



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y**  
**EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON**  
**UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN**  
**ENERGÍAS RENOVABLES**

**AUTORES:**

**CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA**

**CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO**

**DIRECTOR:**

**Ing. LUIS HERNÁN ÁLVAREZ JATIVA MSc.**

**IBARRA-ECUADOR**

**ABRIL, 2022**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO”**

**Trabajo de titulación revisado por el comité asesor, previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES**

**APROBADO:**

Ing. Álvarez Játiva Luis Hernán MSc.

**DIRECTOR**

**FIRMA**

Ing. Guamán Tabango Juan Fernando MSc.

**ASESOR**

**FIRMA**

PhD. García Montoya Juan Carlos Ing.

**ASESOR**

**FIRMA**

**IBARRA-ECUADOR**

**ABRIL, 2022**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACION DE USO Y PUBLICACION A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

##### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CEDULA:</b>	1726104571
<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>	Cesar Andrés Ordóñez Rueda
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra-Imbabura
<b>EMAIL:</b>	caordonezr@utn.edu.ec / cesar.andres.ordonez@gmail.com
<b>TELÉFONO FIJO Y MOVIL</b>	----- 0999850021

DATOS DE CONTACTO	
<b>CEDULA:</b>	1003863865
<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>	Cristian Alejandro Bolaños Chamorro
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra-Imbabura

<b>EMAIL:</b>	cabolanosc@utn.edu.ec	
<b>TELÉFONO FIJO Y MOVIL</b>	-----	0991567915

<b>DATOS DE LA OBRA</b>		
<b>TITULO:</b>	"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO"	
<b>AUTORES:</b>	Cesar Andrés Ordóñez Rueda	
	Cristian Alejandro Bolaños Chamorro	
<b>FECHA:</b>	13 DE ABRIL DEL 2022	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Energías Renovables	
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Luis Hernán Álvarez Játiva Msc.	

## 2. CONSTANCIA

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y son titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldremos en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de abril del 2022

### AUTORES



Cesar Andrés Ordóñez Rueda

C.I. 1726104571



Cristian Alejandro Bolaños Chamorro

C.I. 1003863865

## Registro Bibliográfico

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, 13 de abril de 2022

CESAR ANDRÉS ORDOÑEZ RUEDA

CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO”

### TRABAJO DE GRADO

Ingeniero en Energías Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Energías Renovables, **Ibarra, 13 de abril de 2022.**

**DIRECTOR:** Ing. Luis Hernán Álvarez Játiva Msc.

Ibarra, 13 de abril de 2022

### AUTORES



---

Cesar Andrés Ordoñez Rueda

C.I. 1726104571



---

Cristian Alejandro Bolaños Chamorro

C.I. 1003863865

### DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Luis Hernán Álvarez Játiva Msc.

## **Agradecimientos**

En estas palabras quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido.

No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

*Cesar Andrés Ordoñez Rueda*

Gracias a mis padres, **Sandra Chamorro y Segundo Bolaños**, por su apoyo incondicional. Siempre han estado detrás de mí, y esta no fue la excepción. Mamá, gracias por atender una cantidad ridícula de llamadas telefónicas, por calmarme y por corregirme en cualquier momento y en cualquier lugar. Papá, gracias por todo tu amor y por recordarme siempre el objetivo final.

Gracias a mi hermano, **Bolívar Bolaños**, por estar siempre ahí para mí y por decirme que puedo hacerlo incluso cuando no me siento así.

Agradezco de todo corazón el generoso apoyo de mis queridos abuelos Manuel Bolaños y María Visitación Fuentes, además de mi querida tía Miriam Bolaños.

Gracias a mi socia, **Nathalie Reyes**, por escucharme constantemente despotricar y hablar, por corregir una y otra vez (incluso después de largos días de trabajo y en tiempos difíciles), por hacer bromas cuando las cosas se ponían demasiado serias y por los sacrificios que se han hecho para que pueda obtener una ingeniería.

*Cristian Alejandro Bolaños Chamorro*

## Dedicatoria

“Esta tesis está dedicada:

A mis padres *Jenny Rueda y Quiliro Ordóñez*, mi familia y a todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito.”

*Cesar Andrés Ordoñez Rueda*

Con orgullo y cariño es que dedico esta tesis a mis padres.

Dedicado a mi madre, **Sandra Chamorro**, que continúa aprendiendo, creciendo y desarrollándose y que ha sido una fuente de aliento e inspiración para mí a lo largo de mi vida, un agradecimiento muy especial por brindarme un 'espacio para escribir' y por nutrirme durante toda mi vida.

Dedicado a mi padre, **Segundo Bolaños**, por la infinidad de formas en las que, a lo largo de mi vida, me ha apoyado activamente en mi determinación de encontrar y ayudarme a alcanzar mi potencial y hacer esta contribución a nuestro mundo, con un apoyo inquebrantable durante los años aparentemente interminables.

También está dedicado a Nathalie Reyes, amiga, "hermana", colega, "compañera de viaje" y cómplice, quien, a sabiendas y sin saberlo, me llevó a comprender algunos de los desafíos más sutiles a nuestra capacidad de prosperar, me quedo corto al expresar cuan agradecido estoy contigo mujer.

*(“La vida te da sorpresas, sorpresas te da la vida”)*

*Cristian Alejandro Bolaños Chamorro*

## Índice De Contenidos

Índice de Tablas .....	xi
Indice de Figuras .....	xii
Indice de Anexos.....	xiv
Resumen .....	xvi
Abstract .....	xvii
Capítulo I. Introducción .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del Problema y Justificación.....	3
1.3 Pregunta Directriz .....	6
1.4 Objetivos de la Investigación .....	6
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Hipótesis.....	6
Capítulo II. Marco Teórico.....	7
2.1 Marco Teórico Referencial.....	7
2.1.1 Vivienda .....	7
2.1.2 Contenedores Marítimos .....	9
2.1.3 Energía Eléctrica y su Generación .....	10
2.2 Marco Legal .....	13
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador .....	13
2.2.2 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE).....	14



2.2.3 Código Orgánico del Ambiente (COA) .....	14
2.2.4 Resolución Nro. ARCONEL – 057/18.....	14
Capítulo III. Metodología.....	15
3.1 Caracterización del Área de Estudio .....	15
3.2 Métodos.....	16
3.2.1 Diseño de un Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética para una Vivienda basada en un contenedor de transporte .....	16
3.2.2 Elaboración de un Sistema de Eficiencia Energética para una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte .....	31
3.2.3 Instalación de un Sistema de Energías Renovables que Abastezca a una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte .....	35
3.2.4 Modelacion Matemática del Sistema de Energías Renovables.....	45
3.3 Materiales y Equipos.....	46
Capítulo IV. Resultados y Discusión .....	49
4.1 Diseño del Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la Vivienda.....	49
4.2 Elaboracion de un Sistema de Eficiencia Energética para una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte .....	49
4.3 Instalar un Sistema de Energías Renovables que Abastezca a la Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte .....	50
4.4 Modelación Matemática del Sistema de Energías Renovables.....	50
4.4.1 Identificación del Sistema de Aislamiento.....	51
4.4.2 Identificación del Sistema Fotovoltaico.....	54

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones..... 58

    5.1 Diseño del Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la Vivienda ..... 58

    5.2 Diseño del Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la Vivienda ..... 59

Bibliografía..... 60

ANEXOS..... 67

## Índice De Tablas

Tabla 1. Cantidad de iluminancia.....	8
Tabla 2. Tipos de contenedores.....	9
Tabla 3. Dimensiones y medidas estándar .....	10
Tabla 4. Consumo estimado de la casa contenedor.....	17
Tabla 5. Radiación solar anual estación m1240 (inamhi) .....	18
Tabla 6. Información eléctrica del módulo fotovoltaico .....	25
Tabla 7. Datasheet growatt 2000-s datos de entrada.....	27
Tabla 8. Datasheet growatt 2000-s datos de salida .....	27
Tabla 10. Características generales del contenedor marítimo.....	31
Tabla 11. Características generales foco sylvania toledo a60 800lm 9w .....	32
Tabla 12. Características técnicas del interruptor magnetotérmico ez9f56220 .....	36
Tabla 13. Características técnicas del interruptor magnetotérmico 5sy61507 .....	37
Tabla 14. Especificaciones tomacorriente.....	38
Tabla 15. Características técnicas del raspberry pi model b+ .....	39
Tabla 16. Características arduino mega .....	40

## Índice De Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del proyecto .....	15
Figura 2: Diagrama de instalación básica de un sistema fotovoltaico .....	17
Figura 3: Panel fotovoltaico comprado a proviento .....	24
Figura 4: Inversor growatt.....	26
Figura 5: Parede de varias capas .....	30
Figura 6: Imagen referencial foco led .....	32
Figura 7: Planchas de gypsum.....	33
Figura 8: Paquete de lana de vidrio.....	34
Figura 9: Interruptor magnetotérmico de dos polos .....	36
Figura 10: Interruptor magnetotérmico de un polo .....	37
Figura 11: Tomacorriente veto .....	38
Figura 12: Raspberry pi model b+.....	39
Figura 13: Arduino mega .....	40
Figura 14: Tarjeta wifi.....	41
Figura 15: Sensor de temperatura.....	41
Figura 16: Sensor de corriente .....	42
Figura 17: Sensor de distancia .....	42
Figura 18: Sensor de flujo .....	43

Figura 19: Sensor de amperaje (corriente alterna) .....	43
Figura 20: Sensor de voltaje.....	44
Figura 21: Sensor de temperatura y humedad relativa .....	44
Figura 22: Curvas de identificación de temperatura .....	51
Figura 23: a) comparación de los datos del modelo matemático con los datos reales b) comparación de los modelos energyplus y tf.....	52
Figura 24: Tiempo de respuesta del modelo matemático.....	53
Figura 25: Tiempo de respuesta a la función impulse del modelo matemático .....	54
Figura 26: Curvas de identificación de potencia.....	55
Figura 27: Tiempo de respuesta a la función step del modelo matemático .....	56
Figura 28: Tiempo de respuesta a la función impulse del modelo matemático .....	57

## Índice De Anexos

Anexo 1. Plano arquitectónico de la vivienda basada en un contenedor marítimo.....	68
Anexo 2. Plano arquitectónico eléctrico de la vivienda basada en un contenedor marítimo .....	71
Anexo 3. Plano hidráulico de la vivienda basada en un contenedor marítimo .....	73
Anexo 4. Plano arquitectónico de sensores de la vivienda basada en un contenedor marítimo ...	74
Anexo 7. Plano eléctrico de ubicación .....	80
Anexo 8. Carta compromiso.....	81
Anexo 9. Cronograma de actividades .....	86
Anexo 10. Materiales del proyecto .....	87
Anexo 11. Equipo del proyecto.....	89
Anexo 12. Mano de obra de proyecto .....	90
Anexo 13. Transporte del proyecto .....	92
Anexo 14. Formula polinómica para el reajuste de precios .....	92
Anexo 15. Cronograma valorado de trabajo .....	93
Anexo 16. Reporte de asignación de términos .....	95
Anexo 17. Desagregación tecnológica .....	96
Anexo 18. Desglose de cuadrilla tipo.....	97
Anexo 19. Gráfico de temperaturas de la vivienda en un día promedio por horas. ....	97
Anexo 20. Código para guardar datos en el raspberry (python). ....	98

Anexo 21. Código iniciar automáticamente la recolección de datos (.sh). .....	98
Anexo 22. Código de control de todos los sensores en arduino.....	98
Anexo 23. Collage de imágenes del container en fase de construcción.....	108
Anexo 24. Collage de imágenes del container finalizado .....	109
Anexo 25.determinación de la demanda de diseño .....	110
Anexo 26. Flujo de caja para un proyecto de construcción de viviendas basadas en contenedores marítimos.....	111

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

#### IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO

Trabajo de titulación

#### Nombre de los estudiantes:

- César Andrés Ordóñez Rueda
- Cristian Alejandro Bolaños Chamorro

#### Resumen

Un lugar habitable, con energía eléctrica y agua potable es una necesidad básica, por ello este proyecto utiliza un sistema de energías renovables y eficiencia energética para resolver las necesidades eléctricas y de confort de la vivienda. En los métodos utilizados se tomó las pautas del MIDUVI para la construcción, que describen el diseño del plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico. Los principales factores que se tomaron en cuenta dentro de la construcción son el aislamiento térmico, hecho de lana de vidrio y concreto alivianado. Para el cálculo fotovoltaico se utilizó fórmulas matemáticas que determinaron las características necesarias para el sistema fotovoltaico. Podemos señalar que la vivienda cuenta con un área habitable de 30 m<sup>2</sup> y un costo estimado de 9443.19 USD en 2021, por otra parte, tiene un sistema fotovoltaico de 1kw de potencia conectado a la red que abastece completamente el consumo eléctrico. Además, el aislamiento térmico logra una temperatura promedio de 20.87°C y una pérdida máxima de calor de 82.74 w. Los modelos matemáticos arrojaron en el ámbito del confort térmico y temperatura un ajuste del 78.65% y en el ámbito de la generación de energía un ajuste del 99.87%. La construcción y el diseño de la vivienda es una solución viable que permite resolver necesidades de confort y suministro energético mediante el aprovechamiento de la energía renovable.

**Palabras clave:** Iluminancia, Termorregulación, Higrómetro, Cubierta térmica, Cargas sísmicas, Arquitectura bioclimática.



**“IMPLEMENTATION OF A RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY  
SYSTEM APPLIED IN AN ALTERNATIVE HOUSE WITH A TRANSPORT  
CONTAINER AS A PROTOTYPE”**

**Abstract**

A habitable place, with electricity and water supply, is a basic need. That is why this project uses a system of renewable energies and energy efficiency to solve the electrical and comfort needs of home. Amongst the methods used, MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) guidelines for construction were taken. They describe the design of the architectural, electrical, and hydraulic plans. The main factors that considered in the construction were thermal insulation, made of glass wool, and cellular concrete. Regarding the photovoltaic calculation, mathematical formulas were used to determine the necessary amount of energy, the number of solar panels, and the type of inverter. It should be underlined that the house has a living area of 30 m<sup>2</sup> and an estimated cost of 9443.19 USD in 2021. It has a 1kw photovoltaic system connected to the network that fully supplies the electricity consumption. Furthermore, the thermal insulation achieves an average temperature of 20.87°C and a maximum heat loss of 82.74 w. The mathematical models yielded an adjustment of 78.65% in the field of thermal comfort and temperature and an adjustment of 99.87% in the field of energy generation. The construction and design of houses is a viable solution that allows for satisfying the needs of comfort and energy supply using renewable energies.

**Keywords:**

Illuminance, Thermoregulation, Hygrothermal, Thermal cover, Seismic loads, Bioclimatic architecture.

# Capítulo I

## Introducción

### 1.1. Antecedentes

La energía solar ha sido importante para el ser humano, siendo utilizada desde milenios para la agricultura y la aportación de calor que necesita el cuerpo. Pero desde el año 1838 que la humanidad descubrió el efecto fotoeléctrico, este campo se ha ido ampliando hasta que en 1953 se crea la primera célula fotovoltaica de silicio, la cual es un generador de energía eléctrica por radiación electromagnética (Cuong & Blair, 1966).

Para el año 1977, el costo del vatio procedente de energía solar fotovoltaica fue de 76.67 USD/w (Diamandis, 2014), solo era viable en la industria espacial. Pero al pasar los años, automatizarse e industrializarse el proceso de manufactura de las celdas fotovoltaicas, para el año 2018 el coste paso a ser de alrededor de 0.77 USD/w (Lozanova, 2011). Esta reducción de costes, además que la energía fotovoltaica es segura, libre de gases contaminantes y de poco mantenimiento, la hizo una alternativa viable para la producción de energía eléctrica y aumentó su uso mundialmente con una capacidad instalada de 480 Gw y una producción de 570 000 Gwh en el año 2018, el cual según las estadísticas de uso de la energía el 12% fue para uso residencial (IEA, 2009).

En el año 1956, el primer viaje del contenedor marítimo de 35 ft (10.66 m) de longitud y 8 ft (2.43 m) de altura y anchura fue efectuado, iniciando una revolución en el transporte de mercancías, asimismo desde el año 1961 la International Organization for Standardization (ISO) estandarizó el tamaño de los contenedores marítimos, la unidad TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) que define el tamaño en relación con un contenedor marítimo de 20 ft (6.09 m), en 2019 se tiene más de 34 millones de TEU en existencia, entre ellos podemos mencionar: DRY VAN, HIGH

CUBE, OPEN TOP, OPEN SIDE, FLAT RACK, TANK y REEFER, que son varios modelos de contenedores con empleos y especificaciones únicas (Council, 2020).

De todos los contenedores marítimos alrededor del mundo, aproximadamente 23.3 millones se encuentran almacenados, los cuales son potencialmente utilizables. China es el mayor productor de contenedores marítimos del mundo con el 97% de la producción, la vida útil es de aproximadamente 25 años en las condiciones duras del mar, cabe recalcar que desde sus inicios, debido al alto coste de traslado de contenedores sin carga, se han estado almacenando en grandes lotes de tierra, siendo reciclados como hierro o en su mejor caso utilizados íntegros para el almacenaje, viviendas, piscinas, hospitales, restaurantes u oficinas (Dracontainers, 2020).

De acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), para que un lugar se considere vivienda se debe garantizar un entorno seguro en el cual se incluya provisión, calidad de los bienes y servicios públicos vinculados al hábitat: suelo, energía, movilidad, transporte, agua, saneamiento, calidad ambiental y recreación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015).

Ecuador es un país rico en recursos energéticos renovables, pero históricamente ha dependido en gran medida de los combustibles fósiles como principal fuente de energía, además la academia y el Gobierno buscan revertir esta situación con radicales cambios en la matriz energética (Orellana & Saragon, 2015). La dependencia más notable de los combustibles en las viviendas ecuatorianas es el GLP. La Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) en 2019 menciona que el promedio de las plantas de envasado: Duragas y Eni Ecuador despachan un total de 200 000 tanques diarios para atender el consumo nacional (ARCH, 2019).

El país importa el 88% de su demanda de GLP y tan solo produce el 12% por lo cual, el gobierno insiste que el subsidio se focalice en las personas más vulnerables. Los despachos de

GLP destinados al sector doméstico concentran el 91% del total, mientras que el 7% se destina al sector industrial, 2% agroindustrial y 1% vehicular. Por lo tanto, el sector prioritario en el cual se puede enfocar la introducción de tecnologías renovables es el residencial. El estado ecuatoriano subsidia el 85.8% de cada cilindro de GLP, es decir, el Gobierno paga \$9.65 del total de \$11.25 por cilindro y el usuario únicamente paga \$1.60, un precio cómodo que hace difícil el cambio energético (ARCH, 2017).

Por otra parte, la energía eléctrica en el Ecuador también cuenta con un subsidio implementado en el año 2007 llamado “Subsidio de la tarifa de la dignidad”, el cual fue otorgado por el estado ecuatoriano mediante decreto ejecutivo No. 451-a, este es aplicado únicamente en el sector residencial, para la región sierra cuando el consumo sea inferior a 110 kwh-mes y para las regiones costa, oriente y galápagos cuando el consumo sea inferior a 130 kwh-mes, consiste en disminuir el costo de 0.09 \$/kwh a 0.04 \$/kwh (ARCONEL, 2007). La población que tiene acceso a este subsidio es del 76%, cabe recalcar que el subsidio fue creado para la población en estado de pobreza que representa el 31% en su tiempo, por lo cual podemos ver que existe un aprovechamiento de la población más general del subsidio, viéndolo en números el estado ha entregado por este subsidio más de 28.5 millones de dólares en un solo año (Valencia, 2015).

Además, el último censo de población y vivienda del Ecuador realizado por el INEC en el 2010, el déficit cuantitativo que se presenta es del 18.88% y el déficit cualitativo asciende al 33.12%. Eso muestra que alrededor del 50% de la población en 2010 tenía algún inconveniente respecto a la vivienda (INEC, 2010).

## **1.2. Planteamiento del Problema y Justificación**

La contaminación ambiental es un problema mundial y es responsabilidad de todos contribuir para reducirla; entre los factores que originan esta contaminación el principal es el

crecimiento poblacional, el cual se deriva en el aumento del consumo de electricidad, agua, alimento, construcción, ocupación, etc. Para que se pueda satisfacer a cada ser humano de ser posible. De estas derivaciones, la electricidad es un aspecto esencial en el fortalecimiento del desarrollo tanto económico y social de cualquier país, razón por la cual es necesaria la implementación de proyectos relacionados tanto con la eficiencia energética como con las energías renovables, lo cual aportaría un ahorro de costos muy alto al consumo de combustibles convencionales como el carbón y el gas natural.

