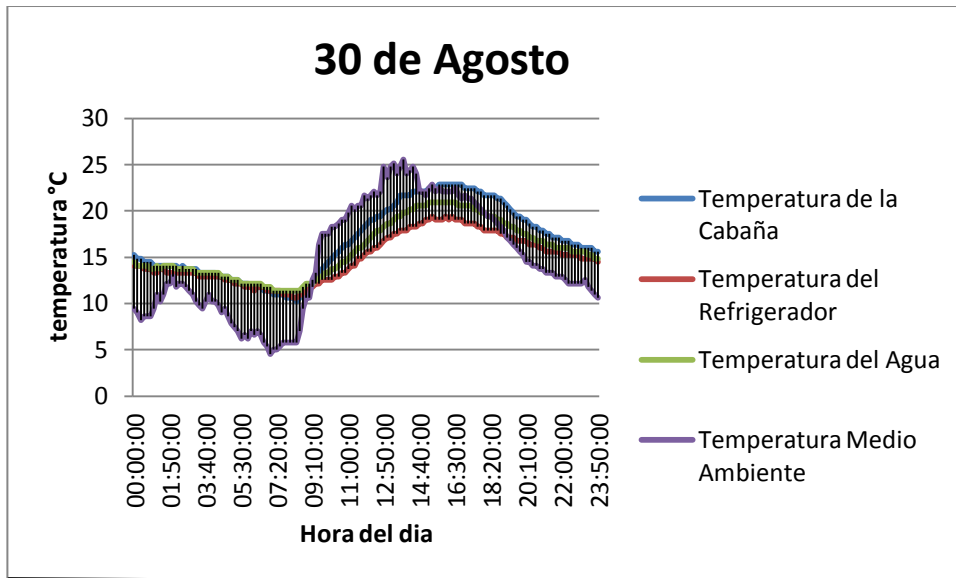
Grafica A15 temperaturas registradas en el mes de Agosto



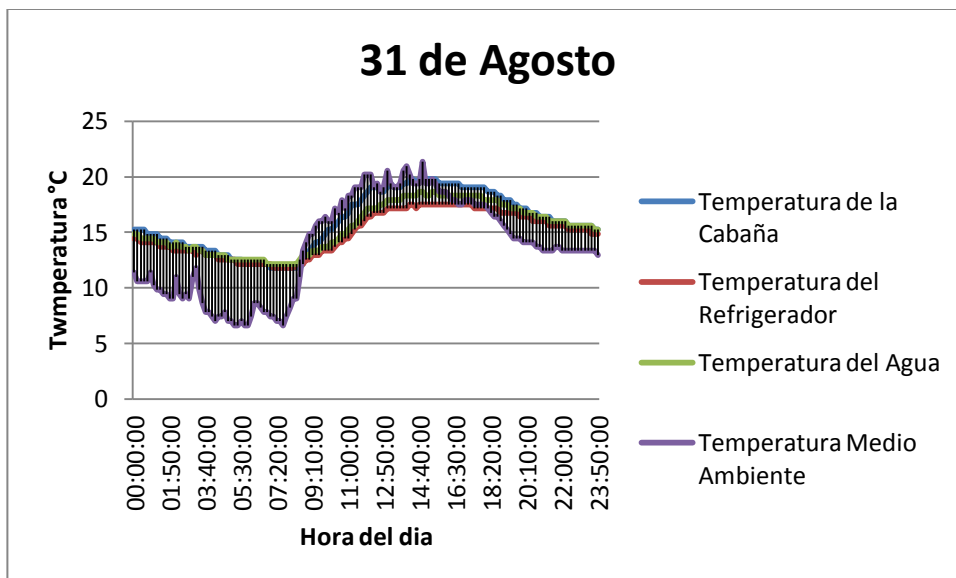
Grafica A16 temperaturas registradas en el mes de Agosto



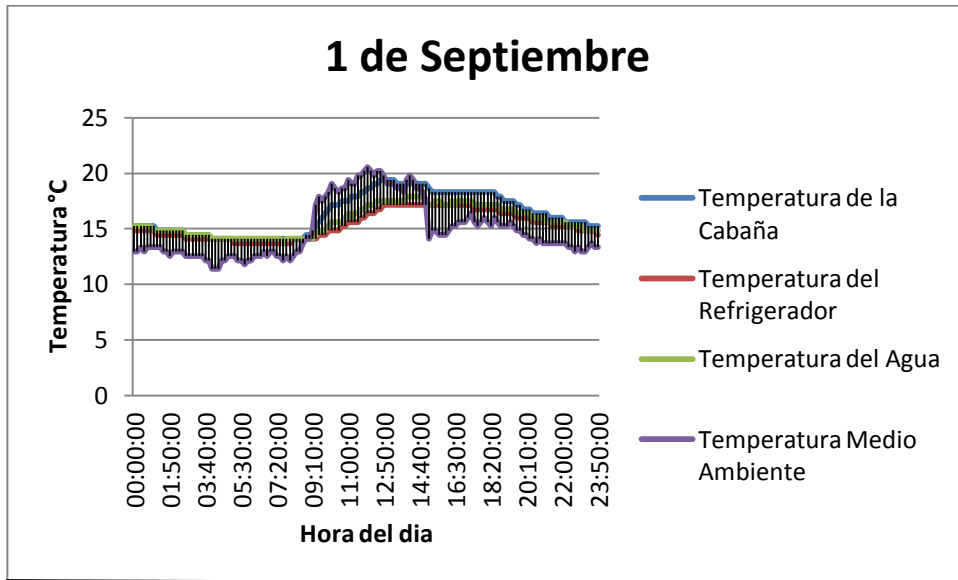
Grafica A17 temperaturas registradas en el mes de Agosto



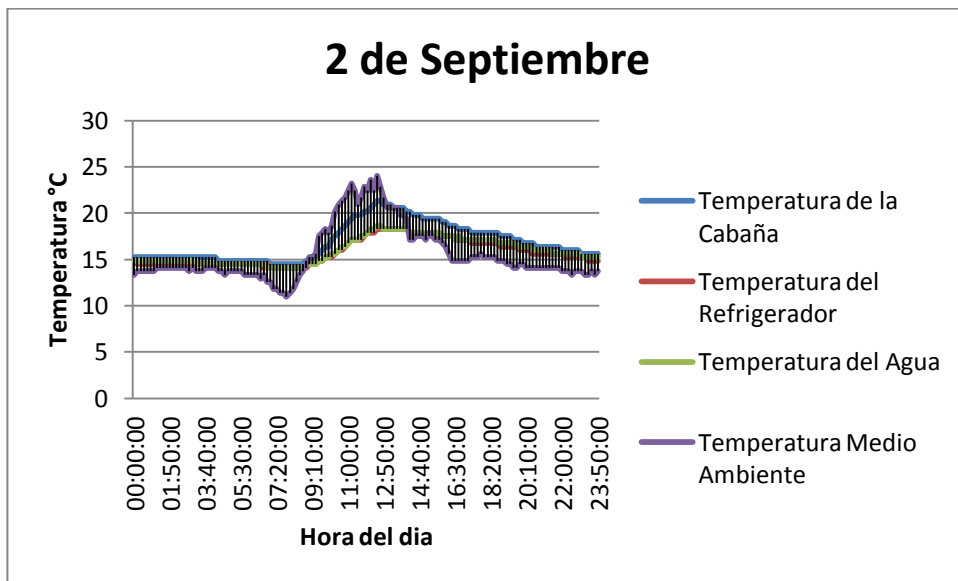
Grafica A18 temperaturas registradas en el mes de Agosto



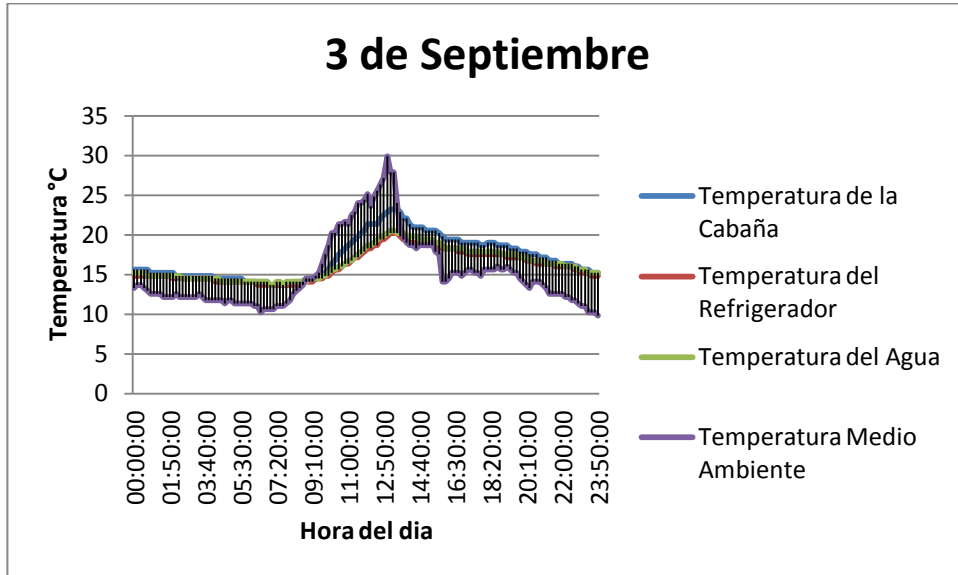
Grafica A19 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