El derecho a la vivienda, al igual que los derechos humanos en general, ofrece estándares concretos que se pueden implementar y medir para el progreso. Los resultados son transformadores y pueden alejarnos de la pobreza hacia el buen vivir. De acuerdo con datos de las Naciones Unidas en el informe nacional del Ecuador, en el año 2013, basándose en el censo poblacional existen 6 557 918 personas con acceso a una vivienda adecuada, esto representaría el 60% de la población, por lo tanto, el otro 40% no tiene acceso a un hogar adecuado con servicio agua potable, luz, y capacidad de abastecimiento de alimentación para subsistir (Rolnik, 2012).

Las naciones involucradas en las exportaciones e importaciones de carga, utilizando contenedores de envío a través de una red de transporte global, están generando enormes sobras de contenedores en los puertos. Esto ha creado un doble dilema, si bien es demasiado costoso transportar los contenedores vacíos a sus orígenes, dejarlos en los puertos de destino ocuparían enormes espacios. Como resultado, hay un enorme excedente de contenedores vacíos que solo esperan ser reciclados o reutilizados.

La reutilización de marítimos envíos para la construcción de viviendas reduce la necesidad de la mayoría de los materiales nuevos en la construcción convencional. Es bien sabido que los contenedores se fabrican en dimensiones estándar con algunas propiedades incorporadas, esto lo

convierte en un excelente componente estructural modular. El uso reciente de contenedores de envío prefabricados puede ser un sustituto de la construcción tradicional con marco de madera. El estudio de este tipo de aplicaciones ha resultado en una caída drástica de la energía incorporada en comparación con la construcción convencional. La reutilización de contenedores de envío es lo actual en sostenibilidad, utiliza menos materiales y energía incorporada que cualquier tipo de construcción de edificios. Otros beneficios clave para la reutilización de contenedores en la construcción son su uniformidad y modularidad. Esta ventaja abre la oportunidad para la construcción eficiente de edificios. Es evidente que el mundo se está moviendo hacia protocolos ambientales complejos en todos los sectores, incluida la construcción de edificios, que consume una gran cantidad de energía y emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero, además de incorporar un sistema fotovoltaico. Por lo tanto, la reutilización del contenedor de envío ayudaría a reducir los impactos ambientales (Islam et al., 2016).

Existen oportunidades para reducir la energía incorporada mediante la reutilización de contenedores como material de construcción. En consecuencia, es necesario determinar la cantidad de consumo de energía y los impactos ambientales reducidos en la construcción de viviendas en contenedores. Sin embargo, es más importante asegurarse de que la vivienda contenedor debe ser habitable como una residencia convencional (Radwan, 2015).

### **1.3. Pregunta Directriz**

¿Es posible construir un sistema de energías renovables y eficiencia energética para una vivienda basada en un contenedor de transporte?

### **1.4. Objetivos de la Investigación**

#### ***1.4.1. Objetivo General***

Implementar un sistema de energías renovables y eficiencia energética aplicado en una vivienda alternativa con un contenedor de transporte como prototipo.

#### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Diseñar un sistema de energías renovables y eficiencia energética para una vivienda basada en un contenedor de transporte.
- Elaborar un sistema de eficiencia energética para la vivienda basada en un contenedor de transporte.
- Instalar un sistema de energías renovables que abastezca a la vivienda basada en un contenedor de transporte.
- Modelar matemáticamente el sistema de energías renovables.

### **1.5. Hipótesis**

Es posible construir un sistema de energías renovables y eficiencia energética que ofrezca los servicios básicos para habitar en una vivienda basada en un contenedor de transporte.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1. Marco Teórico Referencial

La implementación de una casa contenedor se orienta al desarrollo de un sistema sostenible y económico de bajo costo, para lo cual se considera utilizar materiales reutilizados y resistentes, además de energías renovables disponibles, con el objetivo de disminuir costos, proporcionar confort y satisfacer las necesidades básicas de una persona.

##### 2.1.1. Vivienda

Se considera que para que un lugar sea habitable debe garantizar un entorno seguro en el cual se incluya provisión, calidad de los bienes y servicios públicos vinculados al hábitat: suelo, energía, movilidad, transporte, agua, saneamiento, calidad ambiental y recreación (Rolnik, 2012).

**Comodidad y Confort.** Es la percepción del estado ambiental dentro de la vivienda, en el cual el estado de satisfacción físico de la persona se maximiza; este estado ambiental se puede dividir en confort térmico o higrotérmico, confort luminoso, confort acústico y confort olfativo. En la presente investigación se profundizará en los dos primeros. El confort higrotérmico, es cuando estando en una actividad sedentaria los mecanismos de termorregulación del cuerpo no están activos. En una persona sentada con ropa ligera esté confort esta entre una temperatura de 21°C a 25°C y una humedad relativa de 20% a 70%. El confort lumínico es la percepción de cantidad y calidad de radiación electromagnética entre los 380 nanómetros a los 780 nanómetros. En la siguiente tabla se enlista la cantidad de iluminancia según el recinto (Vázquez de los Santos, 2010).



**Tabla 1***Cantidad de iluminancia (lux)*

Zona	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Nota. Fuente: (Díaz Dorado, 2015)

**Low Density Cellular Concrete (LDCC).** Es un concreto de baja densidad (400-1 850 kg/m<sup>3</sup>) y alta relación resistencia peso. El cual tiene como características la conservación de energía, eliminación de ruidos, fácil manufactura y barata instalación (Amran, 2015).

**Diseño.** Según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador (MIDUVI) los lineamientos mínimos para una vivienda familiar deben ser:

- Puertas de ingreso a la vivienda: 0.90 m x 2.05 m.
- Puertas interiores: 0.80 m x 2.05 m
- Puertas de baño: 0.70 m x 2.05 m.
- Iluminación: 20%
- Ventilación: 6%
- El área de la cocina debe tener un espacio para una refrigeradora, un mesón de cocina donde se ubique un fregadero, espacio para manipular alimentos y para colocar como mínimo un electrodoméstico, y una cocina.
- La cubierta de la vivienda deberá tener una cubierta térmica y acústica.
- Las ventanas deben constar de vidrio con mínimo 4 mm de espesor.
- El lado mínimo en dormitorios será 2.20 m.

- La vivienda constará de un área en la cual debe tener como mínimo dos dormitorios, un baño completo, sala-comedor, lavado y secado.

**Estructura.** La Norma ecuatoriana de la construcción NEC reúne las características relacionadas con la seguridad estructural de las edificaciones. En los capítulos NEC-SE-CG y NEC-SE-DS se reúnen las características estructurales para cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinación de cargas, también se encuentran los requerimientos técnicos para hacer frente a cargas sísmicas (MIDUVI, 2018).

### 2.1.2. *Contenedores Marítimos*

Los contenedores marítimos son depósitos de carga principalmente para el transporte marítimo, pero también se utilizan dentro del transporte terrestre como una forma de transporte de mercancía sin necesidad de carga y descarga. Estos están en su totalidad fabricados a partir de acero bajo la norma ISO-668 (ISO/TC-104, 1995).

**Tipos de Contenedores.** Los contenedores marítimos cuentan con diversos tipos para desempeñar diversos trabajos. En la siguiente tabla se nombran todos ellos con su abreviatura.

**Tabla 2**  
*Tipos de contenedores*

Abreviatura	Tipo	Traducción
SD	Standard dry	“Estándar” carga seca (común)
RF	Reefer	Frigorífico
OT	Open top	Techo abierto / de lona
DV	Dry Van	Base con parantes
HC/JB	High cube/jumbo	2.8956m de altura
TK	Tank	Tanque
PL	Plataform	Plataforma
HD	Hevy duty	Servicio pesado / reforzado

Nota. Fuente: (Dalence Montaña, 2020)

Dentro los más comunes utilizados para la construcción de viviendas, son el standard dry SD por su bajo coste además de su alta disponibilidad y el high cube por su gran altura al techo. En adición a estos contamos con diferentes tamaños, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Dimensiones y medidas estándar*

Exterior (cm)	Interiores (cm)	Abertura puerta (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso aprox. Permitido (kg)
609 x 243 x 259	586 x 233 x 235	226 x 226	32.1 m <sup>3</sup>	21 700
1219 x 243 x 259	1200 x 233 x 235	228 x 226	65.7 m <sup>3</sup>	26 800
1219 x 243 x 259	1200 x 233 x 265	228 x 226	74.4 m <sup>3</sup>	26 600
609 x 250 x 289	592 x 242 x 269	240 x 259	38.8 m <sup>3</sup>	21 150
1219 x 250 x 259	1210 x 244 x 238	239 x 228	70 m <sup>3</sup>	39 920
1219 x 250 x 289	1210 x 244 x 267	239 x 257	78.8 m <sup>3</sup>	30 720

Nota. Fuente: (Dalence Montaña, 2020)

De los anteriores, los más extendidos en el mundo son los contenedores de 609 cm (20 ft) y 1219 cm (40 ft), los cuales son más utilizados en la construcción de viviendas (Dalence Montaña, 2020).

### **2.1.3. Energía Eléctrica y su Generación**

La energía eléctrica se presenta en forma de un fenómeno físico que da su origen en las cargas eléctricas y puede manifestarse de muchas formas, como son fenómenos térmicos, mecánicos, luminosos y químicos, de la misma manera la electricidad se puede observar en la naturaleza en forma de rayos o relámpagos. Actualmente la electricidad forma parte desde los más minúsculos usos como la reproducción de música en los celulares, transporte de datos, hasta potentes trenes de alta velocidad o el movimiento de maquinaria pesada (Arboledas Brihuega, 2014).

La generación de energía eléctrica es producida de múltiples maneras, las llamadas tradicionales que son las centrales hidráulicas que generan su electricidad por medio del movimiento del agua en los ríos, las centrales térmicas que por medio del intercambio de calor produce energía eléctrica y las centrales nucleares que por medio de la fisión nuclear produce calor al alterar núcleos atómicos. Y otros tipos de fuente en las que se incluye a la energía solar que por medio del silicio y la captación solar producen la interacción de átomos en los paneles que generan electricidad, energía eólica que por medio de la fuerza de viento mueve los llamados aerogeneradores, energía geotérmica que por medio de cuevas de roca caliente en el interior de la tierra se puede obtener electricidad y finalmente la biomasa que es el aprovechamiento de materia orgánica para generar varios tipos de biomasa que pueden ser utilizados como combustible para la generación de electricidad (Alcázar Ortega et al., 2019).

**Energía Fotovoltaica.** La conversión fotovoltaica es la conversión directa de la luz solar en electricidad. Los dispositivos fotovoltaicos son robustos y de diseño simple, requieren muy poco mantenimiento y, su mayor ventaja es su construcción como sistemas independientes para dar salidas de energía. Por lo tanto, se utilizan para bombeo de agua, edificios remotos, sistemas solares domésticos, comunicaciones, satélites, vehículos espaciales, plantas de ósmosis inversa y generación masiva de energía. Con una gama tan amplia de aplicaciones, la demanda de energía fotovoltaica aumenta cada año (Awasthi et al., 2020).

Un sistema de generación de energía fotovoltaica consta de múltiples componentes como celdas, conexiones, montajes mecánicos, eléctricos, medios para regular y modificar la salida eléctrica. Estos sistemas están clasificados en kilovatios pico (kwp), es una cantidad de energía eléctrica que se espera cuando el sistema está a máxima potencia. Existen dos tipos de sistemas, conectado y aislado de la red. Un sistema conectado a la red está acoplado a la red pública de

electricidad y la alimenta, varían en tamaño desde unos pocos kwp para uso residencial hasta estaciones de energía solar, incluso con decenas de Gwp. Esta es una forma de generación descentralizada de electricidad. Por el contrario, una instalación fotovoltaica aislada es aquella que abastece toda la demanda eléctrica mediante su propia producción y almacenamiento. En general, dichas instalaciones son una alternativa en aquellos lugares donde la acometida de red no resulta viable. Estas instalaciones requieren de baterías u otros equipos de apoyo para garantizar el abastecimiento (Grätzel, 2005).

**Regulación Energética Ecuatoriana.** El principal organismo que regula la energía en el Ecuador es el ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad), la cual realiza monitoreo y desarrolla las regulaciones para las compañías eléctricas por todo el país, además lleva a cabo estudios y análisis técnicos de las diferentes empresas del Ecuador. También promueve el empleo eficiente de la energía, el uso de las energías renovables por medio de sus regulaciones e iniciativas ambientales sobre sector eléctrico (ARCONEL, 2018).

**Eficiencia Energética.** En su forma más básica, la eficiencia energética se refiere a un método para reducir el consumo de energético mediante el mejor uso de energía para lograr la misma cantidad de producción útil. La utilización eficiente de la energía ha sido una tendencia creciente en el mundo debido al aumento de los costos energéticos y los problemas ambientales causados por las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta tendencia de energía verde es evidente en los productos y electrodomésticos que se venden a los consumidores, muchos de los cuales se vuelven más eficientes energéticamente de año en año. La tendencia también se extiende a los hogares, los cuales van mejorando su eficiencia conforme avanza la tecnología bioclimática, de aislamiento térmico e iluminación (Lin et al., 2020).

**Agua Caliente Sanitaria (ACS).** El agua caliente sanitaria es una necesidad básica para la vida moderna, se utiliza para ducharse, lavar platos y ropa. El ACS tiene una temperatura media de 38,8°C, para la mayoría de los usos como recomienda la OMS. El ACS puede obtenerse por diversas formas a partir de agua y energía. Las fuentes más usuales para obtener agua caliente sanitaria son la electricidad y el gas licuado de petróleo, pero cada vez más se usa radiación solar para este trabajo (Calle et al., 2010).

Esta puede ser generada de diversos métodos, desde el empleo de combustibles fósiles hasta el uso de bombas de calor geotérmicas. Este proyecto utiliza la más común de todas, una resistencia que al pasar electricidad se calienta y consecuentemente calienta el agua en el que está suspendida. Este método proporciona una eficiencia superior al 80% y puede estar conectada a corriente directa proveniente de paneles fotovoltaicos, como a corriente alterna de la red (Prado & Gonçalves, 1998).

## **2.2. Marco Legal**

### ***2.2.1. Constitución de la República del Ecuador***

La constitución del Ecuador establece en los artículos 15, 313, 314, 408 y 413 las garantías de las tecnologías alternativas y ambientalmente limpias, además de los respectivos límites por donde se prepararán estos proyectos de energías renovables, es decir sin afectar la soberanía alimentaria ni el derecho al agua de la población. También se aclara que el único responsable de administrar y proveer a los sectores estratégicos de energía es el estado ecuatoriano, el cual promoverá los aspectos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental (Constitución de la del Ecuador, 2018).

### **2.2.2. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)**

Es el organismo con la función de regular todo lo relacionado con los aspectos técnicos, económicos y operacionales de las acciones conexas con el servicio de energía eléctrica y de alumbrado. En los artículos 74, 75 y 76 están establecidos los objetivos de la eficiencia energética, además de definir los parámetros y principios para aplicar estas políticas que son promovidas por el estado ecuatoriano (LOSPEE, 2015).

### **2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA)**

Artículo 9, numeral 2, reconoce como principio ambiental la incorporación de mejores prácticas ambientales, que incluye el promover la implementación de mejores prácticas en la producción y el consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y optimizar el uso del recurso natural. Además, en el artículo 259, numeral 1, se establece el criterio para la promoción de producción y consumo que disminuyan y estabilicen las emisiones de gases de efecto invernadero (COA, 2017).

### **2.2.4. Resolución Nro. ARCONEL – 057/18**

Esta resolución permite la conexión de autogeneradores fotovoltaicos para autoabastecimiento de consumidores finales. Dicta las características técnicas para la instalación de micro fotovoltaicas hasta 300 Mw de potencia para consumidores residenciales e industriales. Esta resolución dicta la forma de liquidación de la energía eléctrica. La cual se realiza con base en un balance neto mensual en el cual la energía remanente negativo se guarda como saldo de energía y el balance neto positivo se paga a la empresa eléctrica sin ningún subsidio estatal (ARCONEL, 2018).

## Capítulo III

### Metodología

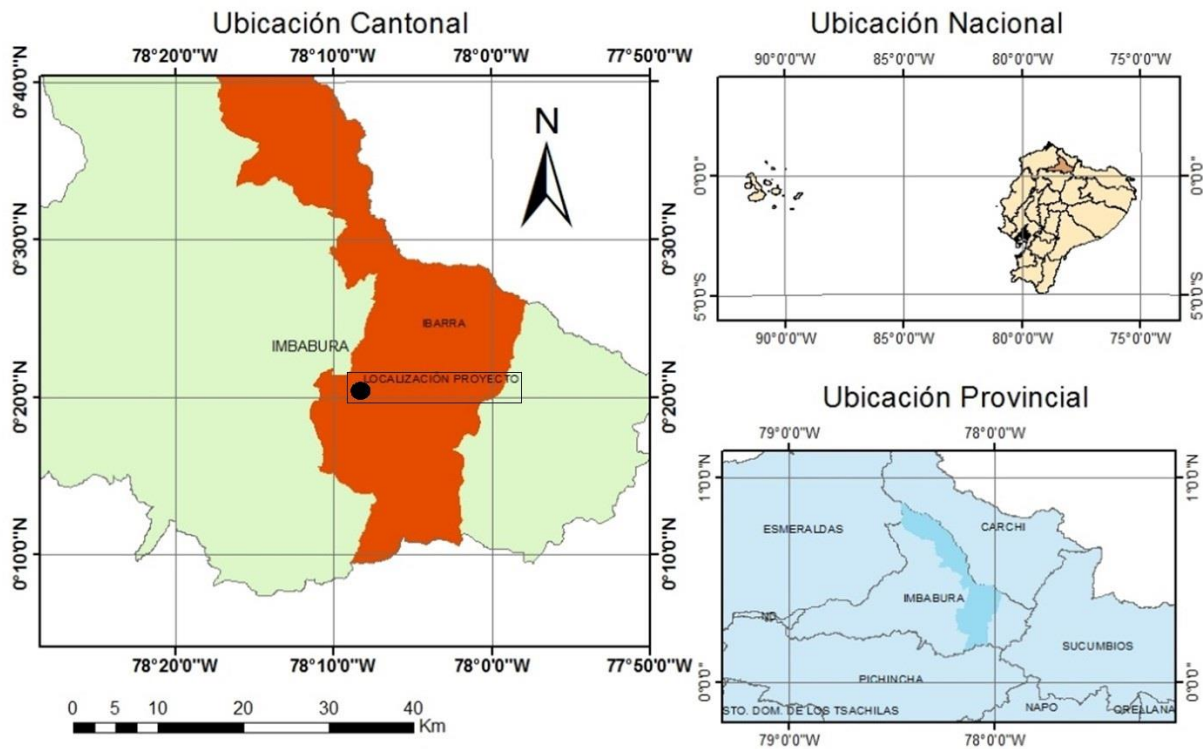
A continuación, se presentará a detalle el área de estudio, la metodología y los materiales necesarios para la realización de cada objetivo de la investigación.

#### 3.1. Caracterización del Área de Estudio

El presente proyecto tiene planificado efectuarse en una parcela vacía en las coordenadas  $0^{\circ} 19' 47.7''\text{N}$   $78^{\circ} 08' 17.9''\text{W}$ , ubicada en Ecuador, provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, parroquia San Francisco, en la Av. Eugenio espejo y Corredor Periférico Sur. A continuación, se puede observar el mapa de la ubicación geográfica referencial.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación del proyecto*





### 3.2. Métodos

En el apartado siguiente se presenta los métodos necesarios para la culminación de la investigación científica y obtención del título de ingeniero en energías renovables.

#### *3.2.1. Diseño de un Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética para una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte*

El sistema de energías renovables consistió en un sistema fotovoltaico, también se detalló como estuvo conformado el sistema de eficiencia energética. Para el cálculo del número de paneles necesario y otros componentes se realizó los siguientes pasos.

**Sistema de Energías Renovables.** Para la estimación total media de energía al día se analizó de forma matemática el consumo de cada tomacorriente y equipo eléctrico, que se hace sumando las potencias nominales para obtener la energía en función del tiempo de uso de cada dispositivo eléctrico, con lo cual se procedió al cálculo del total de energía que se necesita para suplir al hogar, además de eso también se tuvo en cuenta que va a ser una instalación conectada a la red. La generación fotovoltaica se calculó tomando en cuenta las horas solares equivalentes del lugar, la inclinación, la potencia del panel y la eficiencia.

Para el cálculo de la estimación de consumo de la vivienda se hizo un listado de las cargas conectadas, con sus respectivas potencias, su cantidad y el tiempo de consumo diario a máxima potencia. De esos datos se calcularon el consumo diario, mensual y anual de la vivienda. Efectuando la suma de consumos para determinar el total de energía eléctrica de la vivienda como se muestra en la tabla 4.

En esta se definió el consumo mensual, que estuvo alrededor de los 95 kwh/mes y el consumo anual alrededor 1 135 kwh/año. Lo que es ligeramente mayor al consumo medio anual

eléctrico residencial de dos personas, que es 867 kwh/año en Ecuador para el año 2018, Se usan para definir la potencia fotovoltaica a instalar (OLADE, 2019).

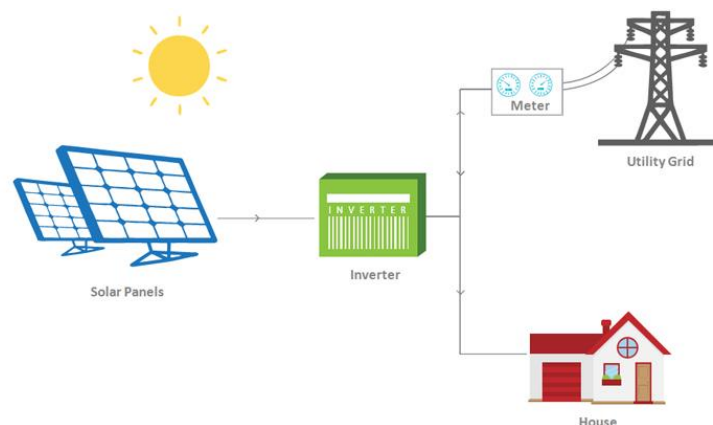
**Tabla 4**  
*Consumo estimado de la casa contenedor*

CARGAS	POTENCIA (w)	CANTIDAD	TIEMPO DE CONSUMO DIARIO (h)	CONSUMO DIARIO (wh/día)	CONSUMO MENSUAL (kwh/MES)	CONSUMO ANUAL (kwh/año)
FOCOS LED	10	5	3	150.00	4.56	54.75
REFRIGERADOR	170	1	4.95	841.10	25.58	307.00
BOMBA DE AGUA 1/4 HP	187	1	0.01	2.36	0.07	0.86
COCINA ELÉCTRICA	2 000	1	0.5	1 000.00	30.42	365.00
COMPUTADORA	450	1	1	450.00	13.69	164.25
VENTILADORES	100	2	0.1	20.00	0.61	7.30
DUCHA ELÉCTRICA	2 000	1	0.2	400.00	12.17	146.00
LICUADORA	500	1	0.05	25.00	0.76	9.13
MICROONDAS	1 000	1	0.1	100.00	3.04	36.50
SISTEMA DE SENSORES	5	1	24	120.00	3.65	43.80
<b>SUMA</b>	<b>6 422</b>			<b>3 108.45</b>	<b>94.55</b>	<b>1 134.59</b>

La estructura de la generación de energía se realizó con paneles fotovoltaicos y un inversor Grid Tie, el sistema tiene una eficiencia del 92% y no contará con sistema de almacenamiento de energía (Ramírez et al., 2019).

**Figura 2**

*Diagrama de instalación básica de un sistema fotovoltaico*



Mediante el uso de perfiles de aluminio, arandelas de nylon y tornillos y tuercas de acero con aleación de níquel, se construyó una estructura triangular con un ángulo de 7° respecto a la horizontal (Shrestha & Singh, 2016).

**Irradiación Solar.** Para determinar la irradiación solar se realizará una comparación de bases de datos en las que podemos incluir:

- Meteonorm 7.3.4
- NASA-SSE
- Atlas Solar del Ecuador
- Estación meteorología de INAMHI

**Tabla 5**

*Radiación solar anual estación M1240 (INAMHI)*

AÑO	Suma de radiación solar global Mw/m <sup>2</sup> sum	Promedio de radiación solar global w/m <sup>2</sup> prom.	Horas solares equivalentes diarias
2014	2 977.902	214.392	5.145
2015	6 095.054	201.439	4.834
2016	6 284.888	207.276	4.974
2017	6 065.757	200.620	4.814
2018	6 319.255	205.094	4.922
2019	6 105.185	198.516	4.764
2020	5 997.199	210.540	5.052
Total general	39 845.246	204.230	4.929

Para la evaluación de insolación se tomó en cuenta los datos del INHAMI pedidos por correo directamente a este instituto, que es el promedio diario anual en vatios hora por metro cuadrado por día. Para este caso de estudio se delimitó a la zona de Imbabura, específicamente Ibarra, como se puede apreciar los resultados en la tabla 5.

En el lugar de estudio se tiene una insolación global promedio de 4 930 wh/m<sup>2</sup>/día, la cual nos sirvió para la estimación de los paneles necesarios para la instalación fotovoltaica.

***Estimación del Total Medio de Energía al Día.*** Se analizó de forma matemática cada tomacorriente y equipo eléctrico que la casa container tiene, sumando las potencias nominales para obtener la energía en función del tiempo de uso de cada dispositivo eléctrico, con lo cual se procedió al cálculo del total de electricidad que se necesita para suplir de energía al hogar, además de eso también se tuvo en cuenta que va a ser una instalación conectada a la red y que cada equipo eléctrico tiene su propia eficiencia, por lo tanto, tendremos perdidas en el regulador que son del 3% y en el inversor son del 5%, para calcular estas pérdidas tenemos las siguientes fórmulas (Ramírez et al., 2019).

Para la estimación de energía necesaria:

$$ET = Pr * 3\% \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pr = Pérdidas del Regulador [kwh/día]

ET = Energía total de las cargas [kwh/día]

$$Pi = (ET+Pr) * 5\% \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Pi = Pérdidas en el inversor [kwh/día]

Pr = Pérdidas del Regulador [kwh/día]

ET = Energía total de las cargas [kwh/día]

$$TP = Pr + Pi \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

TP = Total de pérdidas [kwh/día]

Pi = Pérdidas en el inversor [kwh/día]

Pr = Pérdidas del Regulador [kwh/día]

$$ED = ET + TP \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

ED = Energía demandada diaria (kwh/día)

ET = Energía total de las cargas [kwh/día]

TP = Total de pérdidas [kwh/día]

Para la estimación de generación se calcularon las pérdidas del regulador de potencia MPPT el cual ronda el 3%, utilizando la ecuación 1 tenemos como resultado unas pérdidas de 0.09 kwh/día. A continuación, se determinaron las pérdidas del inversor con la ecuación 2, con lo cual obtenemos unas pérdidas de 0.16 kwh/día. Teniendo estos datos con la ecuación 3 calculamos las pérdidas totales de 0.23 kwh/día. Por último, con la ecuación 4 se determinó la energía demandada diaria, la cual es 3.11 kwh/día.

***Estimación del Valor Promedio Mensual de Irradiación Diaria Sobre el Plano del Generador Fotovoltaico.*** Aquí se hizo uso de la siguiente fórmula, para la cual se necesita conocer otras variables que se calculan a continuación.

Para la estimación de la irradiación:

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) * k * FI * FS \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

G<sub>dm</sub>(0) = Irradiación media sobre la horizontal

k = Factor de corrección

FI = Factor de irradiación

FS = Factor de sombreado

El factor  $k$  representa el cociente entre la energía incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada a un determinado ángulo, y otra horizontal. Esto se obtuvo de tablas ya estandarizadas (Ramírez et al., 2019).

Para una mejor obtención de la inclinación óptima de la superficie se tomó en cuenta las siguientes indicaciones:

- Si tu latitud está por debajo de  $25^\circ$ , se multiplica por 0.87.
- Si tu latitud está entre  $25^\circ$  y  $50^\circ$ , se multiplica por 0.76 más 3.1 grados.
- Si está por encima de  $50^\circ$  se requieren otros datos.

$$FI = 1 - [1.2 * 10^{-4} (\beta - \beta_{\text{ópt}})^2] \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

FI = factor de irradiación [sin unidades]

$\beta$  = inclinación real de la superficie [ $^\circ$ ]

$\beta_{\text{ópt}}$  = inclinación óptima de la superficie [ $^\circ$ ]

$\alpha$  = acimut de la superficie [ $^\circ$ ]

$$FS = [1 - 3\%] \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

FS = Factor de sombreado

Para realización del cálculo de estimación de irradiación sobre la horizontal se calculó el factor de irradiación a  $7^\circ$  de nuestra instalación como se muestra en la ecuación 6, lo cual dio como resultado un factor  $k$  de 0.994, además se tomó en cuenta un factor de sombreado del 1%. Con estos datos se utilizó la ecuación 5 dando una irradiación diaria promedio anual de, 4 737.28 w/m<sup>2</sup>/día.

### ***Cálculo de la Potencia Mínima del Generador Fotovoltaico Necesario para la Demanda.***

La generación de energía se realizó conectado a la red, por ende no necesita baterías, para el cálculo de la potencia mínima se tomó en el rendimiento energético los valores 0.7 cuando el sistema tiene un inversor (Ramírez et al., 2019).

$$P_{mp, \min} = \frac{ED * GCEM}{G_{dm}(\alpha, \beta) * PR} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

$P_{mp, \min}$  = Potencia mínima del generador fotovoltaico [kw]

ED = Consumo de la carga [kwh/día]

GCEM = Irradiación en condiciones estándar de medida [ $w/m^2$ ]

$G_{dm}(\alpha, \beta)$  = Irradiación media sobre la horizontal

PR = Rendimiento energético de la instalación estimado [sin unidades]

Para el cálculo de la potencia mínima del generador se usó la ecuación 8 con un resultado de 0.937 kw de potencia fotovoltaica.

***Características de los Paneles Fotovoltaicos.*** Se seleccionó un panel fotovoltaico adecuado para las condiciones de irradiación solar y las condiciones climáticas del emplazamiento. Con base en las características técnicas del panel, se realizó los cálculos del número de paneles en serie y paralelo para una carga aparente con las siguientes fórmulas:

Cálculo de distribución:

$$N_s = \frac{V_{nom \text{ reg}}}{V_{mp \text{ MVF}}} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

$N_s$  = Número de paneles en serie

$V_{nom \text{ reg}}$  = Voltaje nominal del regulador de carga

$V_{mp \text{ MVF}}$  = Voltaje en máxima potencia del panel fotovoltaico

$$N_p = 1.25 * \frac{\frac{P_{mp, min}}{V_n}}{N_s * I_{mp, MFV}} \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

$N_p$  = Número de paneles en paralelo

$P_{mp, min}$  = Potencia mínima del generador fotovoltaico [w]

$N_s$  = Número de paneles en serie

$V_n$  = Voltaje nominal [V]

$I_{mp, MF}$  = Intensidad en máxima potencia del módulo fotovoltaico [A]

A continuación, se realizó el cálculo del número de paneles necesarios, se debe ajustar la potencia del sistema fotovoltaico con la potencia mínima del generador fotovoltaico.

Comprobación:

$$P_{mp, GFV} = N_s * N_p * P_{max, GFV} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

$P_{mp, GFV}$  = Pico de máxima potencia del módulo fotovoltaico

$P_{max}$  = Potencia máxima del generador fotovoltaico

$N_s$  = Número de paneles en serie

$N_p$  = Número de paneles en paralelo

Para todos los casos siempre debe ser la potencia del sistema fotovoltaico menor a la potencia mínima del generador fotovoltaico de esta manera evitando averías.

$$P_{mp} > P_{mp, min}$$

El siguiente paso fue constatar que la potencia del sistema no sobrepase 1.2 veces la potencia mínima del generador fotovoltaico, para lo cual se hace la siguiente comparación.

$$P_{mp} < 1.2 * P_{mp, min}$$



Después de elegir el módulo fotovoltaico EGE-365M-72-FULL BLACK por su potencia, calidad y precio (Tabla 6). Se procede a la utilización de la ecuación 9 y 10 donde se determinó el uso de tres paneles en serie y uno en paralelo, dando una potencia nominal total de 1 095 w. Ligeramente mayor a la potencia fotovoltaica necesaria.

### **Figura 3**

*Panel fotovoltaico comprado a Proviento*



Tabla 6

*Información eléctrica del módulo fotovoltaico*

Características del módulo fotovoltaico EGE-365M-72-FULL BLACK	
Potencia máxima (Pmax)	365 w
Tolerancia de potencia	0-+5 w
Eficiencia del módulo	18.81%
Máxima capacidad de voltaje (Vmp)	39.46 V
Máxima capacidad de corriente (Imp)	9.25 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	47.30 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.62 A

**Dimensionamiento del Regulador de Carga.** Para el control adecuado de las cargas y evitar posibles averías se necesitó de un regulador de carga para el funcionamiento correcto de todos los dispositivos eléctricos conectados. La corriente máxima de entrada del controlador de carga debe ser mayor que la corriente máxima del panel fotovoltaico y la corriente de la carga (García, 2003). Para calcular la corriente del controlador se utilizó de la siguiente ecuación:

$$I_{ent} = I_{sc,GFV} * NP \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$I_{ent}$  = Corriente máxima del controlador

$I_{sc, GFV}$  = Corriente de corto circuito del panel fotovoltaico

NP = Número de paneles fotovoltaicos

**Dimensionamiento del Inversor.** La potencia máxima del inversor debe ser mayor que la potencia simultánea máxima ofertada por los generadores, dependiendo de la potencia fotovoltaica que se vaya a instalar, el valor de la potencia simultánea máxima va a variar y de igual manera se tendrá que tomar en consideración el porcentaje de la demanda que se va a suplir con energía

renovable, de tal manera que por medio de la siguiente ecuación se calculó la dimensión del inversor (García, 2003).

$$P_{i_{max}} = P_{G_{max}} * \frac{1}{T_{ut}} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

$P_{i_{max}}$  = Potencia máxima del inversor

$P_{G_{max}}$  = Potencia máxima del generador fotovoltaico

$T_{ut}$  = Porcentaje de utilización (suele ser 80%)

Teniendo en cuenta el arreglo de módulos fotovoltaicos y la ecuación 12, el controlador deberá soportar una intensidad de 9.62 A y 142 V. Por lo cual se eligió el inversor Growatt 2000-S el cual también cumple con la ecuación 13, la cual delimita la potencia máxima que correrá por el inversor, que es de 1 331 w.

#### **Figura 4**

*Inversor Growatt*



**Tabla 7***Datasheet Growatt 2000-S*

Datos de entrada (DC)	
Máxima potencia recomendada	2 300 w
Máximo voltaje (DC)	450 V
Voltaje de inicio	80 V
Rango de voltaje fotovoltaico	70-450 V
Rango de voltaje de trabajo MPP / voltaje nominal	70 V-450V/250V
Rango de voltaje de DC a plena carga	200 V-400V
Max. corriente de entrada	10 A
Max. corriente de entrada por cadena	10 A

**Tabla 8***Datasheet Growatt 2000-S*

Datos de salida (AC)	
Factor de potencia	1
Potencia nominal de salida AC	1 000 w
Max. Alimentación de AC	1 000 w
Max. Corriente de salida	4.7 A
Voltaje nominal AC; rango	220,230,240V;180Vac-280Vac
Frecuencia de red AC; rango	50,60 Hz; $\pm 5$ Hz
Conexión AC	Monofásico
THDI, distorsión armónica en intensidad	<3%

**Eficiencia Energética.** La vivienda contó con un sistema de iluminación LED, el cual será más eficiente energéticamente, duradero y ofrecerá una calidad de luz comparable o mejor a otros tipos de iluminación (Hunter, 2013). La iluminación se estableció con el flujo luminoso de las bombillas LED y el área en el cual se expandirá la luz, la cual debe llegar al rango de confort lumínico de cada espacio (Castilla Cabanes et al., 2007).

$$\Phi_T = E_m * S * C$$

Ec. 14

Donde:

$E_m$  = nivel de iluminación medio (en lux)

$\Phi_T$  = flujo luminoso requerido (en lm)

$S$  = superficie a iluminar (en m<sup>2</sup>).

$C$  = Coeficiente de utilización de la luz (0.8 para paredes blanquecinas)

Por otro lado, el uso de un correcto aislamiento ayudó a disminuir o hasta eliminar el gasto energético que supondría un aire acondicionado, para ello se usó concreto alivianado (Amran et al., 2015). Los cuales tienen como características la conservación de energía, eliminación de ruidos, fácil manufactura y precio económico. Además de ser instalados en la cubierta exterior o interior de la vivienda (Rougeron, 1977).

La técnica que se utilizó se llama técnica de estado estacionario donde se realizó una medición durante el proceso de calentamiento, la ventaja es que las mediciones se pueden realizar con relativa rapidez, más descrito sería la colocación de un sensor de temperatura en exterior y en el interior del contenedor así realizando la recogida de datos. Un sensor determina la temperatura exterior y el otro determina la temperatura del interior, así la temperatura de los sensores se recopila para la compresión del nivel de aislamiento, de esta manera las temperaturas de estado estacionario, el espesor de la muestra y la entrada de calor a los sensores se usan para calcular la pérdida de calor (Larsen, 1983).

**Cálculo de Transferencia de Calor a través de las Paredes del Contenedor.** En nuestro caso, al ser un contenedor HC de 40 ft, es decir que está construido bajo una norma específica y cada contenedor de estas características se fabrica igual, todos los fabricantes deben cumplir con los mismos arreglos y normas (Moreira et al., 2019).

Para el cálculo de la transferencia de calor se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$Q = UA \Delta T \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

Q= Transferencia de calor [w(J/s)]

U= Coeficiente total de transferencia de calor[w/m<sup>2</sup>\*K]

A= Área de la superficie [m<sup>2</sup>]

$\Delta T = (t_1 - t_2)$  = Diferencia de temperatura [°C]

El coeficiente general de transferencia de calor para una pared, tubería o intercambiador de calor de varias capas, con flujo de fluido a cada lado de la pared (Costea & Feidt, 1998) se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ci}} + \sum \left( \frac{S_n}{k_n} \right) + \frac{1}{h_{co}} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

U= Coeficiente de transferencia de calor total [w/ (m<sup>2</sup> K)]

K<sub>n</sub> = Conductividad térmica del material en la capa [w/ (m K)]

h<sub>ci</sub>, h<sub>co</sub> = Coeficiente de transferencia de calor por convección de fluido individual de la pared interior o exterior [w/ (m<sup>2</sup> K)]

S<sub>n</sub> = Espesor de la capa [m]

En nuestro caso, el espesor del container tiene tres capas por ende se debe conocer el coeficiente de transferencia. Para mejor comprensión, visualice la figura 5.

Para los datos de la conductividad térmica se necesita del valor individual de los materiales que se va a utilizar para el aislamiento, los cuales se puede visualizar en la tabla 9.

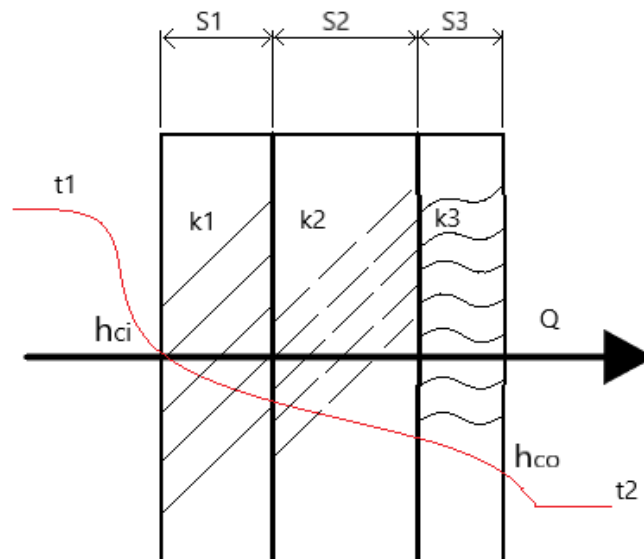
**Tabla 9**

*Coefficiente de conductividad de materiales necesario para el aislamiento*

Material	Coefficiente de conductividad (w/m*K)
Acero inoxidable	16.3
Madera	0.274
Aire	0.024

**Figura 5**

*Paredes de varias capas*



**Diseño de la Vivienda.** La vivienda se diseñó partiendo de las pautas que determina el MIDUVI, en su documento “LINEAMIENTOS MÍNIMOS PARA REGISTRO Y VALIDACIÓN DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA”. Los cuales se implantaron en tres planos: El plano arquitectónico, el plano eléctrico y el plano hidráulico (MIDUVI, 2018).

El diseño de la vivienda se basó en las pautas del MIDUVI. Para ello diseñamos un espacio de 11.93 m por 2.26. Los cuales constan con flujo de aire natural por ventolas y flujo de aire forzado por medio de ventiladores y aislamiento térmico de 5 cm. Con el fin de ofrecer confort a la vivienda.

En el caso del diseño eléctrico se tomó como base las medidas estándar del contenedor que son de 12.2 m de largo por 2.44 m de ancho y 2.7 m de altura, las luminarias están colocadas en cada espacio para alcanzar la comodidad lumínica. Con la ecuación 14 se estableció la potencia y cantidad de luminarias. Estas son luminarias led de 9 w, 800 lúmenes y una temperatura de luz de 6500 kelvin y se usó 6, como se muestra en el plano (Anexo 2).

### ***3.2.2. Elaboración de un Sistema de Eficiencia Energética para una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte***

Se procedió con los pasos descritos a continuación para completar el siguiente objetivo basándose en la implementación de la luminaria y el aislamiento térmico para la casa contenedor.

**Caracterización de Equipos.** Para la elaboración del sistema de eficiencia energética se instaló cada uno de los insumos necesarios para su debida construcción y aprovechamiento adecuado de cada material, además de su implementación sobre el contenedor.