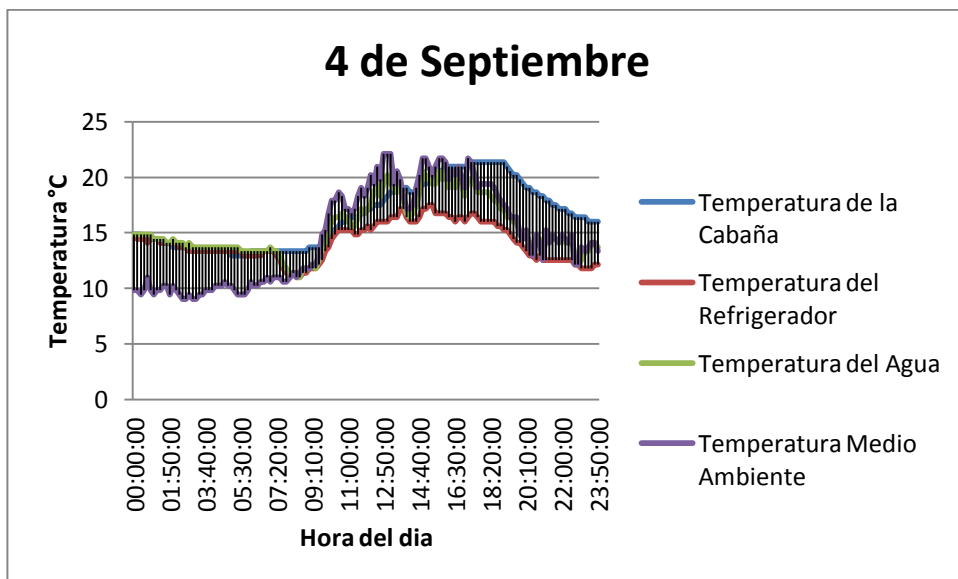
Grafica A20 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



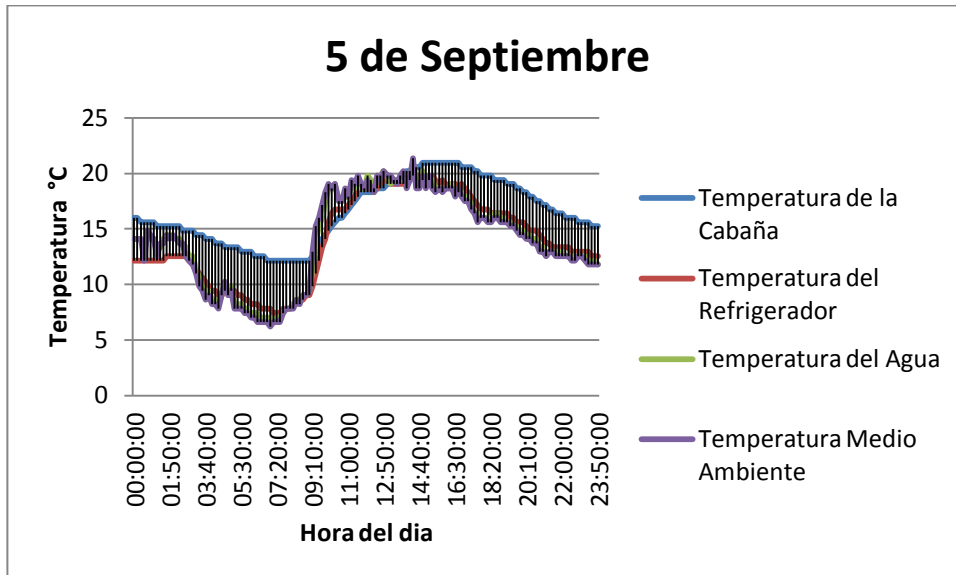
Grafica A21 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



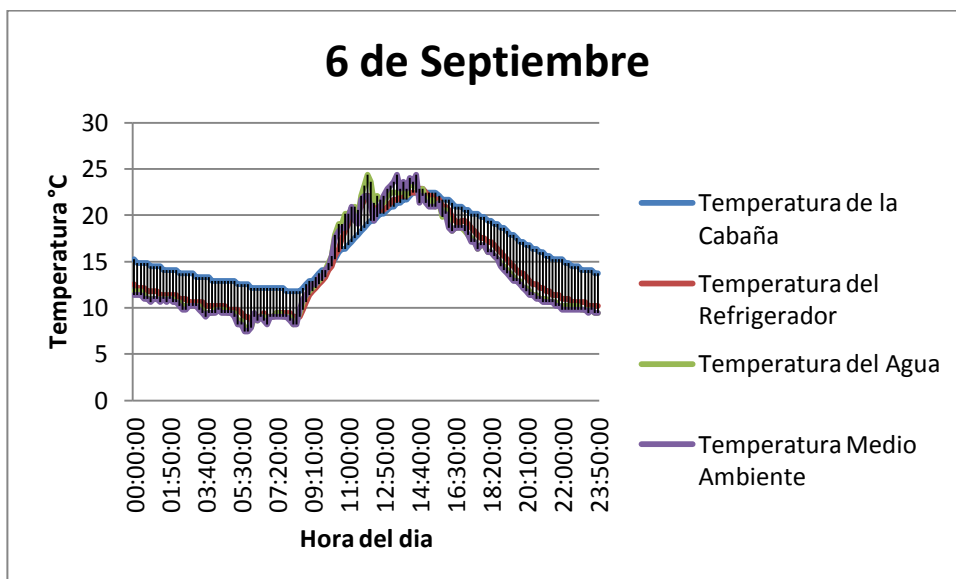
Grafica A22 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



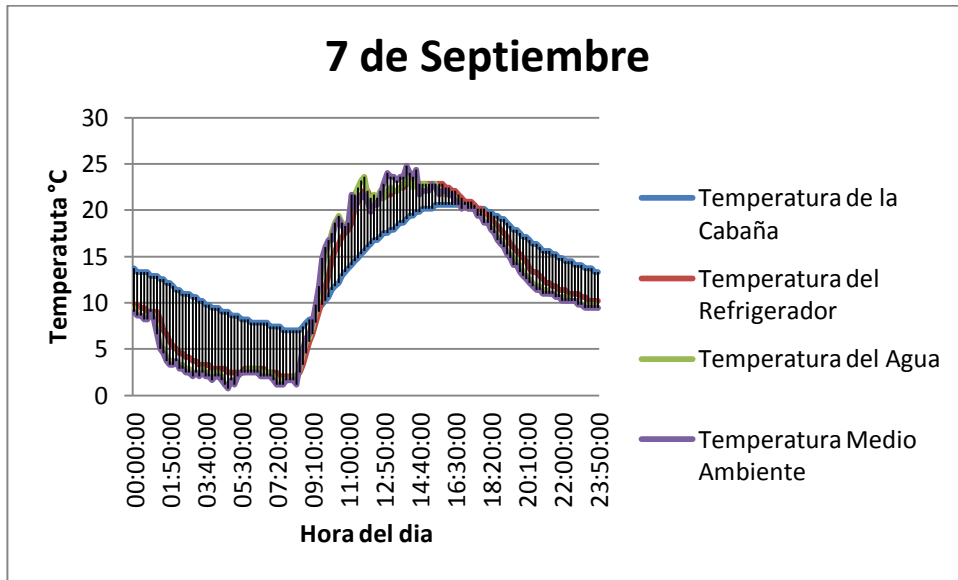
Grafica A23 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