**Contenedor Marítimo.** El contenedor marítimo es parte fundamental del proyecto, ya que sirvió como soporte de los demás materiales, además de que fue forrado por el interior para volverse confortable. Es un contenedor reutilizado, este contenedor está construido con medidas estándar específicamente la norma ISO-668, las características del container son:

**Tabla 10**

*Características generales del contenedor marítimo*

Modelo	Dry Van
Exterior LxWxH (m)	12.19 x 2.43 x 2.59
Interiores LxWxH (m)	12.00 x 2.33 x 2.35
Abertura Puerta WxH (m)	2.28 x 2.26
Volumen (m <sup>3</sup> )	65.7
Peso aprox. Permitido (T)	26.8



**Luminarias.** Para la distribución de las luminarias y el cálculo de cuantas se necesitó por metro cuadrado se utilizó la ecuación 14 y se lo referencio en el Anexo 2 el foco seleccionado para la instalación es un SYLVANIA TOLEDO A60 800 lm 9 w el cual ahorra un 90% de energía en comparación con bombillas incandescentes y sus características son las siguientes:

**Tabla 11**

*Características generales foco SYLVANIA TOLEDO A60 800lm 9w*

Temperatura de color	6 500K
Flujo luminoso	800 lm
Angulo de apertura	240°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	>70
Vida útil	10 000h L70
Eficacia	89 lm/w
Potencia de entrada	9w
Tensión de operación	120V 50/60Hz
Corriente de entrada	0.08A @ 120V
Frecuencia de operación	50/60 Hz
Atenuable	NO

**Figura 6**

*Imagen referencial foco led*



**Acabado de Pared.** Se usó Gypsum que es yeso industrial unido con fibra de vidrio, el cual es empleado para la constitución de paredes, techos, puertas y otros implementos necesarios en la construcción de hogares. Es muy barato y de muy fácil uso, este material fue usado en las paredes del container, entre la capa de acero y Gypsum tiene una capa de aire y lana de vidrio que serviría como aislante.

### Figura 7

*Planchas de Gypsum*



**Aislante.** La lana de vidrio es un aislante muy empleado para estructuras, tuberías, e insonorización con una conductividad térmica de  $0.05 \text{ w/m}\cdot\text{K}$ . Se eligió este material aislante debido a la relación calidad precio, ya que se buscó realizar la construcción con el menor costo posible, habiendo mejores aislantes, pero más costosos por metro cuadrado como es el caso del poliestireno expandido.

## Figura 8

*Paquete de lana de vidrio*



**Construcción del Sistema de Eficiencia Energética.** A continuación, se describirán los pasos a seguir para la construcción de todo el sistema de eficiencia energética:

El primer paso fue posicionar el contenedor marítimo sobre los soportes de concreto ya antes instalados en el terreno donde se colocará todo el proyecto, además se ubicó sobre unos soportes de concreto para evitar futura corrosión y para facilitar la perforación externa o interna de diferentes agujeros por dónde irán las conexiones eléctricas o hidráulicas. Se procedió a tomar las fallas del container como por ejemplo partes hundidas en la carcasa del contenedor, huecos provocados ya sea por óxido o por alguna interferencia externa, la determinación de los lugares que estén oxidados para a continuación hacer una limpieza completa del óxido por medio de una lijadora o una amoladora para quitar lo máximo de corrosión posible. En este mismo paso se procederá a pintar el contenedor con pintura de metales para exteriores. En el tercer paso se toman las fallas del suelo de madera, en el caso de encontrar huecos o fallas, arreglarlas o rellenarlas y de igual manera lijarlo para consecuentemente lacar el piso para una mejor presentación y

mantenimiento. En el cuarto paso se perforó los orificios de las cañerías y desagües tanto del baño como de la cocina y se realizó las conexiones de las tuberías por debajo del contenedor. El siguiente paso fue la extensión del cableado eléctrico básico de la casa container por la parte frontal y la extensión de las paredes constituidas por Gypsum y el aislamiento térmico, por último, se colocó las cajas de conexión.

### ***3.2.3. Instalación de un Sistema de Energías Renovables que Abastezca a la Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte***

El sistema de energías renovables constará de los siguientes materiales para la culminación de su construcción, el precio de cada material requerido se detalla en el apartado de presupuesto tabla 17.

#### **Caracterización de equipos.**

***Panel fotovoltaico.*** El panel fotovoltaico utilizado de la figura 4, y en la tabla 5 se puede observar sus características técnicas, se llegó a elegir este panel fotovoltaico debido al cálculo hecho en la parte metodológica del primer objetivo.

***Inversor.*** En este caso se trató de un inversor el cual incluye un sistema de regulación de carga, sus características se pueden apreciar en la tabla 6 y en la figura 5 se puede apreciar su aspecto.

***Interruptor magnetotérmico.*** Es un dispositivo que se usa en la mayoría de las instalaciones eléctricas, su función es la de proteger a un circuito eléctrico de posibles daños causados por un excedente de corriente que puede ser producido por una sobrecarga o también llamado corto circuito. Para el caso de nuestra instalación se instalaron dos diferentes tipos, el uno será de doble fase de 20 A y el otro de una fase de 50 A.

**Tabla 12**

*Características técnicas del interruptor magnetotérmico EZ9F56220*

---

Alcance	Easy9
Aplicación del dispositivo	Distribución
Tipo de producto	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	Easy9 MCB
Polos	2P
Número de polos protegidos	2
(In) corriente nominal	20A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	10000 A Icn en 220 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60898-1 6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60898-1

---

**Figura 9**

*Interruptor magnetotérmico de dos polos*



**Tabla 13**

*Características técnicas del interruptor magnetotérmico 5SY61507*

---

Proveedor	Siemens Energy
Núm. de Pieza	5SY61507
RoHS	Unknown
HTS	8536200020
Type	Miniature
Voltage Rating	277 VAC
Number of Poles	1
Current Rating	50 A
Terminal Design	N/A
Operating Temperature	N/A
Mounting	DIN Rail

---

**Figura 10**

*Interruptor magnetotérmico de un polo*



**Tomacorriente.** Para conectar los diferentes electrodomésticos se instaló varios tomacorrientes que son dispositivos utilizados para establecer una conexión eléctrica por medio de la introducción de una clavija que permite el paso de corriente eléctrica, el tomacorriente que se utilizara es de marca genérica VETO con las siguientes especificaciones.

**Tabla 14.**

*Especificaciones tomacorriente*

Tensión Nominal (VN)	125 / 250V~
Corriente Nominal (IN)	15A

**Figura 11**

*Tomacorriente VETO*



**Controlador.** La Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito, puede ser empleados para aprender a codificar y crear proyectos de electrónica, y para muchas de las cosas que hace su PC de escritorio, como hojas de cálculo, procesamiento de texto y navegar por Internet. El modelo con el que se contó es el Raspberry Pi Model B+ y sus características son:

**Tabla 15.**

*Características técnicas del Raspberry Pi Model B+*

Producto	SoC	Velocidad	RAM	Ethernet	Wireless	Bluetooth
Raspberry Pi Model B+	BCM2835	700MHz	512MB	100Base-T	No	No

**Figura 12**

*Raspberry Pi Model B+*



**Arduino Mega.** El Arduino Mega es una placa de microcontrolador que puede detectar el entorno desde la entrada. Aquí la entrada es una variedad de sensores y estos pueden afectar su entorno a través del control de motores, luces, otros actuadores, etc. El microcontrolador ATmega328 en la placa Arduino se programó con la ayuda de un lenguaje de programación Arduino y el IDE (entorno de desarrollo integrado). Los proyectos de Arduino pueden comunicarse por software mientras se ejecutan en una PC.



**Tabla 16**

*Características Arduino Mega*

---

Microcontrolador	Microcontrolador ATmega328
Voltaje de funcionamiento	Voltaje de funcionamiento 5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	Voltaje de entrada (recomendado) 7-12 V
Voltaje de entrada (límites)	Voltaje de entrada (límites) 6-20 V
Pines de E / S digitales	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	Pines de entrada analógica 6
Corriente CC por pin de E / S	Corriente CC por pin de E / S 40 mA
Corriente CC para pin de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utiliza el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz

---

**Figura 13**

*Arduino Mega*



**Tarjeta WIFI.** Es un modem USB de modelo TL-WN721N que sirve para transmitir inalámbricamente internet a cualquier computador, en este caso se usó en conjunto con el Raspberry para que este envíe de forma inalámbrica la información recopilada por el Arduino.

**Figura 14**

*Tarjeta WIFI*



**Sensor Digital de Temperatura DS18B20.** Se trata de un sensor de temperatura de líquidos, su funcionamiento es simple al estar conectado de forma adecuada al Arduino se lo introduce en el líquido que se desee saber su temperatura y este envía los datos al Arduino.

**Figura 15**

*Sensor de temperatura*



**Sensor de Corriente SCT-013-100.** Es un sensor que mide la corriente que pasa por un cable, gracias a su acople las medidas son más específicas, el sensor puede medir una corriente de hasta 100A con una salida de 50 mA.

**Figura 16**

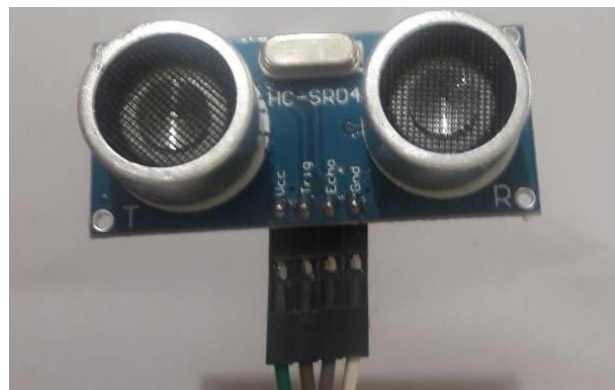
*Sensor de corriente*



**Sensor de distancia HC-SR04.** Es un sensor que mide la distancia por medio de ultrasonido en un rango de 2 a 450 cm, este sensor fue utilizado para medir que tan vacío se encuentra el tanque cisterna.

**Figura 17**

*Sensor de distancia*



*Sensor de Flujo de Agua FS400A.* El sensor de flujo mide el caudal de agua que contiene una tubería y de esta manera ayuda a conocer el consumo de agua que se tenga en el hogar, cabe recalcar que este sensor solo sirve para tuberías de una pulgada de diámetro.

**Figura 18**

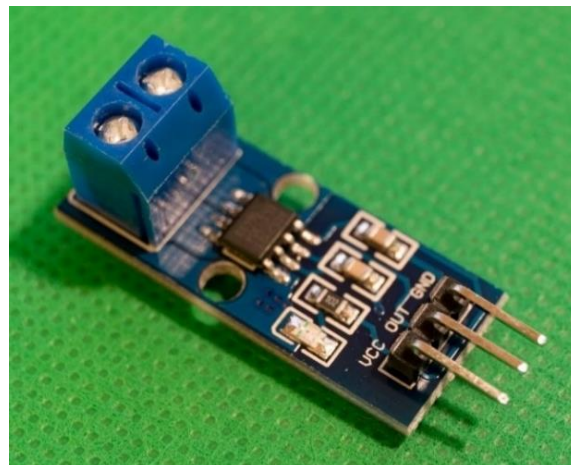
*Sensor de flujo*



*Sensor Corriente Alterna ACS-712.* Este sensor también mide la corriente, pero en este caso será la corriente alterna y continua, el cual trabaja internamente con un sensor de efecto hall, puede detectar el campo magnético que se produce por inducción en la línea o cable que se está midiendo.

**Figura 19**

*Sensor de amperaje (corriente alterna)*



**Sensor Voltaje ZMPT101B.** Es un sensor de voltaje en corriente alterna, este sensor estar integrado en las conexiones eléctricas para de esta manera tener datos en tiempo real de todo el sistema.

**Figura 20**

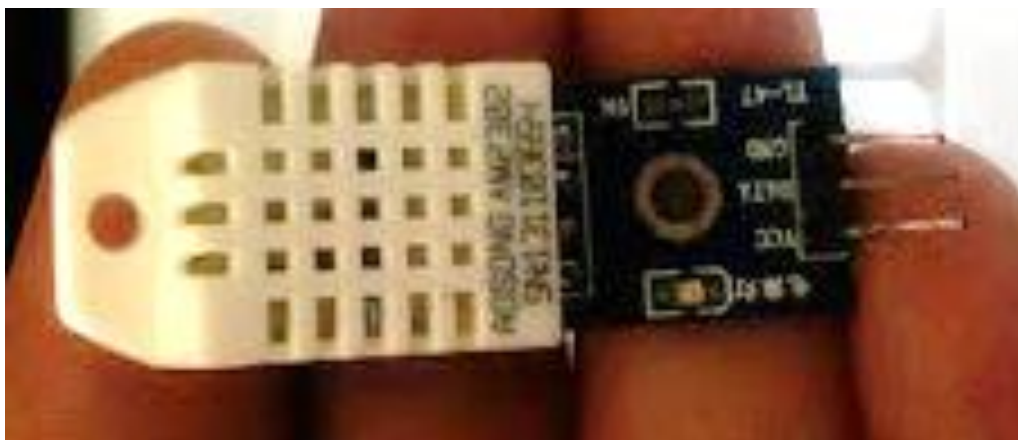
*Sensor de voltaje (corriente alterna)*



**Sensor de Temperatura y Humedad Relativa DHT22.** Se trata de un sensor capacitivo de temperatura y humedad relativa para medir el aire circundante y de esta manera determinar los datos de temperatura, este de igual manera se utilizó en conjunto con el sistema Raspberry.

**Figura 21**

*Sensor de temperatura y humedad relativa*



### **3.2.4. Modelamiento Matemático del Sistema de Energías Renovables**

**Sistema de Control y Toma de Datos.** La vivienda contó con sensores de temperatura, humedad, luminosidad, radiación, ópticos, nivel de agua, presión, caudal, voltaje y amperaje. Además de actuadores como relés. Los cuales además de automatizar la vivienda ofrecen una gran cantidad de datos que fueron utilizados para establecer el modelo matemático de todos los sistemas de la vivienda mediante el empleo del programa Matlab (Van Roy et al., 2013).

Los sensores antes descritos son considerados como un elemento lineal descrito por ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden con parámetros constantes, por medio de estas ecuaciones es que se puede llegar al modelo matemático de cada sensor y luego mediante el uso del programa de Matlab se simuló el modelo matemático de la vivienda, con un coeficiente que relaciona la respuesta del sistema, es decir relaciona la entrada y salida de datos para crear una función de transferencia que caracteriza las relaciones de entrada y salida de dichos componentes que se describen con ecuaciones diferenciales lineales (Ortiz Valencia et al., 2010).

**Construcción y Análisis del Modelo Matemático.** Para la construcción del modelo matemático se cargó las bases de datos obtenidas de la recopilación de datos de los sensores escogiendo los factores susceptibles a análisis, de estos se escogieron los valores de entrada y salida para la creación del modelo. En la herramienta “System Identification” de Matlab se seleccionó la opción en dominio del tiempo. Se generó la función de transferencia con la opción “transfer function model” escogiendo diferentes valores de polos y ceros para conseguir varios modelos. De los cuales se escogió el modelo con la estimación más cercana al 100%. Finalmente, exportamos el modelo al “workspace” de Matlab para realizar la consecuente simulación.

**Simulación y Validación del Modelo Matemático.** Al comenzar se abrió la herramienta simulink y se produjo un nuevo modelo, para saber su comportamiento, al modelo se le aplicó una

función paso, esto se logró abriendo las librerías de simulink y haciendo una búsqueda de la librería llamada “transfer fcn” aquí se ingresó la función de transferencia, al no requerir el control del modelo ya que es un modelo continuo, se realizó una función en lazo abierto. Para la visualización de resultados se utilizó la librería step y scope. Y finalmente se ingresó el numerador y denominador de la función de transferencia en el recuadro de parámetros “transfer fcn”

**Tamaño de la Muestra.** Asumiendo la normal de la distribución para la población, se planteó el tamaño de la muestra y se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$Tamaño\ de\ la\ muestra = \frac{\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2 * N}\right)} \quad Ec. 17$$

Donde:

N= tamaño de la muestra

e= margen de error (porcentaje expresado con decimales)

z= puntuación z

La puntuación z es una variable que representa la cantidad de desviaciones estándar por la que una determinada proporción es lejana de la media, para encontrar dicha variable se debe recurrir a tablas estandarizadas.

Al resolver la ecuación se tuvo en cuenta que el tamaño de la muestra es de un año o 365 días, el margen de error fue del 10% y el porcentaje de nivel de confianza de 95%, la puntuación z es de 1.96 dándonos como resultado 77 días de muestra para los datos recogidos por los sensores (Cobo M. et al.,2007).

### 3.3. Materiales y Equipos

Para la construcción del proyecto en total fueron requeridos los siguientes materiales e insumos:

**Tabla 17***Presupuesto del proyecto*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Materiales	Mano de obra	Equipo	Costo directo	Costo indirecto
Contenedor marítimo	Unidad	1.00	3665.8	3665.8	2587.52	14.48	50.00	3187.7	478.16
high cube 40p									
Reparación piso de madera	Unidad	1.00	84.82	84.82	37.80	28.96	1.00	73.76	11.06
Lacado de piso	m <sup>2</sup>	30.00	3.88	116.4	1.92	1.24	0.21	3.37	0.51
Estructura de madera de soporte	m <sup>2</sup>	70.00	9.25	647.50	2.05	5.79	0.20	8.04	1.21
Gypsum	m <sup>2</sup>	81.00	13.42	1087.1	6.30	5.07	0.18	11.67	1.75
Punto de iluminación	Unidad	6.00	33.66	201.96	18.18	10.74	0.35	29.27	4.39
Punto de fuerza	Unidad	6.00	46.46	278.76	29.18	10.97	0.25	40.40	6.06
Caja de distribución Breakers	Unidad	1.00	64.70	64.70	49.67	5.32	1.27	56.26	8.44
bifásico 50 amp Breaker	Unidad	1.00	15.50	15.50	11.09	2.34	0.05	13.48	2.02
bifásico 20 amp Breaker	Unidad	1.00	14.57	14.57	11.08	1.54	0.05	12.67	1.90
monofásico 20 amp Disyuntor	Unidad	1.00	7.00	7.00	4.56	1.53	0.00	6.09	0.91
trifásico 40 amp	Unidad	1.00	35.11	35.11	29.76	0.77	0.00	30.53	4.58
Cable 12 thhn awg	m	100.00	0.94	94.00	0.41	0.41	0.00	0.82	0.12



Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Materiales	Mano de obra	Equipo	Costo directo	Costo indirecto
Cable 8 thhn awg	m	30.00	1.76	52.80	1.12	0.41	0.00	1.53	0.23
Cable gemelo 2x20 awg	m	20.00	0.80	16.00	0.29	0.41	0.00	0.70	0.10
Fregadero	Unidad	1.00	71.55	71.55	46.35	15.37	0.50	62.22	9.33
Punto de agua potable	Unidad	4.00	36.47	145.88	4.94	26.13	0.64	31.71	4.76
Ducha	Unidad	1.00	20.11	20.11	16.72	0.77	0.00	17.49	2.62
Lavamanos	Unidad	1.00	58.39	58.39	34.90	15.37	0.50	50.77	7.62
Inodoro	Unidad	1.00	73.94	73.94	45.81	18.09	0.40	64.30	9.64
Puntos de desagüe	Unidad	4.00	33.69	134.76	2.19	26.86	0.25	29.30	4.39
Caja de medidores	Unidad	1.00	42.90	42.90	31.50	5.68	0.12	37.30	5.60
Ventilación	Unidad	4.00	90.00	360.00	32.03	45.23	1.00	78.26	11.74
Claraboyas	Unidad	5.00	14.29	71.45	10.50	1.81	0.12	12.43	1.86
Sistema de sensores	Unidad	1.00	225.63	225.63	157.50	36.20	2.50	196.20	29.43
Aislamiento térmico	m <sup>2</sup>	36.00	2.88	103.68	0.47	2.03	0.00	2.50	0.38
Puertas	Unidad	2.00	44.84	89.68	31.50	7.24	0.25	38.99	5.85
Sistema solar fotovoltaico	Unidad	1.00	1 455.46	1455.4	1 218.00	46.12	1.50	1 265.6	189.84
Puesta a tierra	Unidad	1.00	68.95	68.95	8.30	51.31	0.35	59.96	8.99
Mesón de cocina	m <sup>2</sup>	4.50	19.43	87.44	10.17	6.55	0.18	16.90	2.53
Extractor de olores	Unidad	1.00	51.37	51.37	34.65	10.00	0.02	44.67	6.70
Total:				9443.1					

## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

#### 4.1. Diseño del Sistema de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la Vivienda

El diseño de la vivienda está basado en un contenedor marítimo usado de 40 ft o 12.19 m de longitud y 2.44 m de ancho. Este cuenta con cuatro espacios, al entrar a la vivienda está una sala con un área de 7 m<sup>2</sup>, seguido por una cocina con 8 m<sup>2</sup>, más adelante un pasillo de 0.8 m que conecta con un baño de 2.5 m<sup>2</sup> y un dormitorio de 8 m<sup>2</sup>. La cocina consta de un mesón de 0.6 m de ancho con una longitud de 4 m en el cual se sitúa una cocina eléctrica, un lavavajillas y una refrigeradora, como se detalla en el Anexo 1.