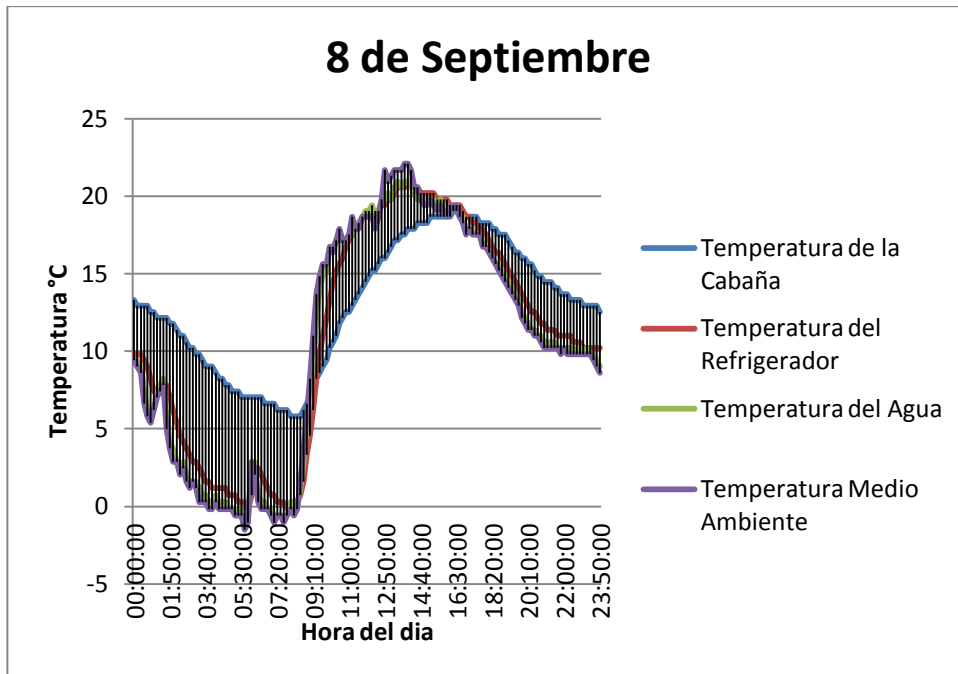
Grafica A24 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



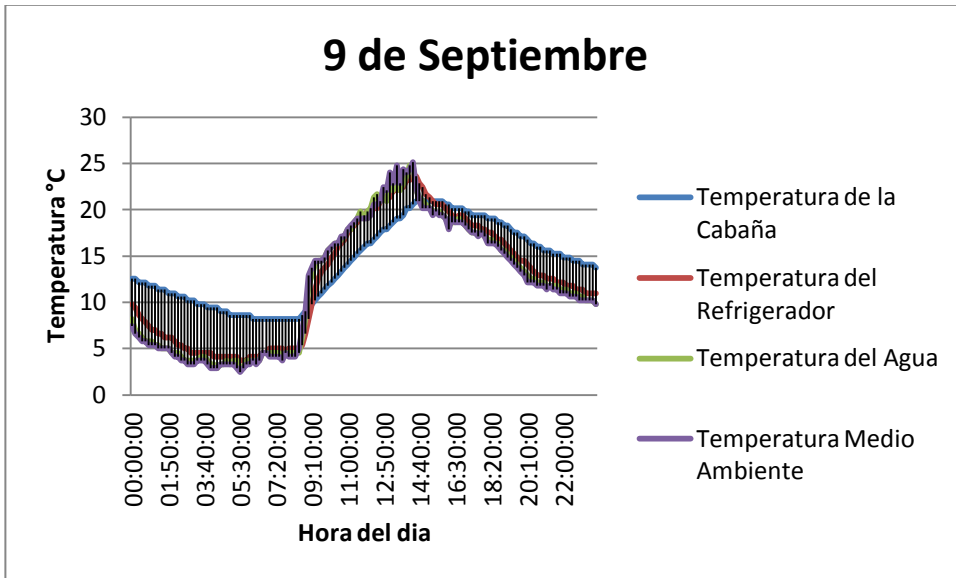
Grafica A25 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



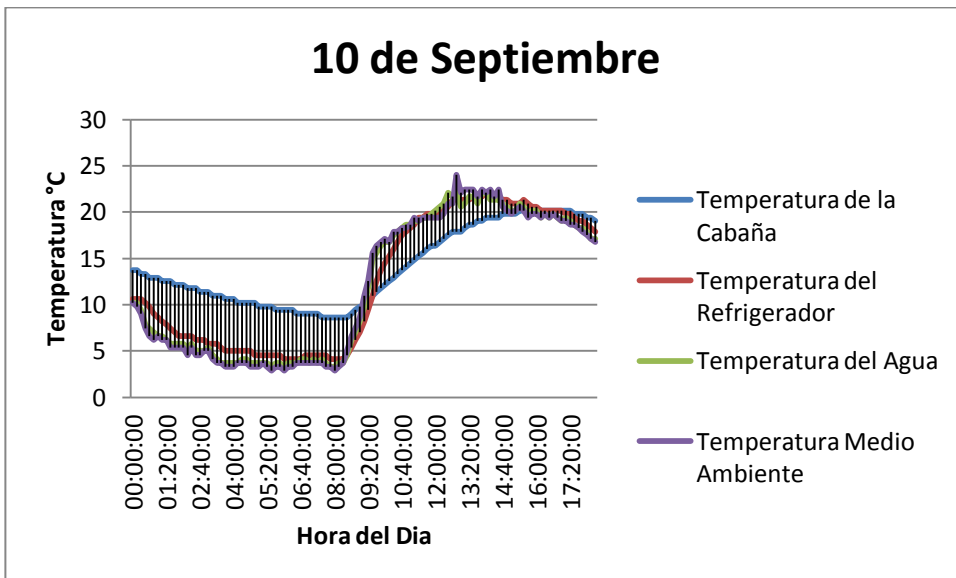
Grafica A26 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



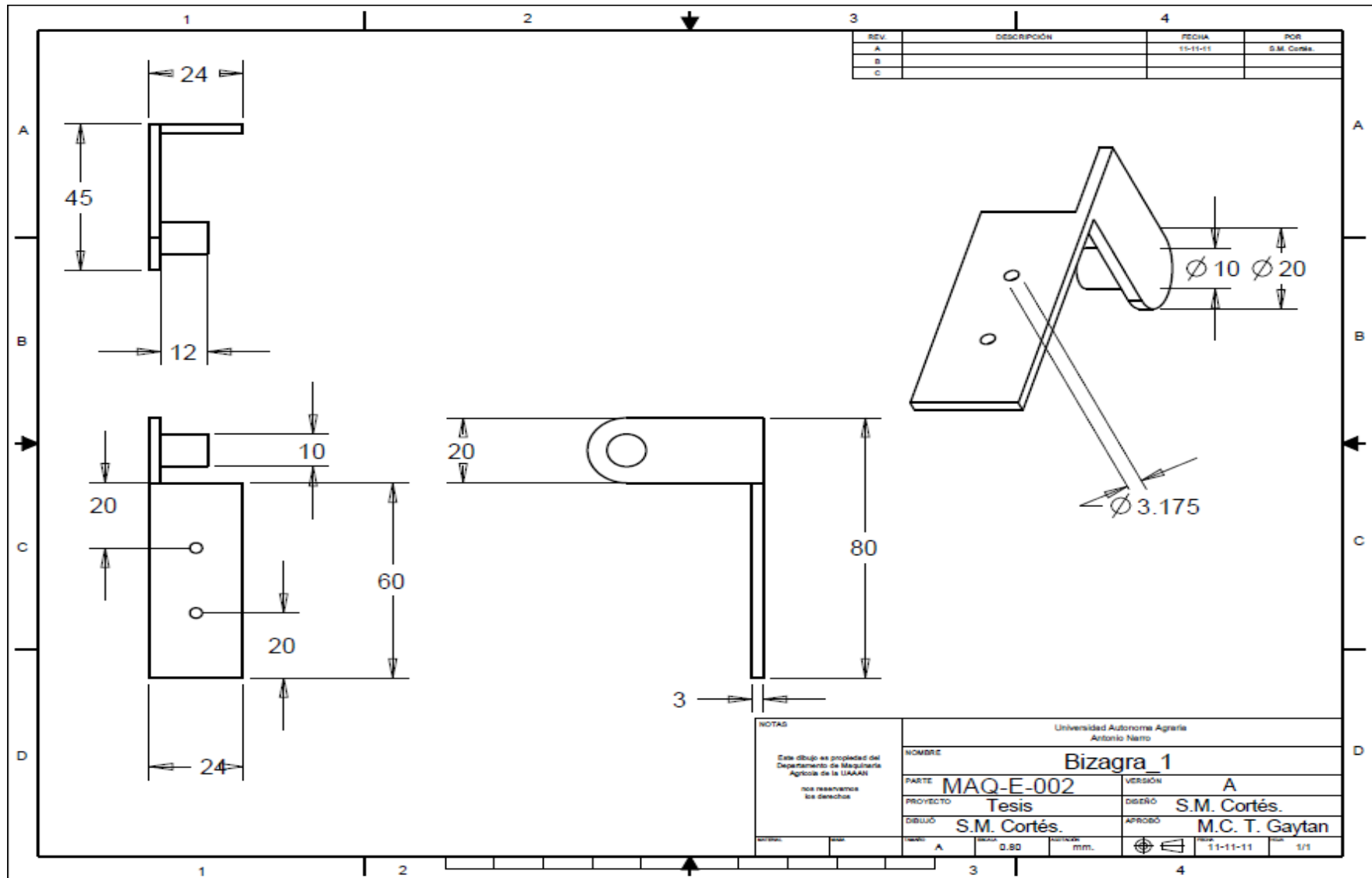
Grafica A27 temperaturas registradas en el mes de Septiembre

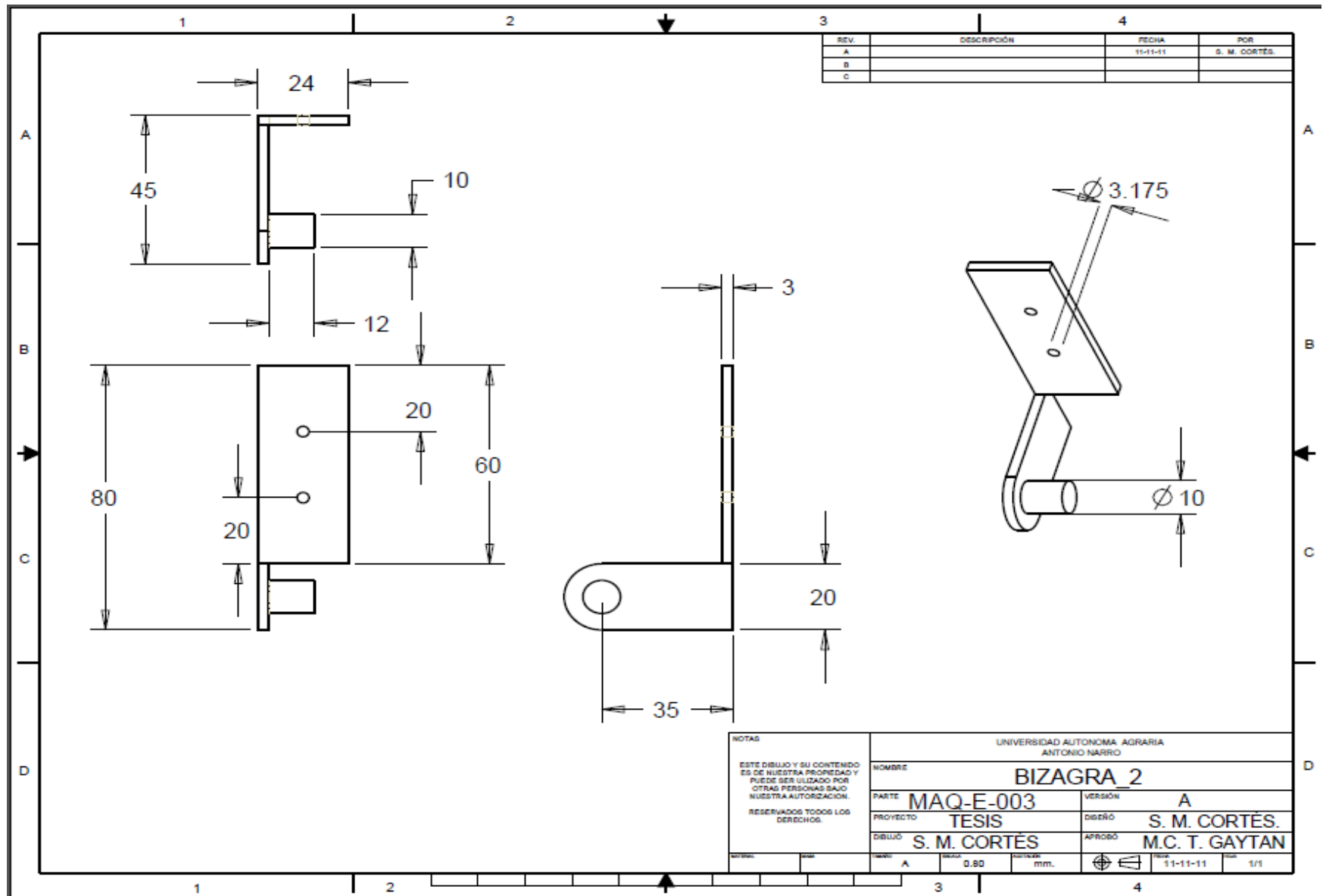


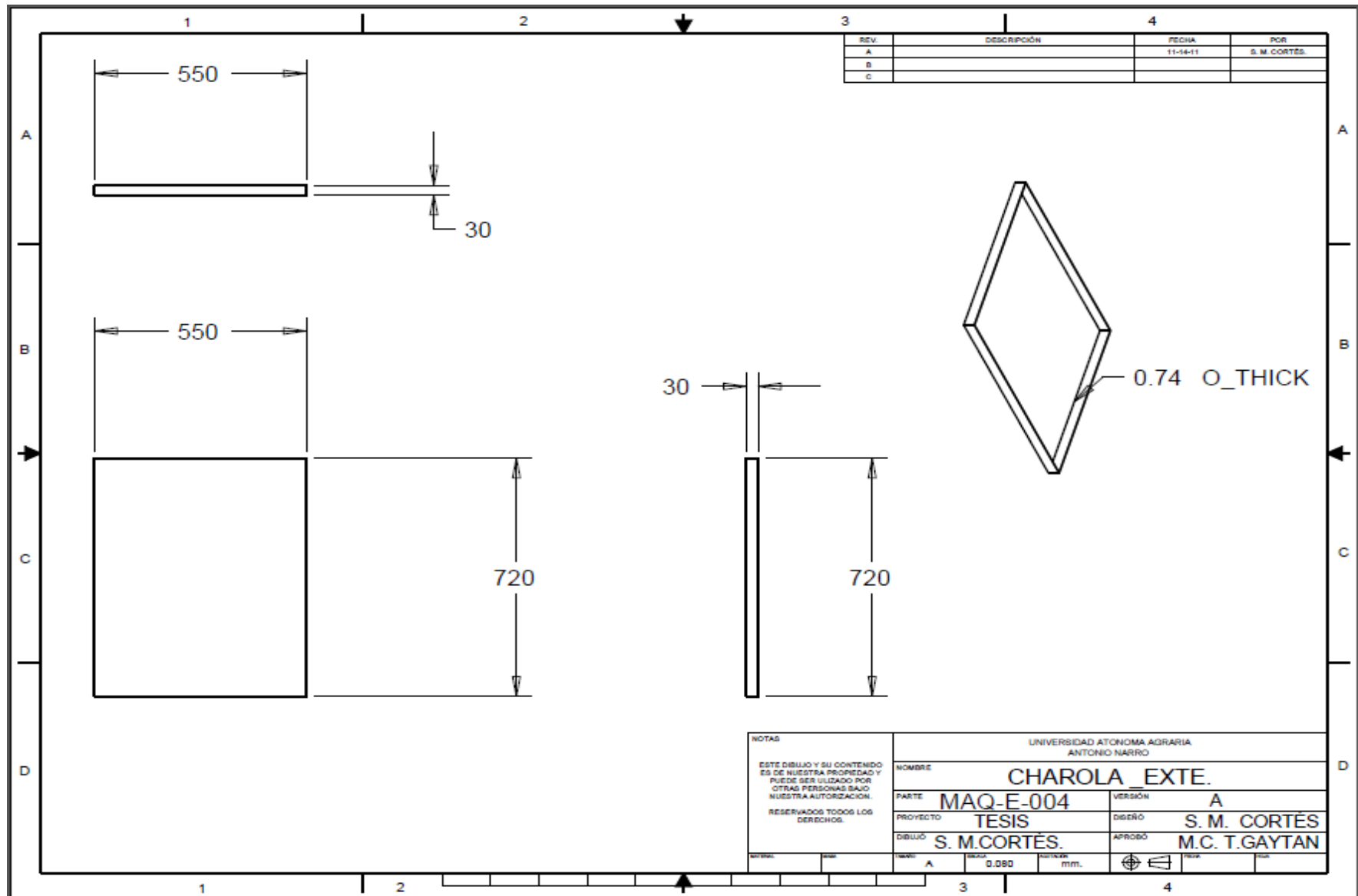
Grafica A28 temperaturas registradas en el mes de Septiembre