El diseño eléctrico tiene criterios de eficiencia energética y energías renovables. En el cual por parte del consumo se encuentran seis luminarias de 9 w y 800 lúmenes, tres tomacorrientes dobles de 15 amperios, 4 interruptores, un interruptor magnetotérmico de dos fases de 50 A, un interruptor magnetotérmico simple de 20 amperios y un disyuntor trifásico de 40 amperios, como se muestra en el Anexo 2 y se detalla en el Anexo 5. En base a las estimaciones de consumo de la vivienda, que se detalla en la tabla 4. La parte de generación eléctrica tiene tres paneles fotovoltaicos de 365 w con un inversor on-grid de 2000 w.

La vivienda cuenta con cuatro puntos de agua, uno en el retrete, uno en el lavabo del baño, uno en la ducha y uno en el lavabo de la cocina. También se tiene un almacenamiento de agua y una bomba eléctrica de 40 l/min para abastecer a la vivienda, como se detalla en el Anexo 3.

#### 4.2. Elaboración de un Sistema de Eficiencia Energética para una Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte

El sistema de eficiencia energética de la vivienda consta de una capa de aislamiento térmico de lana de vidrio de 5 cm de espesor, cubriendo un área de 36 m<sup>2</sup> y una capa de concreto alivianado

de 4 cm de espesor y 30 m<sup>2</sup> de superficie en el techo. En conjunto a esto existe un sistema de flujo de aire forzado con cuatro ventiladores de 20 m<sup>3</sup>/h cada uno con un consumo entre los 15 y 18 vatios. Estos sistemas ayudan a mantener la temperatura interior en un rango confortable.

Al calcular la pérdida de calor en el sistema con los datos de los sensores, se utiliza la ecuación 15 y se determina que el coeficiente de transferencia de calor del sistema es de 0.033 w/m<sup>2</sup>\*K.

#### **4.3. Instalación de un Sistema de Energías Renovables que Abastezca a la Vivienda Basada en un Contenedor de Transporte**

El sistema de producción de energías renovables se basa en tres paneles fotovoltaicos monocristalinos de 365 w conectados en serie a un inversor grid-tie de 2 000 w, el cual se conecta directamente a la caja de distribución como se muestra en el anexo 5. Este sistema abastece a la vivienda con una producción de 132 kwh/mes, el cual es mayor al consumo eléctrico de la vivienda.

#### **4.4. Modelamiento Matemático del Sistema de Energías Renovables**

El sistema de sensores responsables de toma de datos consta en su núcleo de una placa Arduino Mega que lee los sensores analógicos, digitales y una placa Raspberry pi 1 que almacena y muestra los datos. Entre los sensores tenemos: Cinco sensores DTH22 que leen valores de humedad y temperatura de todos los espacios de la vivienda y del exterior de la misma, dos sensores ZMPT101B que miden voltaje en corriente alterna instalados en la salida del inversor y los paneles fotovoltaicos, un voltímetro de corriente directa conectado a los paneles fotovoltaicos, dos sensores ACS-712 que miden la intensidad que pasa por los paneles y la intensidad de salida del inversor, dos sensores FS400A de flujo de agua que están instalados en la salida del tanque y la entrada de la acometida de agua, un sensor HC-SR04 que mide la profundidad del tanque, un

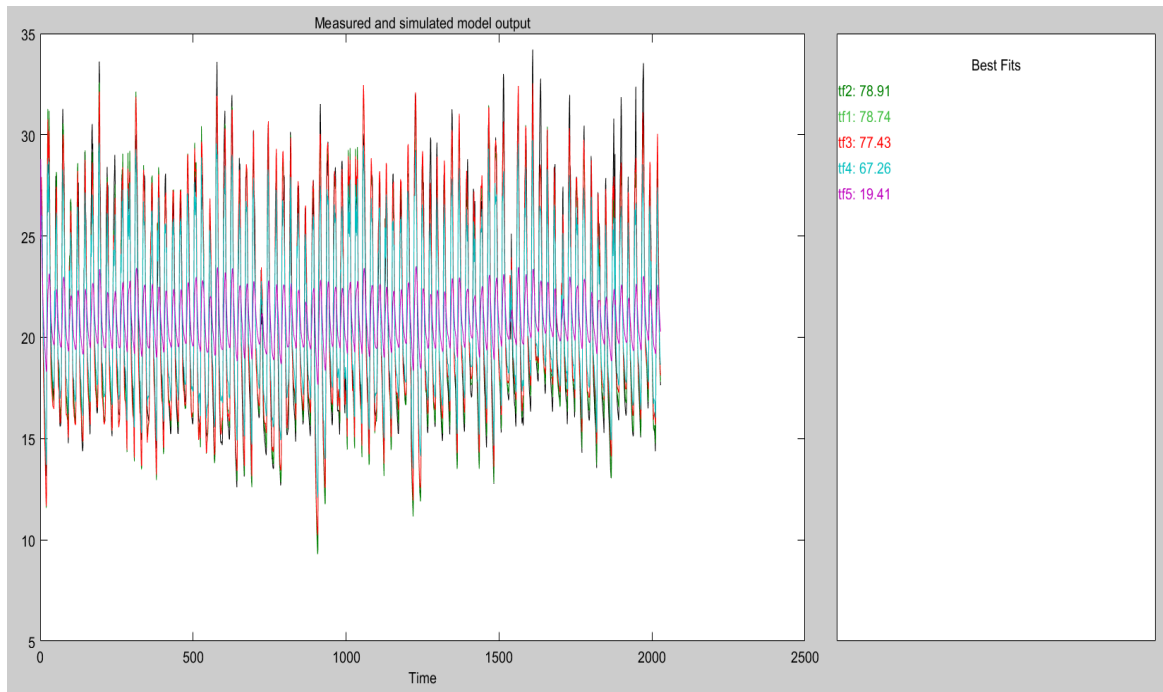
sensor SCT-100 que mide la corriente que circula por la acometida y un sensor DS18B20 que mide la temperatura de agua del tanque, como se muestra en el anexo 4 y se detalla en el anexo 6. Con esos datos obtenidos en un periodo de 84 días del 08/08/2021 al 30/10/2021 se obtuvo la función de transferencia de la temperatura y la generación fotovoltaica.

#### 4.4.1. Modelo del Sistema de Aislamiento

Las variables utilizadas para la identificación del sistema son en función del tiempo (h), a través de un promedio diario por hora de la temperatura interior ( $^{\circ}\text{C}$ ) y exterior ( $^{\circ}\text{C}$ ). Las curvas de identificación de cada modelo matemático obtenido para la temperatura, varía de cuatro polos a dos polos para encontrar el modelo que mejor se ajuste a los datos obtenidos de los sensores, como se puede apreciar en la figura 22. El mejor modelo tf2, de 3 polos y 2 ceros, llega al 78.9% de ajuste que representa el porcentaje de fiabilidad del modelo.

**Figura 22**

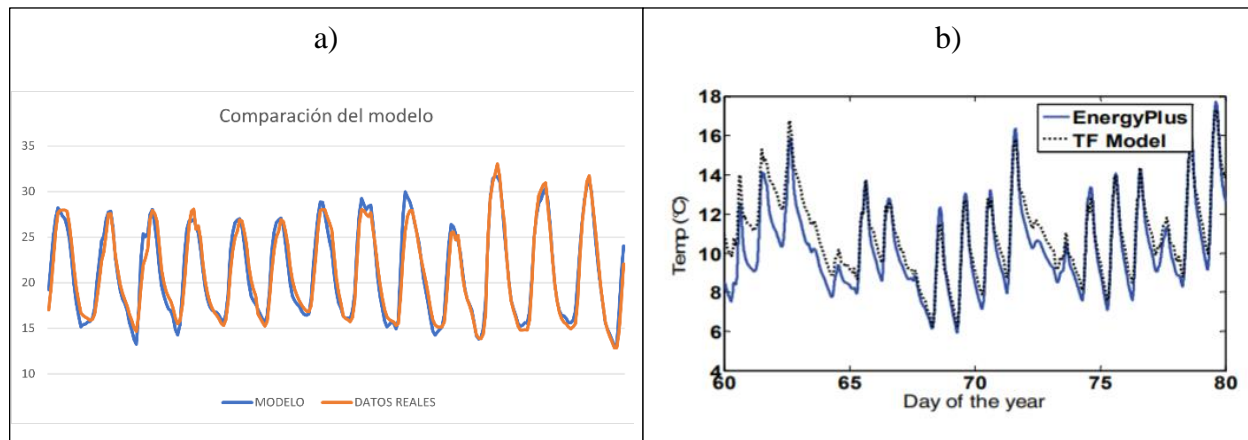
*Curvas de identificación de temperatura*



En la figura 23 en el apartado a, el modelo matemático logra predecir el comportamiento físico de la vivienda, al igual que en el apartado b, el modelo de TF tiene un recorrido similar al EnergyPlus (Candanedo, 2010).

**Figura 23**

a) Comparación de los datos del modelo matemático con los datos reales b) Comparación de los modelos EnergyPlus y TF



**Función de Transferencia.** La función de transferencia es capaz de predecir el comportamiento de los datos de temperatura en función de una señal de entrada. Al comparar las cinco curvas de identificación previamente mencionadas se obtuvo la curva más sobresaliente con las variables en función del tiempo, así como se observa en la ecuación 18, dándonos un ajuste del 78.91%.

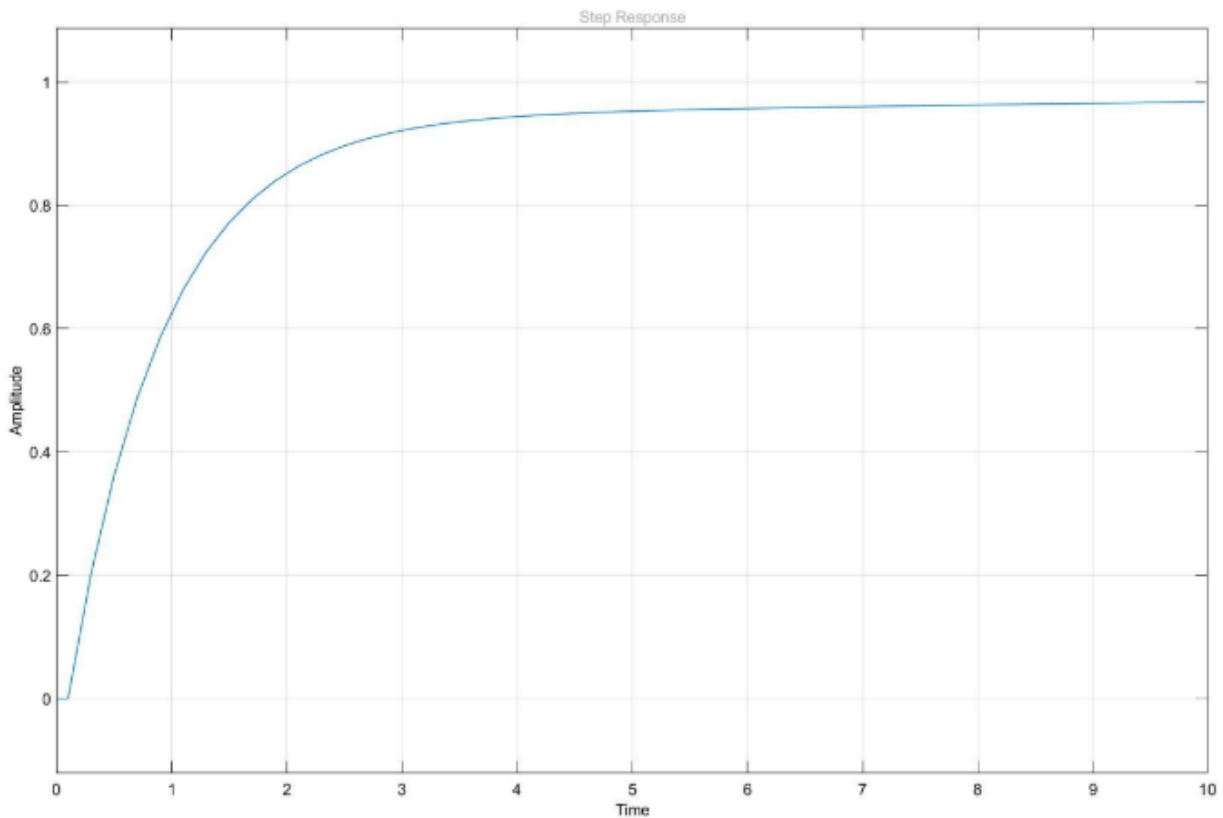
$$TFT = \frac{1.142 s^2 + 0.02145 s + 2.763 \times 10^{-07}}{s^3 + 1.226 s^2 + 0.01907 s + 1.147 \times 10^{-13}} \quad \text{Ec. 18}$$

**Respuesta Transitoria del Sistema.** La respuesta transitoria del sistema se basa en gráficas donde se representa líneas horizontales que indican la respuesta en dos formas, escalón e impulso del mismo modelo matemático, del mismo modo representa el tiempo máximo de respuesta y el punto máximo al que responde el modelo matemático.

La figura 24 representa la conducta de la función de transferencia para la temperatura exterior con respecto a la temperatura interior y esto dio como resultado un sistema sobre amortiguado, la temperatura se comporta de forma controlada debido al crecimiento constante de la curva en la respuesta de escalón y en el caso de la figura 25 en la forma impulso este se comporta en forma de crecimiento continuo lo cual representa que la salida es proporcional a la entrada de datos.

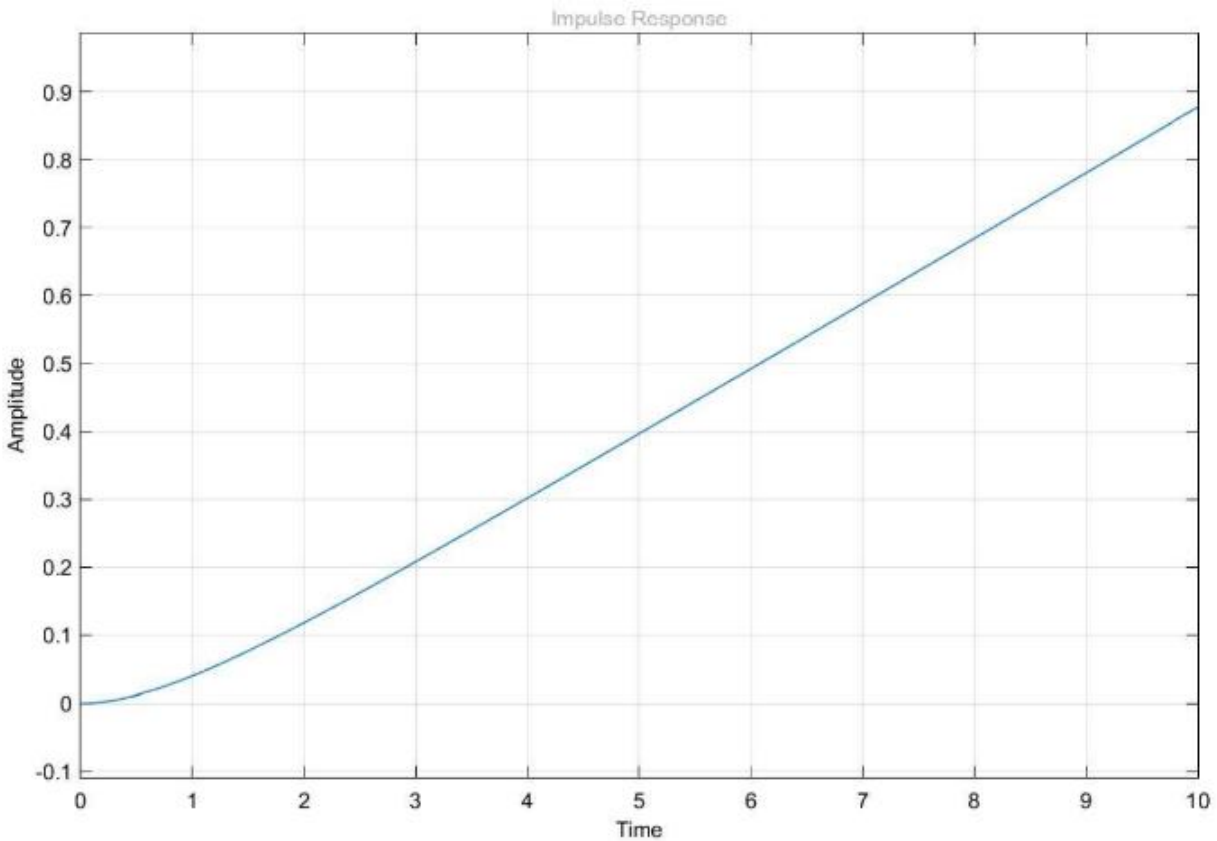
### Figura 24

*Tiempo de respuesta a la función step del modelo matemático*



## Figura 25

*Tiempo de respuesta a la función impulse del modelo matemático*

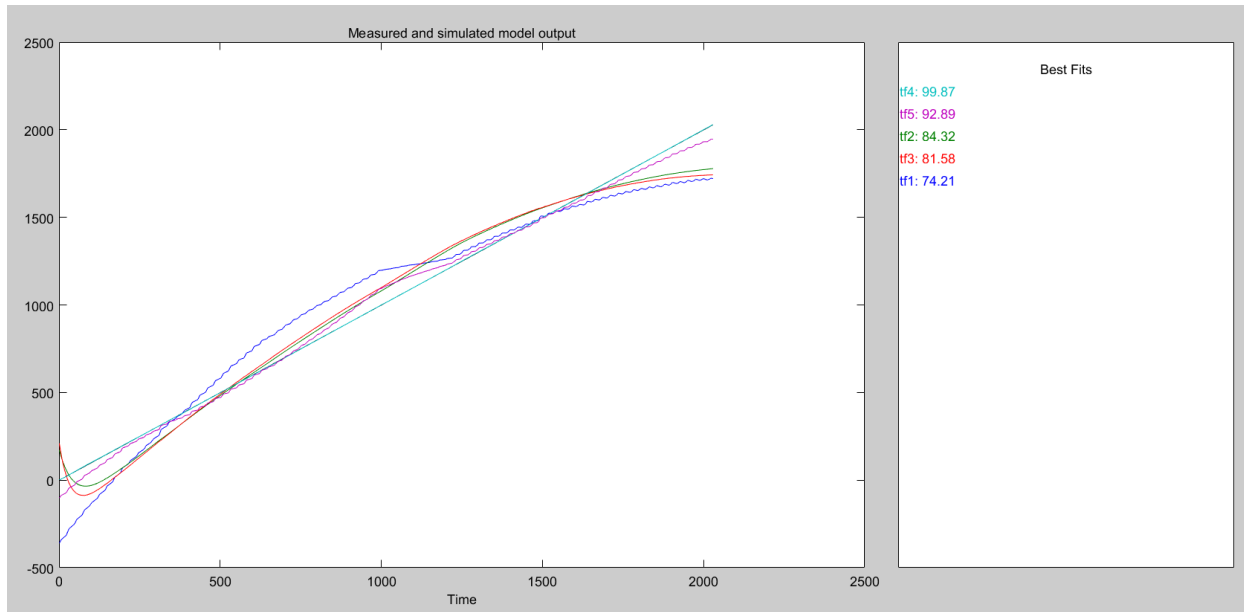


### **4.4.2. Modelo del Sistema Fotovoltaico**

Las variables utilizadas para la identificación del sistema son en función del tiempo (h) y un promedio por hora de potencia de los paneles fotovoltaicos (w). Para el cálculo de la función de transferencia más adecuada se varió el número de polos y ceros para obtener el valor más cercano al 100%. Los resultados de estas curvas se pueden apreciar en la figura 26.

**Figura 26**

*Curvas de identificación de potencia*



Las gráficas de curva de identificación varían según los datos de entrada y salida suministradas al modelo, si se compara los datos previos de la figura 22 con la figura 26 se podrá observar la diferencia entre la interacción de datos de diferentes tipos. Como es la comparación de gráficas de variación de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y potencia de generación (w), por lo cual se obtienen modelos muy diferentes, aun estando basados en la misma zona de estudio.

**Función de Transferencia.** La función de transferencia es capaz de predecir el comportamiento de los datos de potencia en función de una señal de entrada. Al compararse las cinco curvas de identificación se obtuvo la curva más sobresaliente con las variables en función del tiempo, que es la curva tf4, así como se observa en la ecuación 19, el número de polos fue de 4 y el número de ceros fue de 2 para darnos un ajuste del 99.87%.



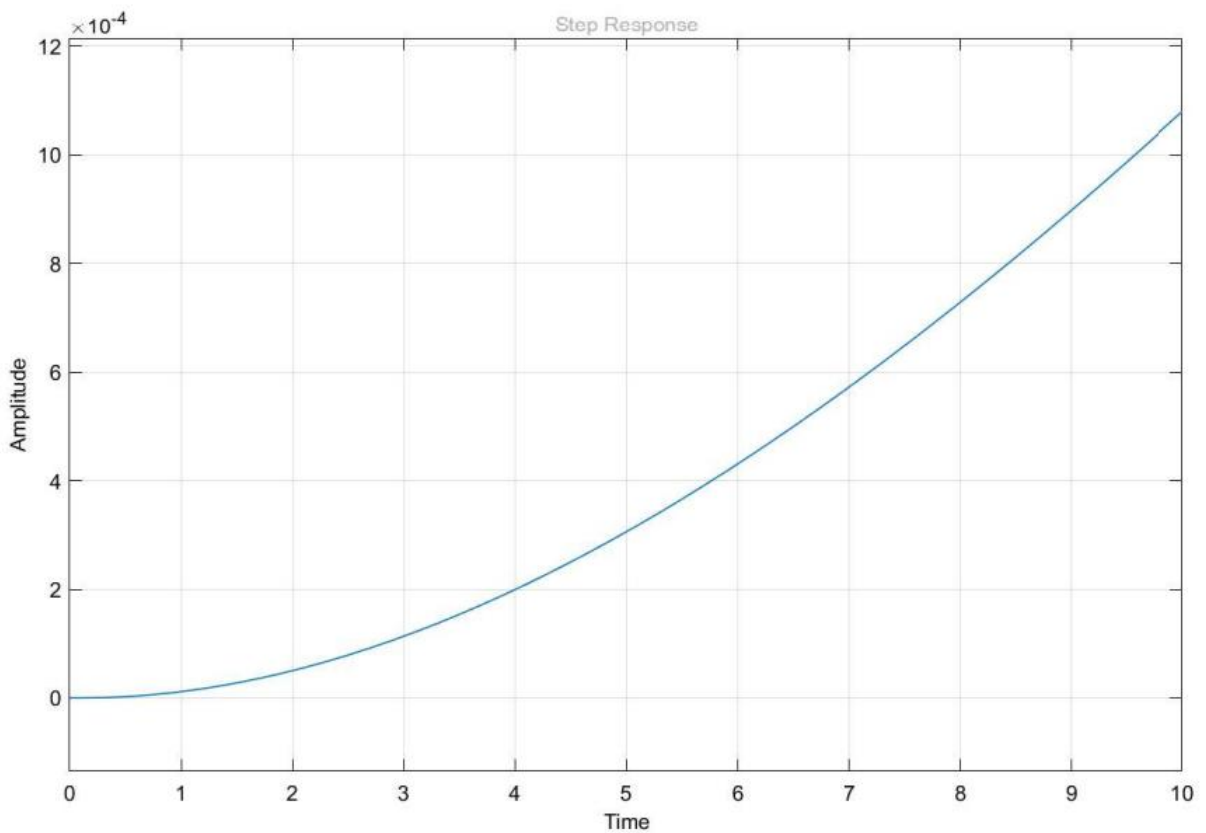
$$\frac{2.939 \times 10^{-05} s^2 - 1.174 \times 10^{-07} s + 1.973 \times 10^{-09}}{s^4 + 0.08267 s^3 + 0.002556 s^2 + 2.747 \times 10^{-07} s + 4.005 \times 10^{-11}}$$

Ec.19

**Respuesta Transitoria del Sistema.** La figura 27 representa la conducta de la función de transferencia para la potencia y esto dio como resultado un sistema sobre amortiguado, en donde la potencia se comporta de manera controlada debido al crecimiento constante de la curva en la respuesta escalón y en el caso de la figura 28 en la representación impulso este se comporta como un sistema amortiguado con la diferencia de que se estabiliza con valores menores.

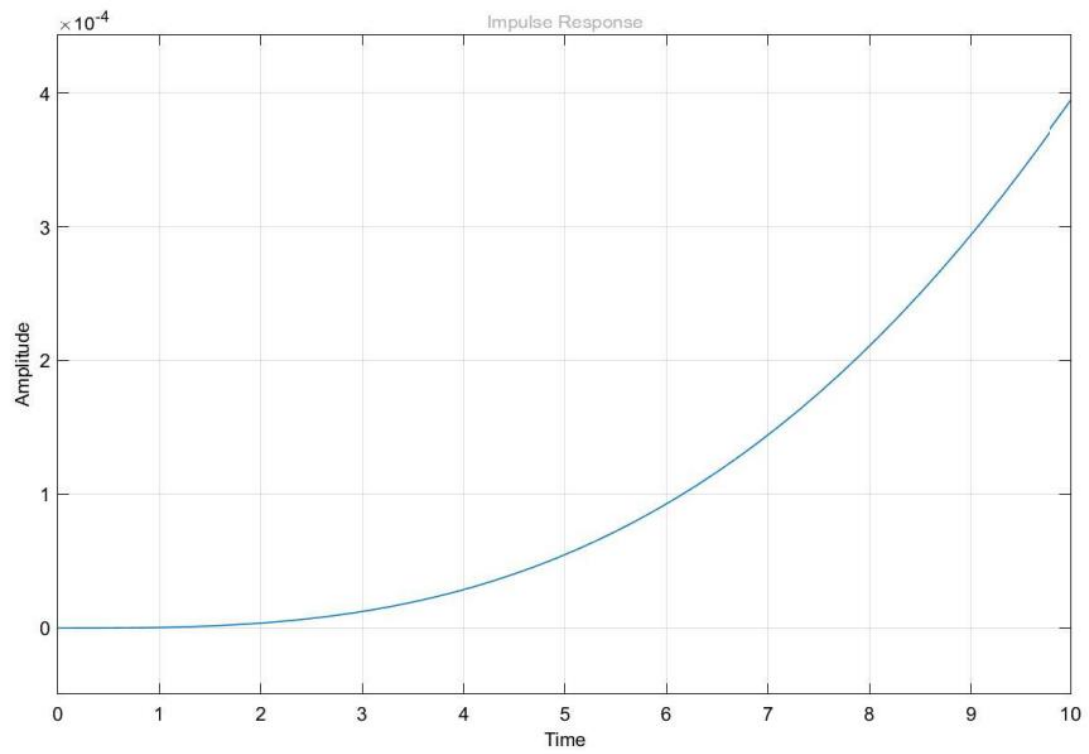
**Figura 27**

*Tiempo de respuesta a la función step del modelo matemático*



## Figura 28

*Tiempo de respuesta a la función impulse del modelo matemático*



## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Las viviendas a base de contenedores permiten subsanar las necesidades basadas en la normativa de construcción del MIDUVI; esto basado en la inclusión de cada una de las especificaciones necesarias de espacio, ventilación, instrumentación, etc. El costo total de este diseño sin utilidad es de, 9443.19 USD para julio del 2021.
- Mediante el uso de energía fotovoltaica y un sistema eléctrico conectado a la red, la vivienda genera 132 kwh/mes o 1584 kwh/año, lo cual abastece completamente la demanda eléctrica de la vivienda que consume 95 kwh/mes o 1135 kwh/año.
- El sistema de eficiencia energética y aislamiento térmico logra una temperatura promedio de 20.87°C y una pérdida máxima de energía de 82.74 w.
- El modelo matemático que describe la temperatura cuenta con un porcentaje de estimaciones del 78.65%, y el modelo matemático que describe la generación cuenta con un porcentaje de estimación del 99.87%.
- Las viviendas a base de contenedores marítimos con un sistema de energías renovables y eficiencia energética son una alternativa a la construcción convencional, ya que su estructura simple y modular permite que se adapte a hogares, viviendas temporales en desastres naturales, estaciones médicas, entre otros. Esto debido a la fácil construcción, rápido tiempo de ejecución, y a la utilización de materiales reciclados y de alta disponibilidad.

## 5.2. Recomendaciones

- La correcta señalización de los conductores eléctricos y mejorar el acceso a las canaletas ayuda a la instalación de los puntos eléctricos, así como a su posterior reparación o reacondicionamiento.
- Debido a la radiación solar y la conductividad térmica del metal, se encontró que la vivienda puede tener zonas muy calurosas ( $>28^{\circ}\text{C}$ ), se recomienda instalar un techo de caña o situar la vivienda bajo la sombra de un árbol o edificación dejando el sistema solar con la menor incidencia de sombra.
- Para un mejor entendimiento de los beneficios del sistema de energías renovables es deseable la comparación con una mayor cantidad de datos de otros sistemas aplicados a viviendas.
- Se debe tener en cuenta el mantenimiento preventivo y correctivo de los paneles fotovoltaicos dependiendo de la presencia de hojas, polvo, etc. Para aumentar la generación eléctrica del sistema fotovoltaico y su vida útil.
- Para la instalación del sistema en lugares aislados sin conexión a la red eléctrica, se debe instalar un sistema de almacenamiento de energía y cambiar el tipo de inversor.
- Se recomienda hacer los trámites pertinentes de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo con antelación a la construcción del sistema, sin esto el vertido de energía a la red puede conllevar acciones legales de la empresa de distribución de energía eléctrica que llevarían al pago de multas.

## Bibliografía

- Alcázar Ortega, M., Cañas Peñuelas, C. S., & Escrivá Escrivá, G. N. V.-0. (2019). Generación, transporte y distribución de energía eléctrica. In *Eléctrica y electrónica*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/111740>
- Amran, Y. H. M., Farzadnia, N., & Ali, A. A. A. (2015). Properties and applications of foamed concrete; A review. *Construction and Building Materials*, *101*, 990–1005. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.112>
- Arboledas Brihuega, D. (2014). Electricidad básica. In *Eléctrica y electrónica* (Vol. 0). RA-MA Editorial. [https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/106570?q=Electricidad básica&prev=bf](https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/106570?q=Electricidad+básica&prev=bf)
- ARCH. (2017). Boletín estadístico 2016. In *Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos*. [https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/BOLETÍN-ESTADÍSTICO-2016\\_11.pdf](https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/BOLETÍN-ESTADÍSTICO-2016_11.pdf)
- ARCH. (2019). Informe de gestión 2019. *Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos*. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/10/PEND-ARCH-Informe-de-Gesti%C3%B3n-2019-1.pdf>
- ARCONEL. (2007). Tarifa Dignidad. In *Agencia de regulación y control de electricidad* (Vol. 2020, p. Agencia Regul. y Control Electr.). <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/tarifa-dignidad/>
- ARCONEL. (2018). Resolución Nro. ARCONEL-057/18. In *Reforma a la regulación de microgeneración*. Órgano del Gobierno del Ecuador. <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2019/01/Reforma-a-la-Regulacion-Microgeneracion.pdf

Awasthi, A., Shukla, A. K., Murali Manohar, S. R., Dondariya, C., Shukla, K. N., Porwal, D., & Richhariya, G. (2020). Review on sun tracking technology in solar PV system. *Energy Reports*, 6, 392–405. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.02.004>

Calle, J., Fajardo, J., & Sánchez, L. (2010). Agua caliente sanitaria de uso doméstico con energía solar, una alternativa para la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, 4. <https://doi.org/10.17163/ings.n4.2010.06>

Candanedo, Jose Agustin & Athienitis, Andreas K., (2010). "Simplified Linear Models for Predictive Control of Advanced Solar Homes with Passive and Active Thermal Storage" International High Performance Buildings Conference. Paper 30. <http://docs.lib.purdue.edu/ihpbc/30>

Castilla Cabanes, N., Blanca Giménez, V., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (2007). LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes. *Construcciones Arquitectónicas*, 1, 10. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo docente Cálculo método de los lúmenes.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo_docente_Cálculo_método_de_los_lúmenes.pdf?sequence=3)

COA. (2017). *Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr* (p. 67). Órgano del Gobierno del Ecuador. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)

Cobo, E., Muñoz, P., González, J. A., Bigorra, J., Corchero, C., Miras, F., Selva, A., & Videla, S. (2007). Capítulo 9 - Cálculo del tamaño muestral. In E. Cobo, P. Muñoz, J. A. González, J. Bigorra, C. Corchero, F. Miras, A. Selva, & S. Videla (Eds.), *Bioestadística Para no Estadísticos* (pp. 213–228). Elsevier España. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-84-458-1782-7.50009-2>

- Constitución de la del Ecuador, C. (2018). *Art. 15, Art. 313, Art. 314, Art. 408, Art. 413* (p. 14,147,148,195,196). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>
- Costea, M., & Feidt, M. (1998). The effect of the overall heat transfer coefficient variation on the optimal distribution of the heat transfer surface conductance or area in a stirling engine. *Energy Conversion and Management*, 39(16–18), 1753–1761. [https://doi.org/10.1016/s0196-8904\(98\)00063-6](https://doi.org/10.1016/s0196-8904(98)00063-6)
- Council, W. S. (2020). *Containers*. <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/containers>
- Cuong, N. D., & Blair, J. (1966). Impurity photovoltaic effect in cadmium sulfide. *Journal of Applied Physics*, 37(4), 1660–1669. <https://doi.org/10.1063/1.1708581>
- Dalence Montaña, T. (2020). *MANUAL SOBRE CONTROLDE CONTENEDORES*. [http://www.comunidadandina.org/DS/Manual Contenedores.pdf](http://www.comunidadandina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf)
- Diamandis, P. (2014). Solar Energy Revolution: A Massive Opportunity. In *Forbes*. <http://onforb.es/1qXNag0>
- Díaz Dorado, E. (2015). Iluminación de Interiores. In U. P. de Cataluña (Ed.), *Seminario Técnico sobre Iluminación* (p. 38). <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>
- Dracontainers, C. (2020). *7 usos alternativos de los contenedores marítimos*. <https://www.dracontainers.com/blog/usos-alternativos-contenedores-maritimos/>
- García J. & Badell, J. (2003). *Cálculo de la energía solar* (Issue sp). :Bellisco. <http://catalogo.rebiun.org/rebiun/record/Rebiun02315040>

- Grätzel, M. (2005). Solar energy conversion by dye-sensitized photovoltaic cells. *Inorganic Chemistry*, 44(20), 6841–6851. <https://doi.org/10.1021/ic0508371>
- Hunter, N. (2013). *LED Lighting Systems* (p. PTuB1). <https://doi.org/10.1364/cleo.2009.ptub1>
- IEA. (2009). International Energy Agency. In *Choice Reviews Online* (Vol. 47, Issue 01, pp. 47-0034-47–0034). <https://doi.org/10.5860/choice.47-0034>
- INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. *INEC*, 1, 1–104. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/memoriasCenso/Memorias-light.pdf>
- Islam, H., Zhang, G., Setunge, S., & Bhuiyan, M. A. (2016). Life cycle assessment of shipping container home: A sustainable construction. *Energy and Buildings*, 128, 673–685. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.002>
- ISO/TC-104. (1995). *ISO 668: 1995 series 1 freight containers-classification, dimensions and ratings*. International Organization for Standardization Geneva, Switzerland.
- Larsen, D. (1983). Thermal Conductivity 16. In *Thermal Conductivity 16*. Springer Book Archive. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4265-6>
- Lin, K. Te, Lin, H., Yang, T., & Jia, B. (2020). Structured graphene metamaterial selective absorbers for high efficiency and omnidirectional solar thermal energy conversion. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15116-z>
- LOSPEE. (2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, Tercer Suplemento-Registro Oficial N° 418, Viernes 16 de enero de 2015*. <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Ley->



Orgánica-del-Servicio-Público-de-Energía-Eléctrica-ENE2015.pdf

Lozanova, S. (2011). Solar- statistics. In *Renewable Energy Institute*.  
<https://www.triplepundit.com/2011/04/4-things-to-consider-before-going-solar-thermal/>

MIDUVI. (2018). Lineamientos mínimos para tipologías de vivienda del MIDUVI. In *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda* (p. 10). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/LINEAMIENTOS-MINIMOS-PARA-REGISTRO-Y-VALIDACION-DE-TIPOLOGIAS-DE-VIVIENDA.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). Informe Nacional del Ecuador para la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible HABITAT III. In *Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos: Vol. Volumen II* (p. 110). [http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Informe-Pais-Ecuador-Enero-2016\\_vf.pdf](http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Informe-Pais-Ecuador-Enero-2016_vf.pdf)

Moreira, T. A., Colmanetti, A. R. A., & Tibiriçá, C. B. (2019). Heat transfer coefficient: a review of measurement techniques. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 41(6), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1763-2>

OLADE. (2019). Sistema de Información Económico Energético (SIEE), Quito, Ecuador.

Orellana, A Sarango, J. (2015). Estudio de factibilidad para el uso de energía solar y eólica en sistemas de alumbrado público para la vía de integración barrial, sector el plateado servido por Empresa Eléctrica Regional Del Sur [Universidad Politécnica Salesiana]. In *Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador: Vol. Ingeniero*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1506/14/UPS-CT002062.pdf>

- Ortiz Valencia, P. A., Arias Londoño, A., & Guerreño Peña, D. A. (2010). Modelo matemático no lineal en un sistema de temperatura para un recinto cerrado. *Iteckne*, 7(2). <https://doi.org/10.15332/iteckne.v7i2.284>
- Prado, R. T. A., & Gonçalves, O. M. (1998). Water heating through electric shower and energy demand. *Energy and Buildings*, 29(1), 77–82. [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(98\)00034-6](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(98)00034-6)
- Radwan, A. H. (2015). Containers Architecture Reusing Shipping Containers in making creative Architectural Spaces. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(11), 1562–1577. <https://doi.org/10.14299/ijser.2015.11.012>
- Ramírez, J. G., Jairo, M. M., & Ivan, C. R. (2019). Energía Solar Fotovoltaica Energía Solar Fotovoltaica Célula Solar. In *Universitarios Potosinos (Segunda)*. FC Editorial. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/Gómez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rolnik, R. (2012). *Report of the Special Rapporteur on adequate housing as a component of the right to an adequate standard of living, on the right to non-discrimination in this context - A/HRC/22/46*. 11502(December), 1–27. <https://socialprotection-humanrights.org/resource/report-of-the-special-rapporteur-on-adequate-housing-as-a-component-of-the-right-to-an-adequate-standard-of-living-and-on-the-right-to-non-discrimination-in-this-context-a-hrc-37-53/>
- Rougeron, C. (1977). Aislamiento Acustico y Termico en la Construcción - Claude Rougeron - Google Libros. *Editores Técnicos Asociados, S. A. -Barcelona, 0*, 1–292. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l62bH8f9AJYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=ais>

lante+térmico&ots=8dtmOI-qO&sig=KELDtDUVE\_nlQv6t-  
31RIRswg10#v=onepage&q=aislante térmico&f=true

Shrestha, A., & Singh, A. (2016). *Manual for Solar Technician* (Issue NOVEMBER 2015).

Valencia, R. (2015). *Análisis de los métodos de focalización de subsidios en tarifas de electricidad en ecuador* (pp. 1–126).

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17160/1/2016AJIEE-1.pdf>

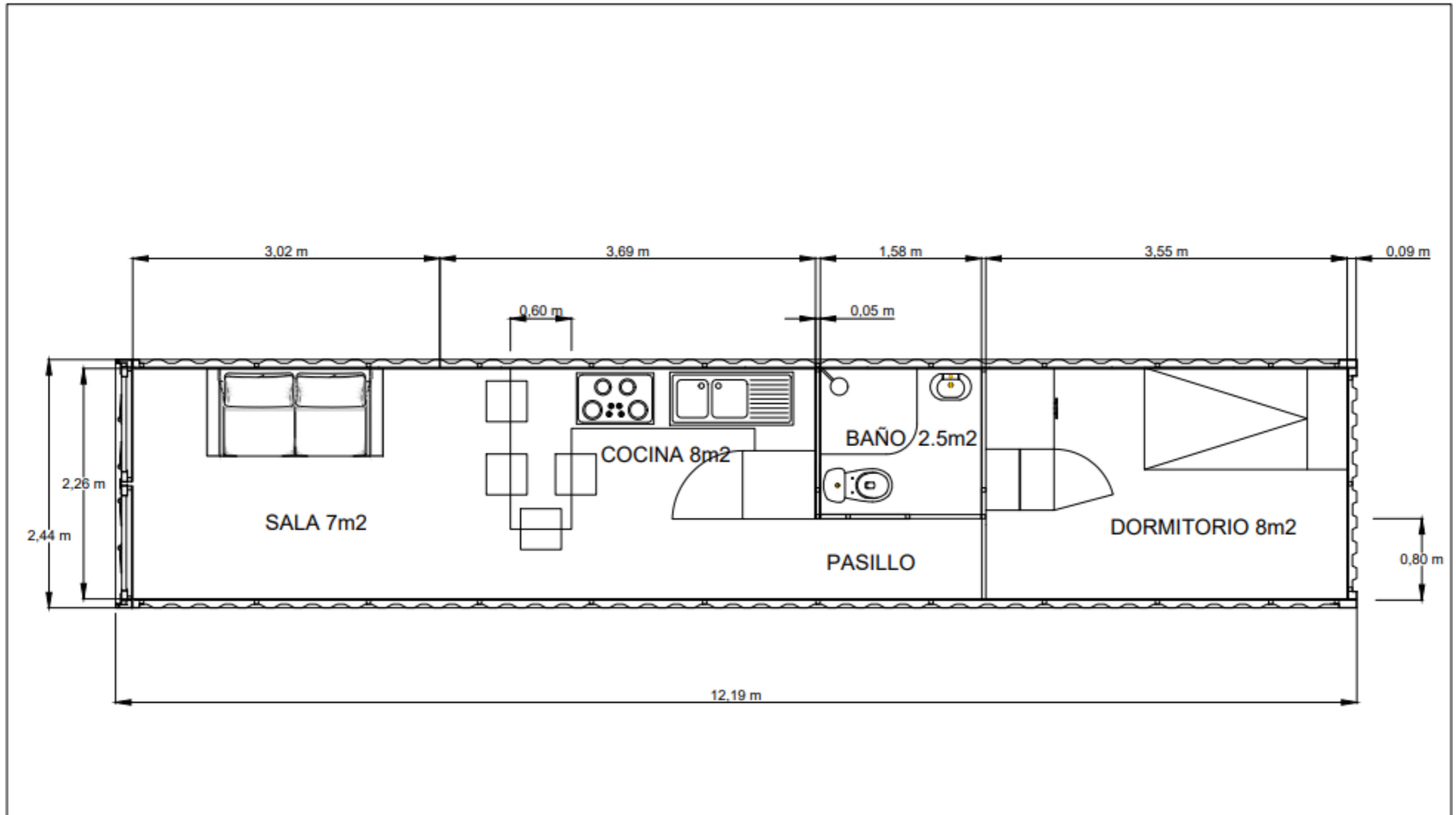
Van Roy, J., Salenbien, R., Vanhoudt, D., Desmedt, J., & Driesen, J. (2013). Thermal and Electrical Cover Factors: Definition and Application for Net-Zero Energy Buildings. *Clima 2013*, 1–11.