ANEXO III

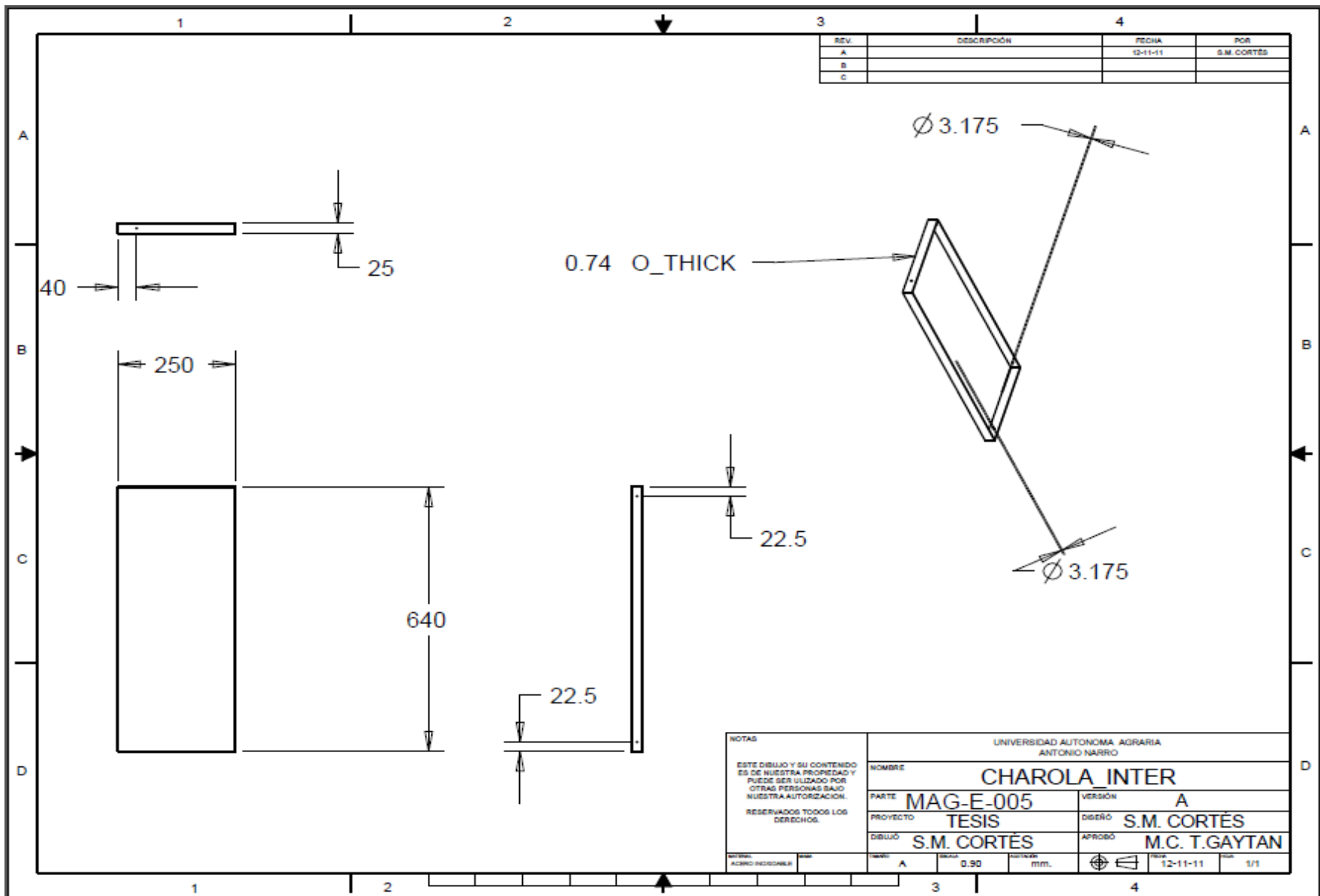


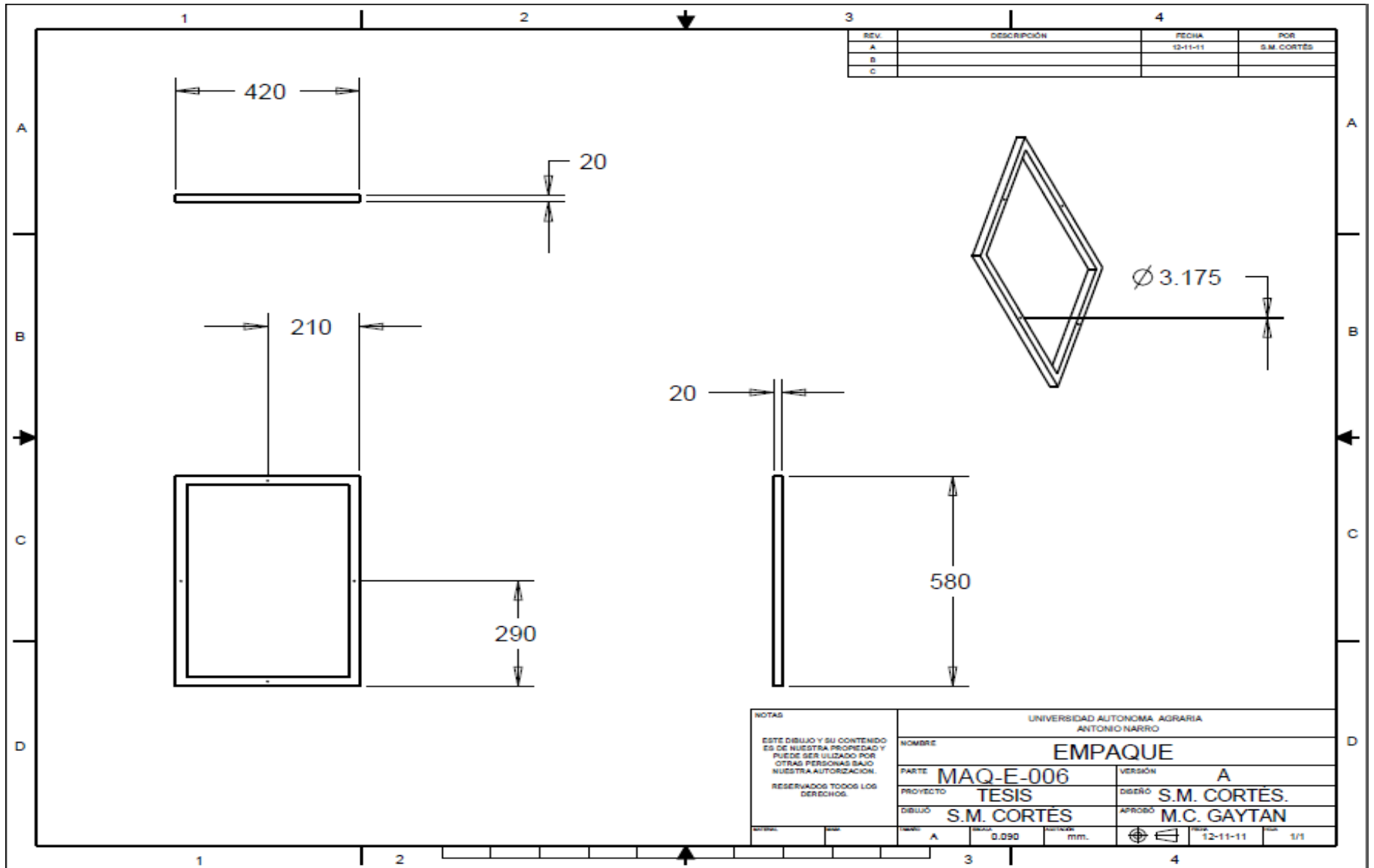


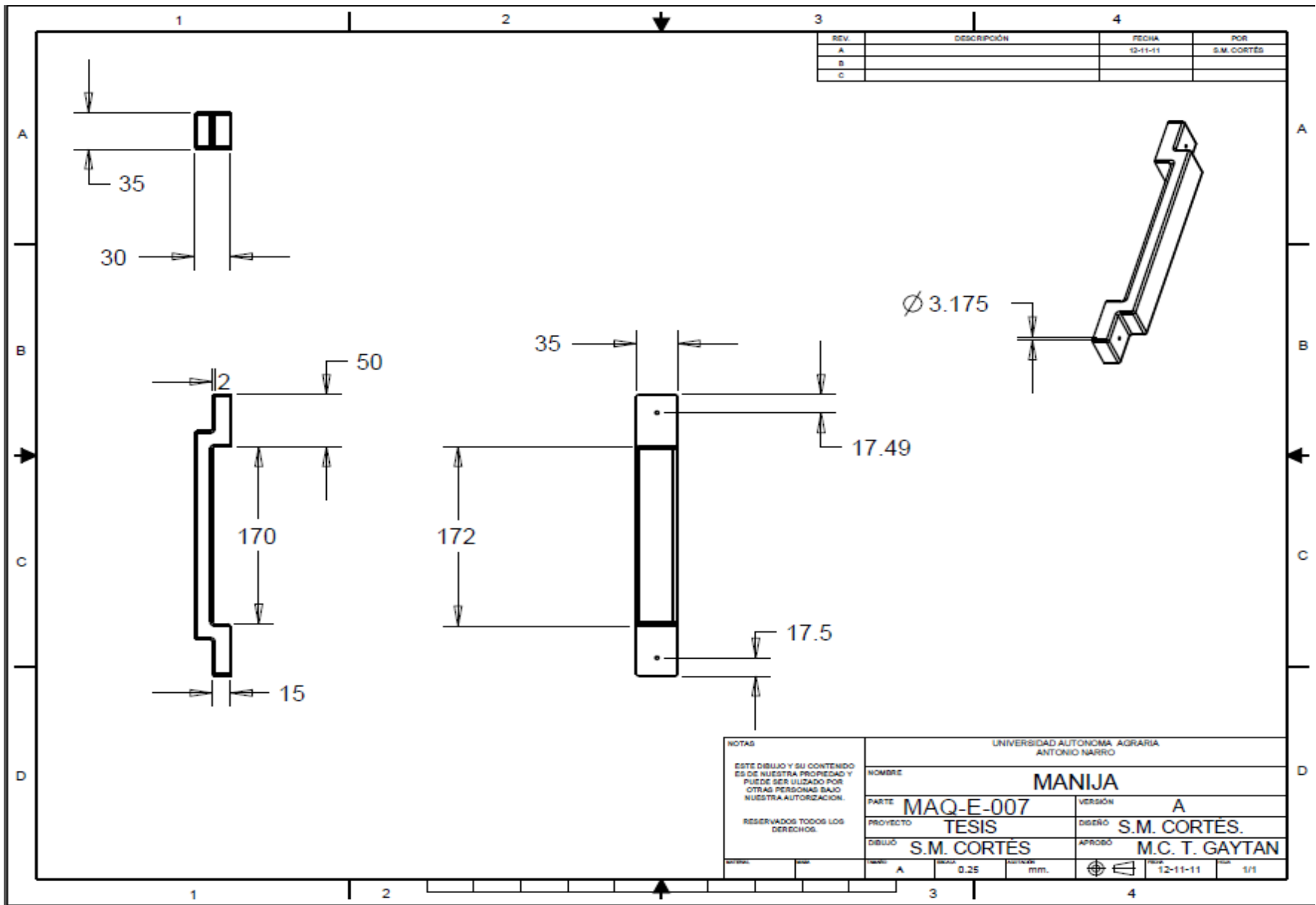


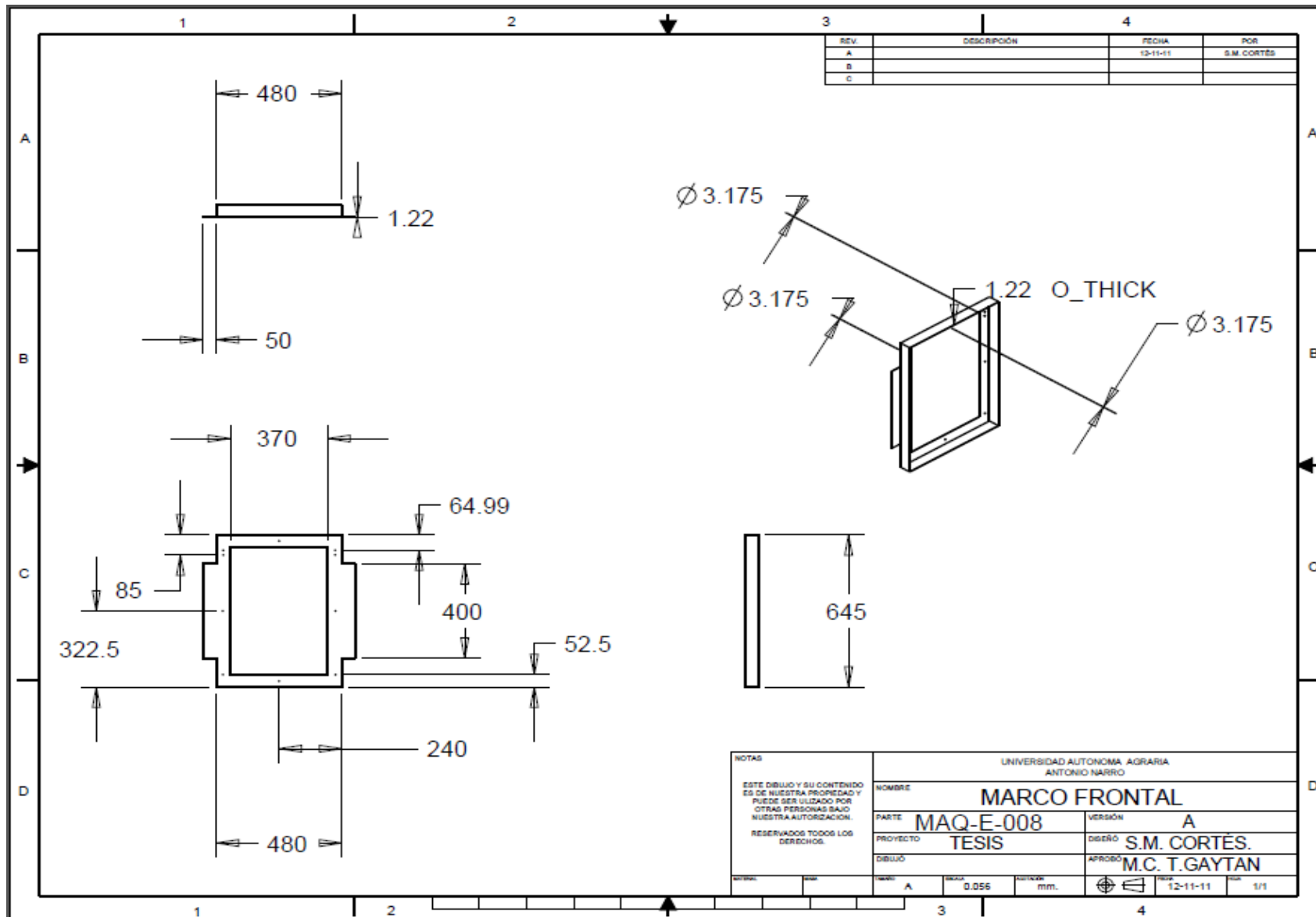
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
A		11-14-11	S. M. CORTÉS
B			
C			

NOTAS ESTE DIBUJO Y SU CONTENIDO ES DE NUESTRA PROPIEDAD Y PUEDE SER UTILIZADO POR OTRAS PERSONAS BAJO NUESTRA AUTORIZACION. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO			
	NOMBRE CHAROLA_EXTE.			
	PARTE MAQ-E-004		VERSIÓN A	
	PROYECTO TESIS		DISEÑO S. M. CORTÉS	
DIBUJO S. M. CORTÉS.		APROBÓ M.C. T. GAYTAN		
MATERIAL	ESCALA	UNIDAD	PROYECTO	FECHA
	A	0.080	mm.	

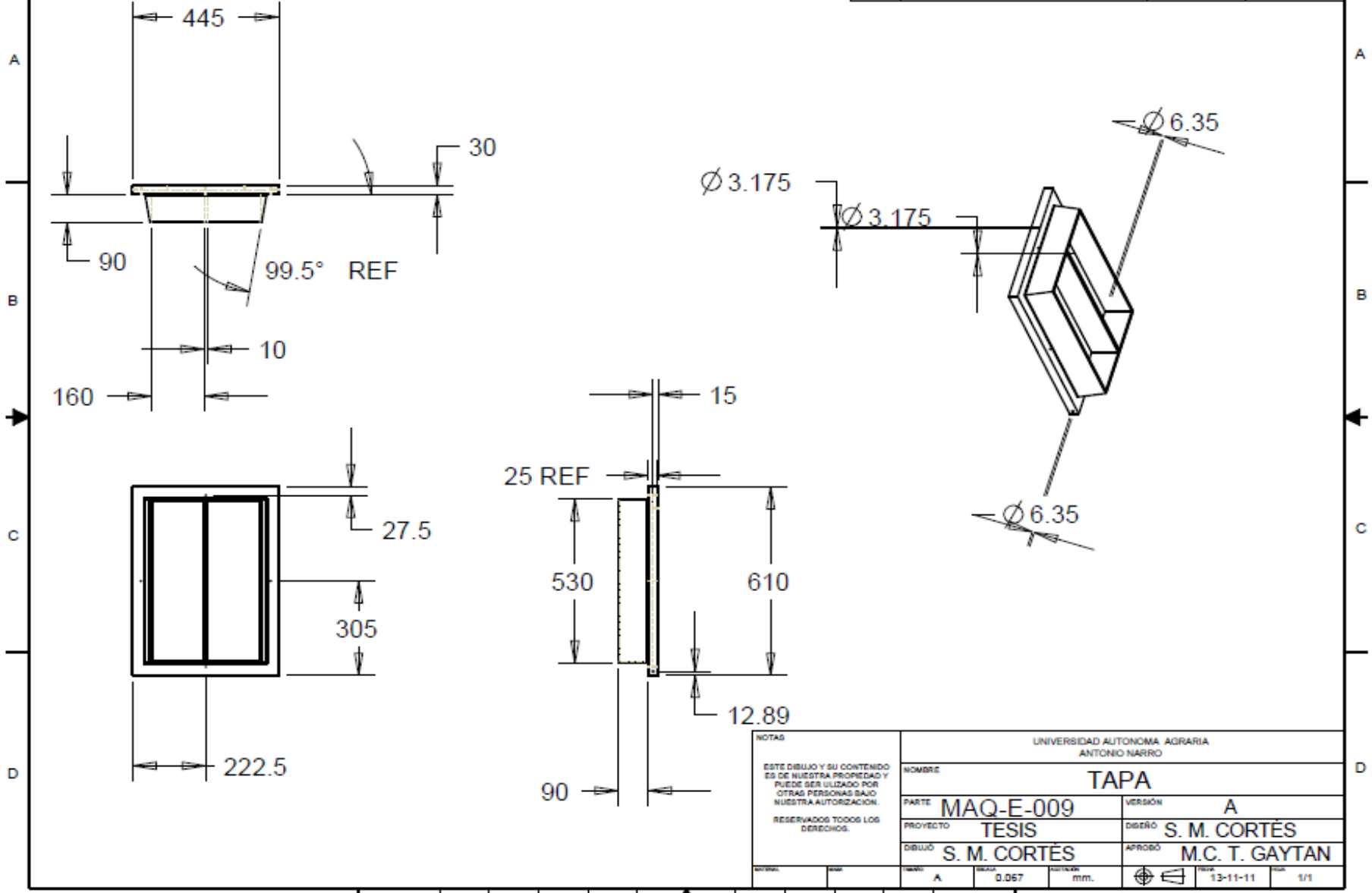




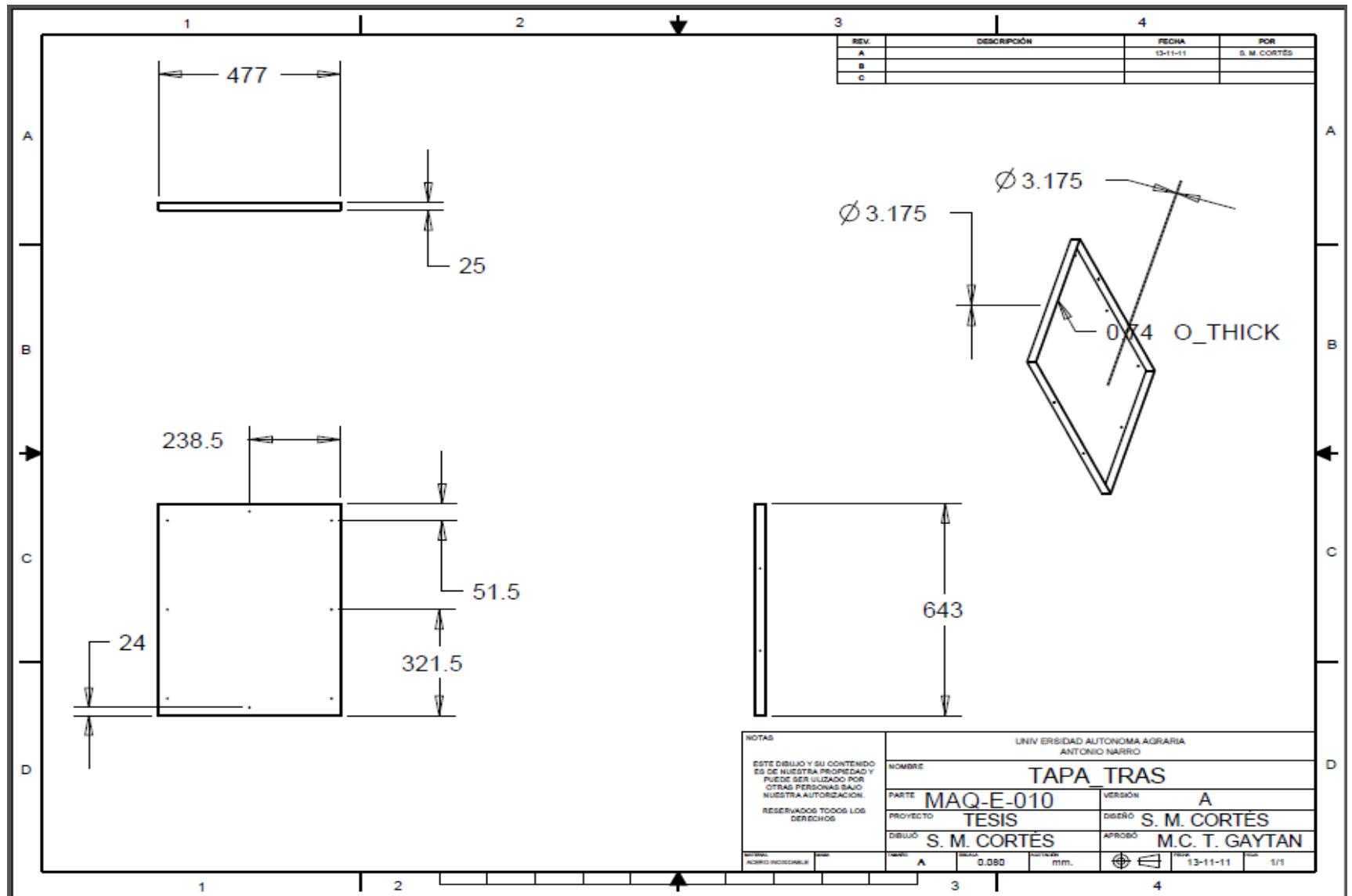


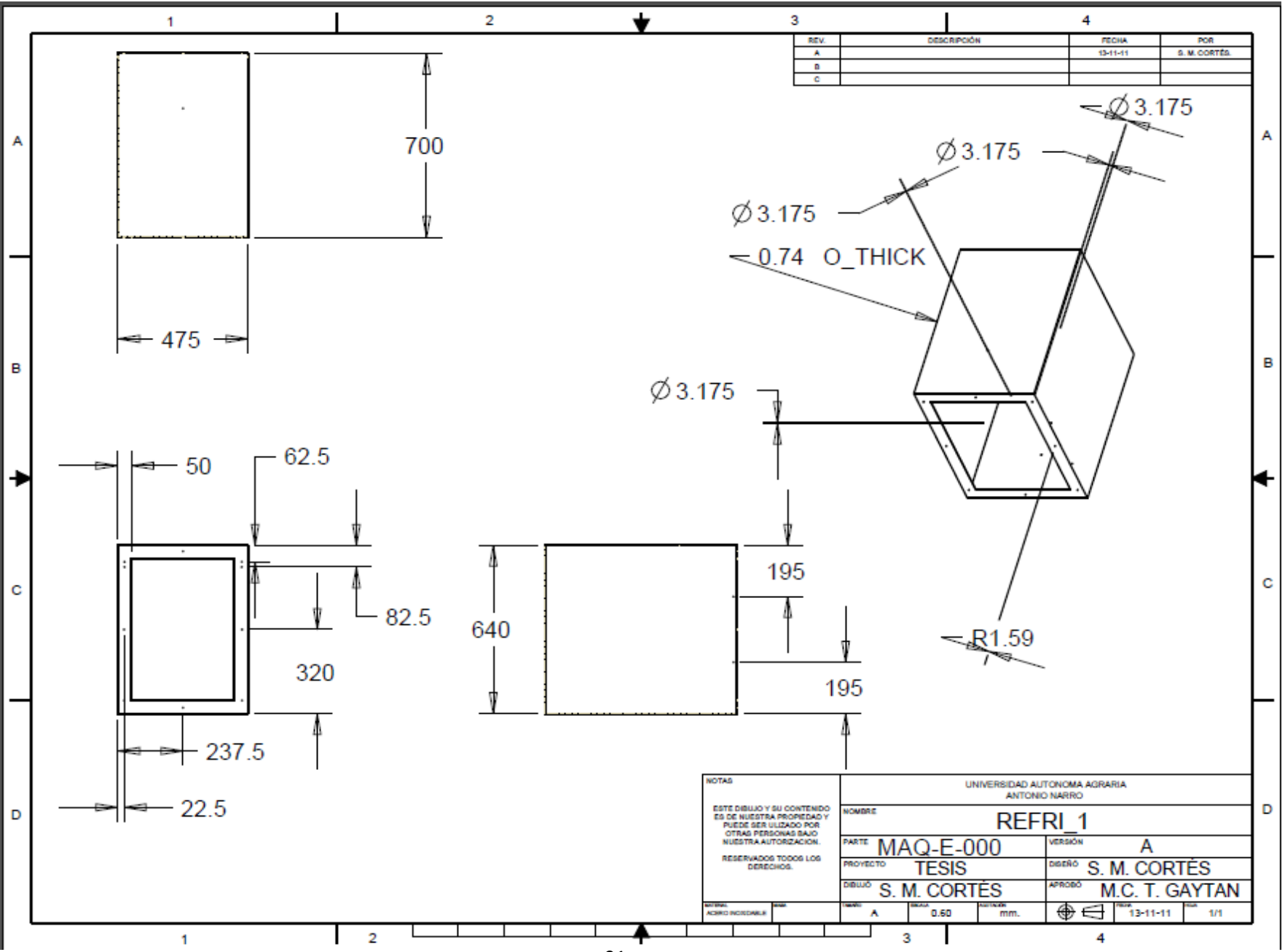


REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
A		13-11-11	S.M. CORTÉS
B			
C			



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO	
NOMBRE TAPA	
PARTE MAQ-E-009	VERSIÓN A
PROYECTO TESIS	DISEÑO S. M. CORTÉS
DIBUJO S. M. CORTÉS	APROBÓ M.C. T. GAYTAN
ESCALA A	FECHA 13-11-11
PROYECTO 0.067	UNIDAD mm.
FECHA 13-11-11	HOJA 1/1



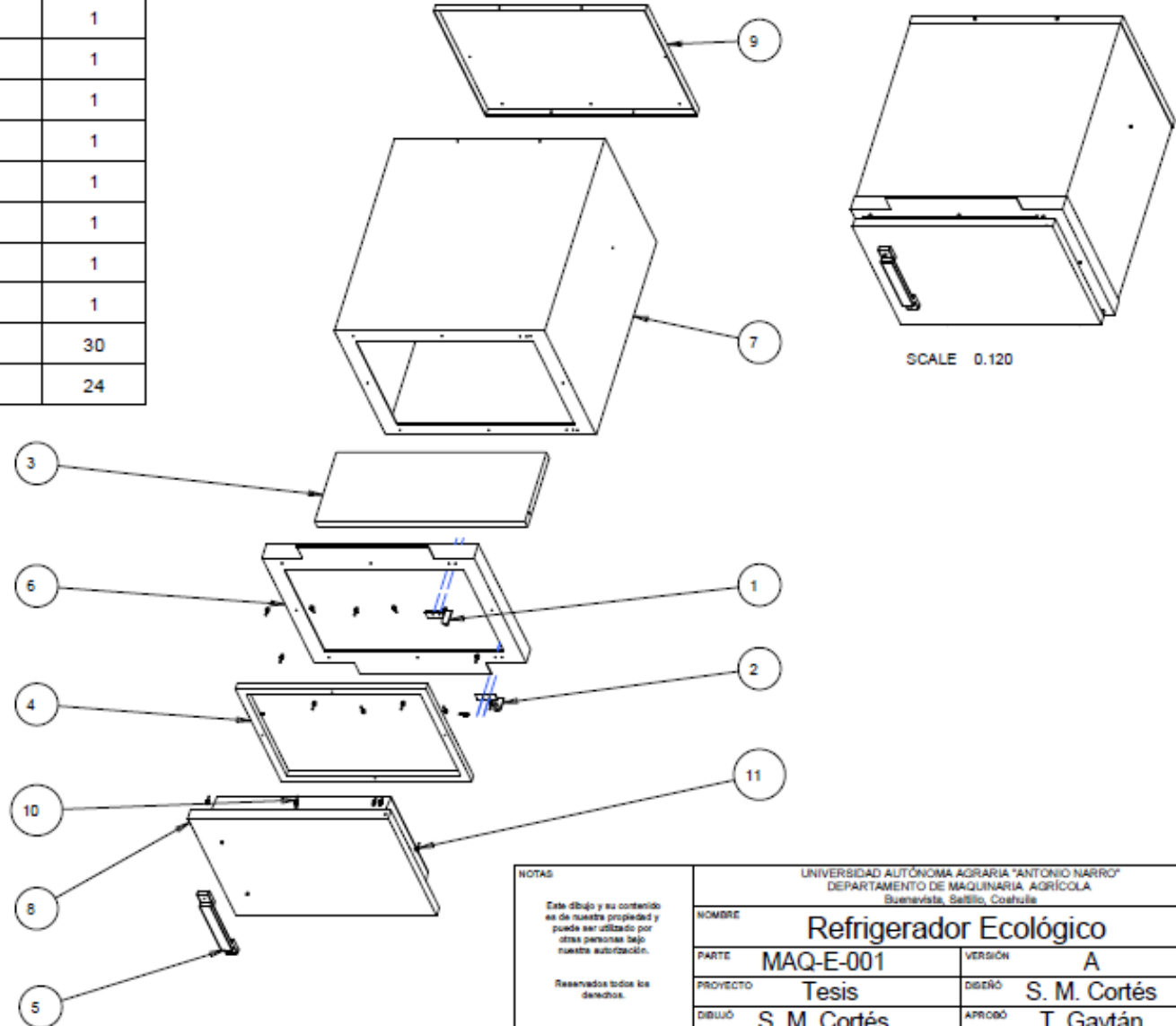


REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
A		13-11-11	S. M. CORTÉS
B			
C			

NOTAS ESTE DIBUJO Y SU CONTENIDO ES DE NUESTRA PROPIEDAD Y PUEDE SER UTILIZADO POR OTRAS PERSONAS BAJO NUESTRA AUTORIZACIÓN. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO			
	NOMBRE REFRI 1			
	PARTE MAQ-E-000		VERSIÓN A	
	PROYECTO TESIS		DISEÑO S. M. CORTÉS	
DIBUJO S. M. CORTÉS		APROBÓ M.C. T. GAYTAN		
MATERIAL	ESCALA	UNIDAD	FECHA	FOLIO
ACERO INOXIDABLE	A	0.50	mm.	13-11-11 1/1

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
A	Adopción de dibujo	11-11-11	S. M. Cortés
B			
C			

ITEM	NAME	QTY
1	BIZAGRA_1	1
2	BIZAGRA_2	1
3	CHAROLA_INTER	1
4	EMPAQUE	1
5	MANIJA	1
6	MARCO_FRONTAL	1
7	REFRI_1	1
8	TAPA	1
9	TAPA_TRAS	1
10	TORNILLO	30
11	TUERCA	24



SCALE 0.120

NOTAS Este dibujo y su contenido es de nuestra propiedad y puede ser utilizado por otras personas bajo nuestra autorización. Reservados todos los derechos.		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Buenavista, Saltillo, Coahuila	
NOMBRE Refrigerador Ecológico		VERSIÓN A	
PARTE MAQ-E-001		DISEÑO S. M. Cortés	
PROYECTO Tesis		APROBADO T. Gaytán	
DIBUJÓ S. M. Cortés		APROBÓ T. Gaytán	
MATERIAL Varios	ESCALA C	REDUCCIÓN 0.12	UNIDADES mm
FECHA 11-11-11		HOJA 1/1	