Vázquez de los Santos, N. E. (2010). *Bienestar y confort*.

[http://www.academia.edu/download/41705285/tarea\\_de\\_bioclimatica\\_1\\_.docx](http://www.academia.edu/download/41705285/tarea_de_bioclimatica_1_.docx)

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Plano arquitectónico de la vivienda basada en un contenedor marítimo




**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA BASADA EN  
 CONTENEDORES MARÍTIMOS

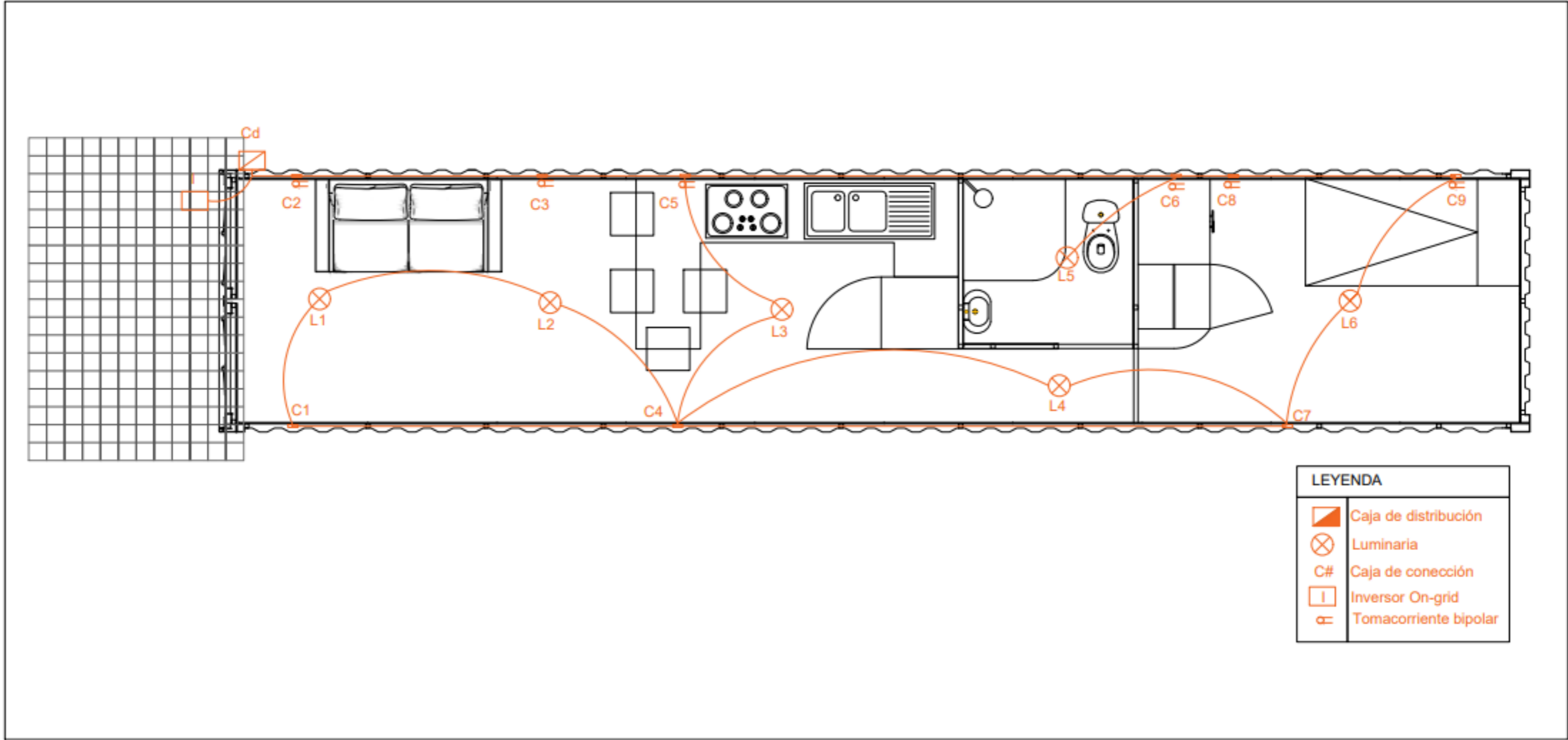
DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

ESCALA:  
 1 : 100

HOJA:  
 1/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

**Anexo 2.** Plano arquitectónico eléctrico de la vivienda basada en un contenedor marítimo



LEYENDA	
	Caja de distribución
	Luminaria
	Caja de conexión
	Inversor On-grid
	Tomacorriente bipolar

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO ELÉCTRICO DE UNA VIVIENDA BASADA EN  
 CONTENEDORES MARÍTIMOS

DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

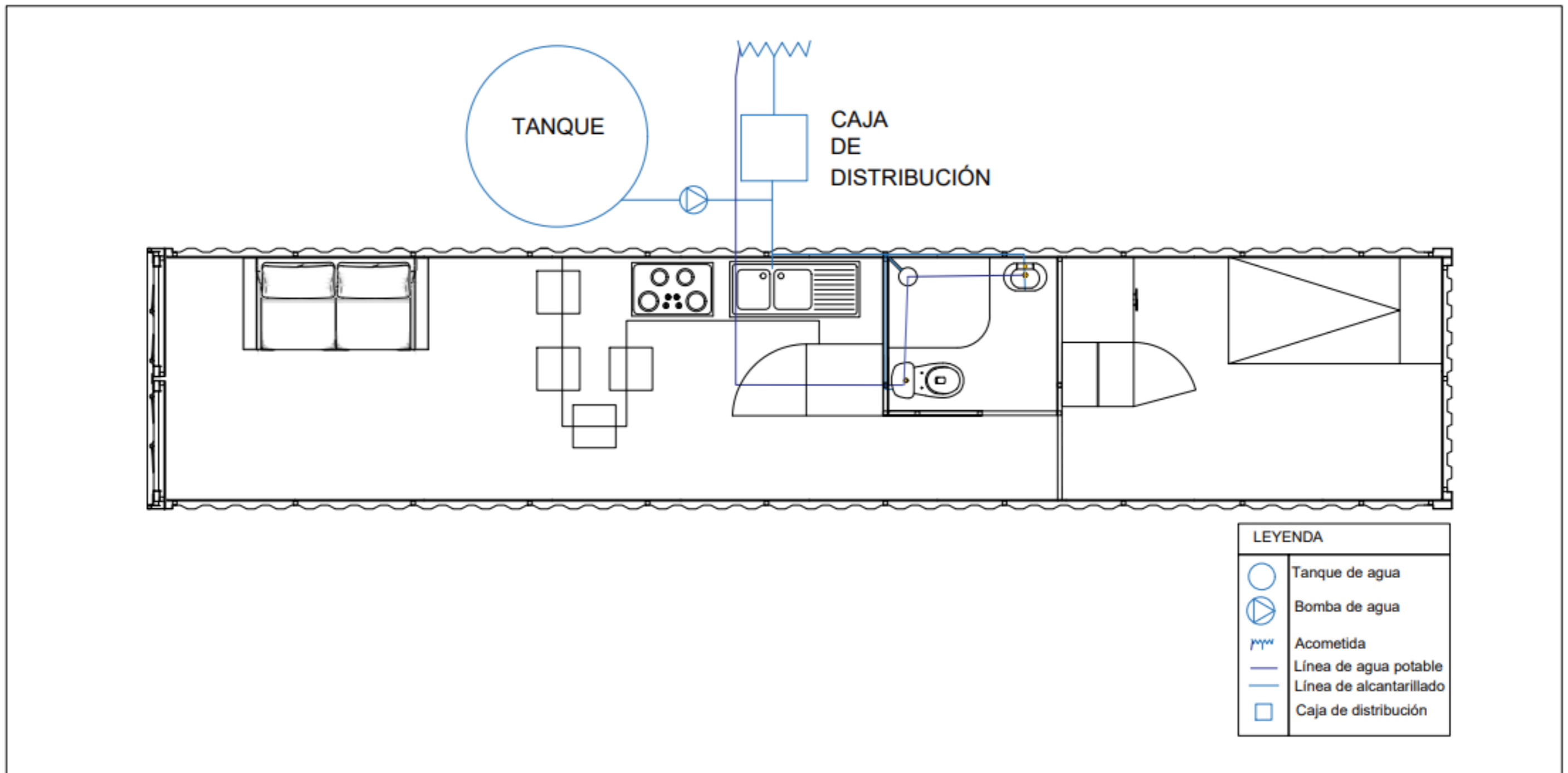
ESCALA:  
 1 : 100

HOJA:  
 2/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

**Anexo 3. Plano hidráulico de la vivienda basada en un contenedor marítimo**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO HIDRÁULICO DE UNA VIVIENDA BASADA EN  
 CONTENEDORES MARÍTIMOS

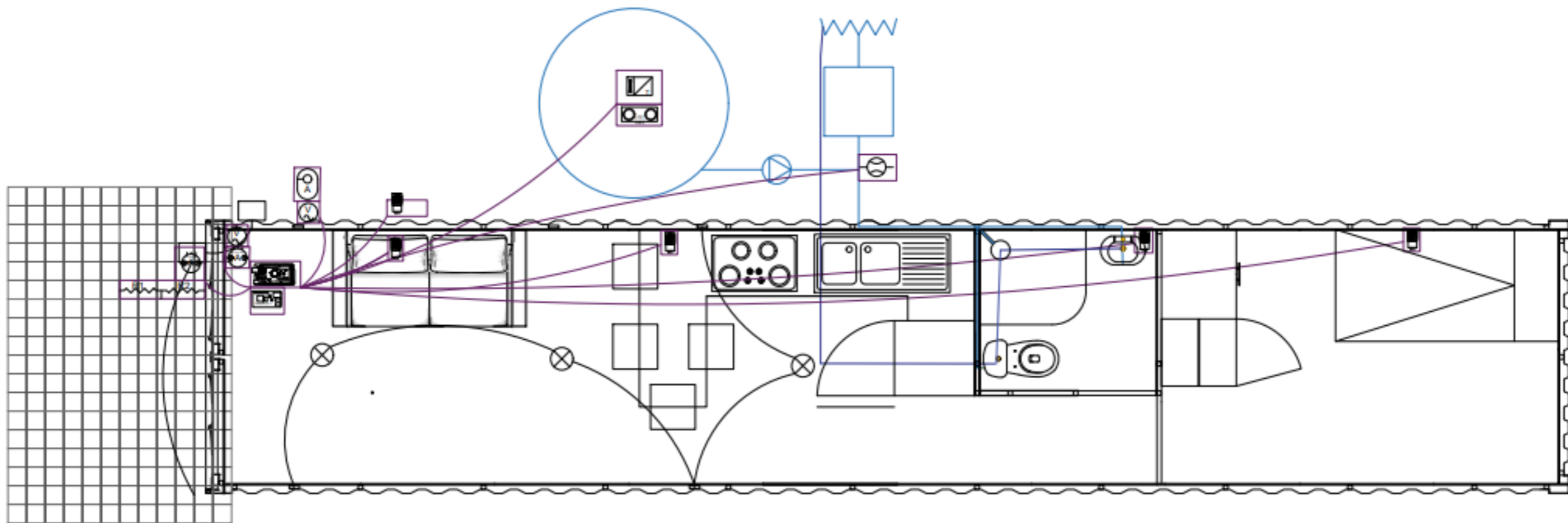
DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

ESCALA:  
 1 : 100

HOJA:  
 3/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

**Anexo 4.** Plano arquitectónico de sensores de la vivienda basada en un contenedor marítimo



LEYENDA			
	Censor de temperatura y humedad		Amperímetro CA no invasivo
	Censor de distancia		Censor de voltaje en CA
	Censor de temperatura sumergible		Censor de amperaje DC/CC
	Censor de caudal		Censor de voltaje
	Raspberry pi		Arduino mega



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO DE SENSORES DE UNA VIVIENDA BASADA EN  
 CONTENEDORES MARÍTIMOS

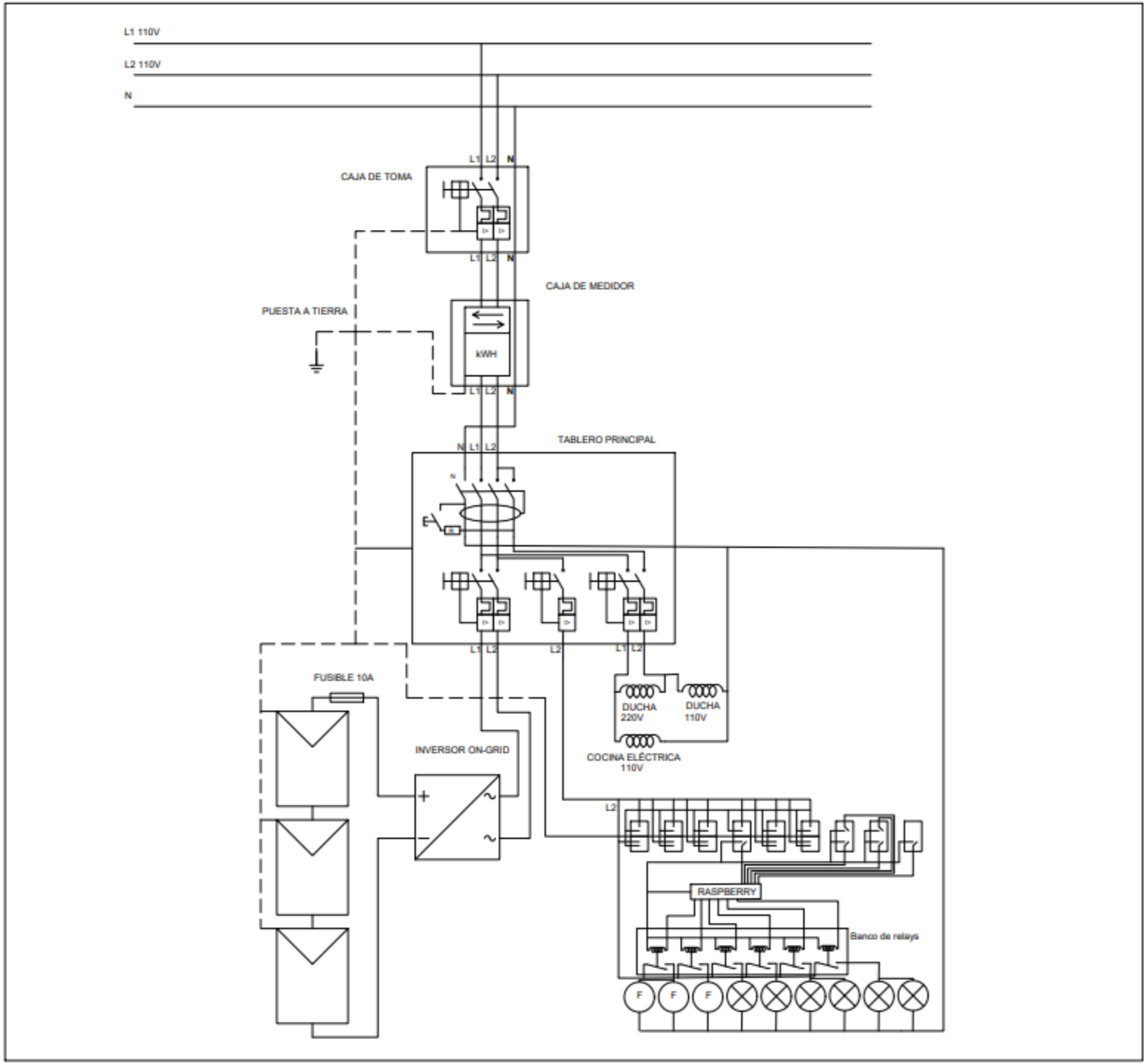
DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

ESCALA:  
 1 : 100

HOJA:  
 4/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

## **Anexo 5. Plano eléctrico unifilar**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

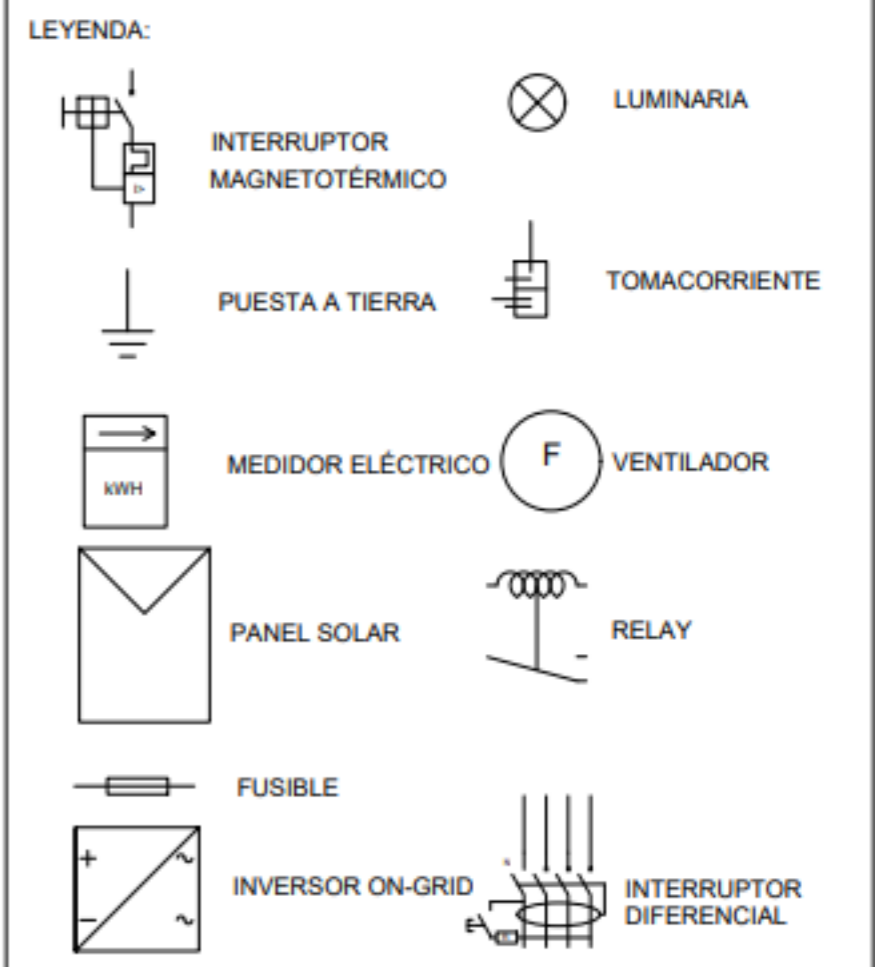
CONTIENE:  
 PLANO DE ELÉCTRICO UNIFILAR DE UNA VIVIENDA BASADA  
 EN UN CONTENEDOR MARÍTIMO

DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

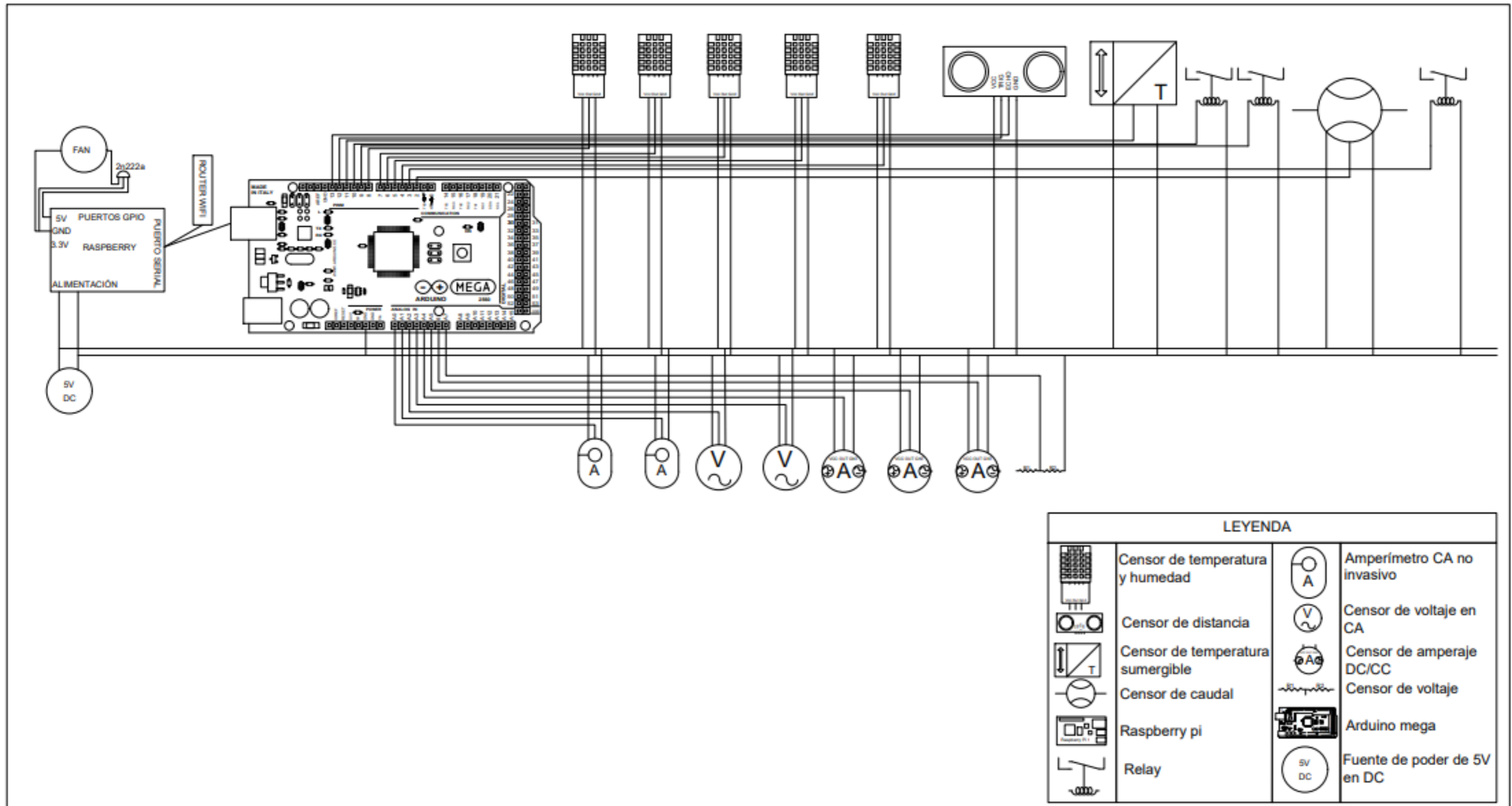
ESCALA:  
 SIN

HOJA:  
 5/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021



**Anexo 6.** Plano detallado de sensores



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO DE SENSORES DE UNA VIVIENDA BASADA EN  
 CONTENEDORES MARÍTIMOS

DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

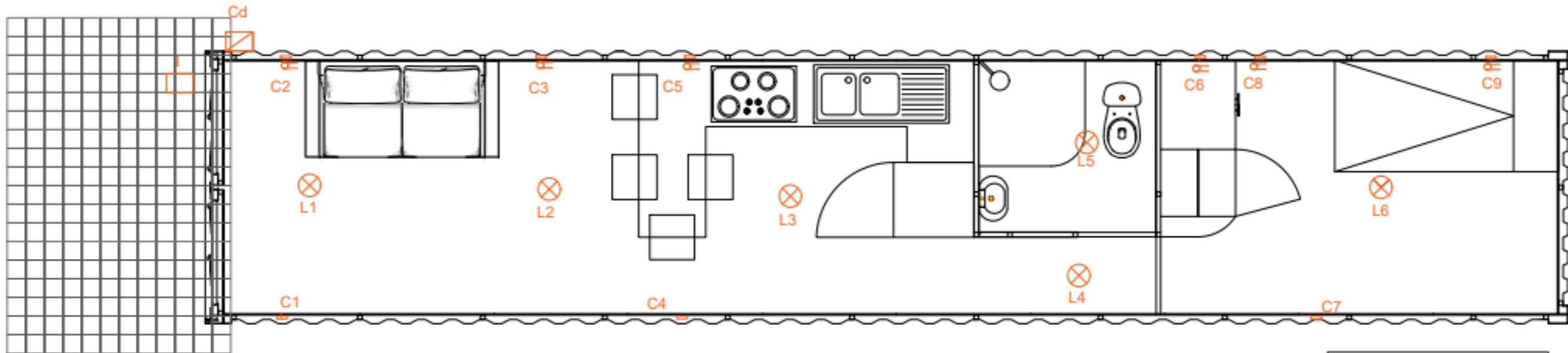
ESCALA:  
 SIN

HOJA:  
 6/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

**Anexo 7. Plano eléctrico de ubicación**





LEYENDA	
	Caja de distribución
	Luminaria
	Caja de conexión
	Inversor On-grid
	Tomacorriente bipolar
	Panel solar



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

CONTIENE:  
 PLANO ELÉCTRICO DE UBICACIÓN DE  
 UNA VIVIENDA BASADA EN CONTENEDORES MARÍTIMOS

DISEÑO:  
 CÉSAR ANDRÉS ORDÓÑEZ RUEDA  
 CRISTIAN ALEJANDRO BOLAÑOS CHAMORRO

ESCALA:  
 1 : 100

HOJA:  
 7/7

FECHA:  
 ENERO DEL 2021

## Anexo 8. Carta compromiso



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

### CARTA COMPROMISO PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**COMPARECIENTES.-** Intervienen en la celebración de la presente Carta Compromiso el doctor Bolívar Batallas, Decano de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, que en adelante se denominará "FICAYA-UTN", y por otra parte la señora Jenny Rueda quienes libre y voluntariamente acuerdan celebrar la presente **CARTA COMPROMISO** a favor de los señores **BOLAÑOS CHAMORRO CRISTIAN ALEJANDRO**, con cédula 1003863865 y **ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS**, con cédula 1726104571; estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Energías Renovables, al tenor de las siguientes cláusulas:

#### **PRIMERA.- ANTECEDENTES:**

La Universidad Técnica del Norte creada mediante Ley No. 43 promulgada en el Registro Oficial No. 482. El 18 de julio de 1986, con domicilio en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior, su Estatuto Orgánico y los Reglamentos Universitarios; es una entidad ACREDITADA de Derecho Público con plena autonomía para organizarse y cumplir sus altas finalidades de servicio al desarrollo regional, nacional, y universal. Tiene como Misión ser una institución de educación superior, pública y acreditada, formar profesionales de excelencia, críticos, humanistas, líderes y emprendedores con responsabilidad social; generan, fomenta y ejecuta proceso de investigación, de transferencia de saberes, de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación; se vincula con la comunidad, con criterios de sustentabilidad para contribuir al desarrollo social, económico, cultural y ecológico de la región del país. Cuenta con cinco Facultades y varias Carreras que forman profesionales directamente vinculados con el desarrollo económico y productivo de los sectores agrícola, comercial, industrial, turístico y otros relacionados con las demandas del país. Cuenta además con una importante cartera de programas de vinculación con la colectividad que favorecen el adecuado aprendizaje de los estudiantes, así como coadyuvar el desarrollo de los grupos humano a los que dirige su accionar.

Sra. Jenny Iralda Rueda Ramírez con Cédula N° 1712618949, es una persona natural con un largo recorrido en la exportación de flores, que se ofreció a ayudar en el proyecto de titulación de los antes nombrados.

#### **SEGUNDA.- OBJETIVO**

La presente Carta Compromiso tiene por objeto que los señores **BOLAÑOS CHAMORRO CRISTIAN ALEJANDRO Y ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS** estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Energías Renovables, desarrolle su trabajo de titulación llamado "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AGUA POTABLE APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO", realizando las actividades que se encuentran detalladas en la Cláusula Cuarta, a fin de fortalecer el aprendizaje y su formación profesional.

#### **Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



---

**TERCERA.- COMPROMISOS DE LAS PARTES.**

**DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE "UTN"**

La Universidad Técnica del Norte "UTN" se compromete a:

1. Autorizar al señor **ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS** realice su trabajo de titulación llamado "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AGUA POTABLE APLICADO EN UNA VIVIENDA ALTERNATIVA CON UN CONTENEDOR DE TRANSPORTE COMO PROTOTIPO", a quien brindará las facilidades para la realización de esta actividad académica.
2. Acompañar y evaluar las actividades del estudiante mismas que se determinan en la Cláusula Cuarta.
3. Designar al magister Luis Álvarez, tutor académico, quien realizará el acompañamiento académico, supervisarán y evaluará el trabajo del estudiante.

**DE LA SRA. JENNY IRALDA RUEDA RAMIREZ**

1. Brindar las facilidades necesarias a los señores **BOLAÑOS CHAMORRO CRISTIAN ALEJANDRO Y ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS** para el desarrollo de las actividades planificadas en la ejecución del Trabajo de Titulación.

Las partes se comprometen a brindar las facilidades necesarias, en procura del mejor desenvolvimiento académico del estudiante, y de esta forma fortalecer su formación profesional.

**CUARTA.- ACTIVIDADES A REALIZAR**

Las siguientes son las actividades, que los señores **BOLAÑOS CHAMORRO CRISTIAN ALEJANDRO Y ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS** realizaran para desarrollar su Trabajo de Titulación en base a los objetivos específicos del mismo:

- Diseñar un sistema de energías renovables, eficiencia energética y agua potable para una vivienda basada en contenedores de transporte.
  - 1.1. Revisión de literatura.
  - 1.2. Estimación del consumo de energía eléctrica y agua.
  - 1.3. Evaluar los parámetros necesarios para la obtención de energía y agua potable.
  - 1.4. Obtención de los parámetros físicos de los materiales.
  - 1.5. Diseñar el sistema de energías renovables.
  - 1.6. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua.
  - 1.7. Diseñar el sistema de eficiencia energética.
- Construir un sistema de eficiencia energética para la vivienda basada en un contenedor de transporte.
  - 2.1 Revisión literatura.
  - 2.2. Selección y compra de materiales y equipos a utilizar.
  - 2.3. Construcción del sistema de aislamiento
  - 2.4. Implementación del sistema de eficiencia energética eléctrico.
  - 2.5. Comprobación del aislamiento, confort y consumos de la vivienda.

---

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13**

Ibarra-Ecuador

- Instalar un sistema de agua potable que abastezca a la vivienda basada en un contenedor de transporte.
  - 3.1. Revisión literatura.
  - 3.2. Selección y compra de materiales y equipos a utilizar.
  - 3.3. Construcción del sistema de agua potable.
  - 3.4. Determinación de la eficiencia y eficacia del sistema
  
- Instalar un sistema de energías renovables que abastezcan de energía a la vivienda basada en un contenedor de transporte.
  - 4.1. Revisión literatura.
  - 4.2. Selección y compra de materiales y equipos a utilizar.
  - 4.3. Construcción del sistema de generación de energía.
  - 4.4. Comprobación de la generación del sistema.
  
- Modelar matemáticamente el sistema de energías renovables
  - 4.1. Revisión literatura.
  - 4.2. Construcción y análisis del modelo matemático
  - 4.3. Simulación de la función de transferencia.
  - 4.4. Comprobación del modelo matemático.

**QUINTA.- DURACIÓN.**

La presente Carta de Compromiso tiene vigencia mientras dure el desarrollo de la investigación.

**SEXTA.- RELACIÓN JURÍDICA.**

Los señores **BOLAÑOS CHAMORRO CRISTIAN ALEJANDRO Y ORDÓÑEZ RUEDA CÉSAR ANDRÉS** con la Sra. Jenny Rueda tendrá una relación de **FORMACIÓN ACADÉMICA**, por lo tanto, se excluye el pago de un estipendio mensual y no tiene ningún tipo de relación laboral.

**SÉPTIMA.- TERMINACIÓN.**

La Carta de Compromiso termina por:

- a) Por el cumplimiento del objeto y duración establecida para la realización del Trabajo de Grado
- b) Por mutuo acuerdo de las partes.
- c) Por decisión unilateral de la Universidad, por incumplimiento de la Sra. Jenny Rueda, respecto de las cláusulas de la presente Carta de Compromiso o de las actividades señaladas, en cuyo caso la Universidad podrá reubicar al estudiante en otro lugar.
- d) Por decisión unilateral de la Sra. Jenny Rueda, previo informe de la causa motivadora.
- e) Igualmente, cualquiera de las partes firmantes podrá dar terminada la presente Carta de Compromiso, en los casos que el estudiante incurra en faltas repetidas y/o falta de cumplimiento de las actividades planificadas.

Los celebrantes se ratifican en todo el contenido de la presente "Carta de Compromiso para la realización del Trabajo de Titulación" y para constancia firman en unidad de acto, en dos ejemplares del mismo tenor y efecto, en la ciudad de Ibarra el veinte de septiembre del dos mil veinte.

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

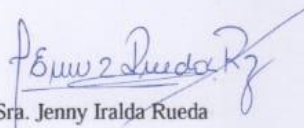


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13**  
Ibarra-Ecuador

---

**POR LA "UTN"**  
**Universidad Técnica del Norte**

Dr. Bolívar Batallas B.  
**DECANO FICAYA**  
Revisado

  
Sra. Jenny Iralda Rueda  
**Autorizado**

Ab. Clever Torres  
**SECRETARIO JURÍDICO**

MSc. Paúl Áreas Ing.  
**COORDINADOR CARRERA**

---

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

**Anexo 9.** Cronograma de actividades

*Cronograma de actividades*

<b>Tema: Construcción de una vivienda sostenible en base a contenedores marítimos con sistemas de energía renovable, purificación de agua y eficiencia energética</b>																			
<b>Cronograma de actividades</b>																			
Actividades	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	Avance %										
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
<b>1.</b>	<b>Objetivo Especifico 1: Diseñar un sistema de energías renovables y eficiencia energética para una vivienda basada en un contenedor de transporte.</b>																		<b>20%</b>
<b>1.1</b> Actividad	Revisión de literatura.																		4%
<b>1.2</b> Actividad	Estimación del consumo de energía eléctrica.																		1%
<b>1.3</b> Actividad	Evaluar los parámetros necesarios para la obtención de energía.																		2%
<b>1.4</b> Actividad	Obtención de los parámetros físicos de los materiales.																		4%
<b>1.5</b> Actividad	Diseñar el sistema de energías renovables.																		4%
<b>1.6</b> Actividad	Diseñar el sistema de eficiencia energética.																		5%
<b>2.</b>	<b>Objetivo Especifico 2: Construir un sistema de eficiencia energética para la vivienda basada en un contenedor de transporte.</b>																		<b>35%</b>
<b>2.1</b> Actividad	Revisión literatura.																		5%
<b>2.2</b> Actividad	Selección y compra de materiales y equipos a utilizar.																		5%
<b>2.3</b> Actividad	Construcción del sistema de aislamiento																		12%



## Anexo 10. Materiales del proyecto

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	Código CPC	NP/ND/EP	VAE
Contenedor marítimo high cube 40p	Unidad	1	2587.5	2587.5	911340417	Nd	40
Sistema solar fotovoltaico 1 kw	Unidad	1	1218	1218	546110005	Ep	100
Gypsum	M <sup>2</sup>	81	6.3	510.3	37530	Nd	40
Sistema de sensores	Unidad	1	157.5	157.5	47160	Nd	40
Estructura de madera de soporte	M <sup>2</sup>	70	2.05	143.5	31100	Ep	100
Ventilaciones	Unidad	4	26.25	105	44815	Nd	40
Tubería Conduit emt 1/2"	M	66	1.54	101.64	3623	Ep	100
Cable thhn 12 awg	M	132	0.67	88.44	3551001	Nd	40
Puertas plegables	Unidad	2	31.5	63	42120	Nd	40
Claraboyas	Unidad	5	10.5	52.5	42120	Nd	40
Caja de dispersión de 10 pares	Unidad	1	45.69	45.69	41213	Nd	40
Inodoro	Unidad	1	42	42		Nd	40
Tomacorriente doble polarizado 127v	Unidad	6	6.84	41.04	546110005	Ep	100
Cable 12 thhn awg	M	100	0.41	41		Nd	40
Piso de madera	Plancha 1.20*2.4	1	37.8	37.8		Ep	100
Extractor de olores	Unidad	1	34.65	34.65		Nd	40
Cable 8 thhn awg	M	30	1.12	33.6		Nd	40
Ducha eléctrica de fregadero 110v	Unidad	1	33.6	33.6		Ep	100
Lavamanos	Unidad	1	31.5	31.5		Nd	40
Caja de medidores	Unidad	1	31.5	31.5		Nd	40
Disyuntor trifásico 40 amp	Unidad	1	29.76	29.76		Nd	40
Varios	Gl	4	5.78	23.12		Nd	40
Sellador para madera	Gl	0.9	24.66	22.19		Nd	40
Laca brillante	Gl	0.9	24.12	21.71		Nd	40
Capuchón	Unidad	36	0.52	18.72	465390001	Ep	100
Lana de vidrio	M2	36	0.47	16.92		Nd	40
Ducha eléctrica 220 v	Unidad	1	16.72	16.72		Nd	40
Cemento	Kg	82.96	0.16	13.27	374	Ep	100
Fregadero acero inoxidable 80x45	Unidad	1	11.95	11.95		Nd	40
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	Kg	9.45	1.23	11.62	4112	Ep	100
Breakers bifásico 50 amp	Unidad	1	11.09	11.09		Nd	40
Breaker 2 polos 20 amp	Unidad	1	11.08	11.08		Nd	40



Conector emt 1/2"	Unidad	24	0.44	10.56	429420 102	Ep	100
CODO 90° 1 TERMINO ROSC DE ACERO INOX DE 1/2"	UNIDA D	2	5.11	10.22		ND	40
Pingos	M	8.1	1.16	9.4		Nd	40
Thinner	Gl	0.9	10.09	9.08	351100 111	Ep	100
Material de sujeción	Glb	0.66	13.05	8.61	442210 011	Ep	100
Varilla cooperweld 1.8m o 16mm ( o 5/8")	Unidad	1	8.3	8.3		Nd	40
Tubería acero inox d=1/2"	M	2	3.43	6.86		Nd	40
Tabla de monte 0,30m	Unidad	3.11	1.9	5.9	313100 012	Ep	100
Cable gemelo 2x20 awg	M	20	0.29	5.8		Nd	40
Tubería pvc d/n d:50mm	MI	4	1.36	5.44	3623	Ep	100
Caja rectangular	Unidad	12	0.4	4.8	317000 011	Ep	100
Lija	Hoja	6	0.8	4.8	379100 013	Ep	100
Breaker monofásico 20 amp	Unidad	1	4.56	4.56		Nd	40
Unión emt 1/2 "	Unidad	12	0.33	3.96	532410 013	Ep	100
Tornillo de ojo	Unidad	4	0.91	3.64		Nd	40
Caja octogonal	Unidad	7.8	0.44	3.43	317000 011	Ep	100
Tubo de abasto inodoro	Unidad	1	3.32	3.32		Nd	40
Tubo de abasto lavabo	Unidad	1	3.32	3.32		Nd	40
Codo pvc d/n d:50 mm x 90	Unidad	4	0.83	3.32	373600 003	Ep	100
Caja cuadrada 10x10	Unidad	1.8	1.65	2.97	317000 011	Ep	100
Ripio	M3	0.23	12.2	2.75	153200 102	Ep	100
Arena	M3	0.14	15.39	2.08	1531	Ep	100
Pasta polimex 125cc	Unidad	0.2	7.39	1.48		Nd	40
Alambre de amarre #18	Kg	0.45	2.97	1.34	412660 012	Ep	100
Teflón en cinta (rojo)	Unidad	4	0.29	1.16		Nd	40
Clavos	Kg	0.23	2.64	0.59	429993 125	Ep	100
Taco f12	Unidad	4	0.05	0.2		Nd	40
Teflón rollo=10m	Rll	1	0.17	0.17	375500 01144	Ep	100
Colepato 25mm o 5mm (1"o 3/16")	Unidad	2	0.05	0.1		Nd	40
Agua	M3	0.05	0.99	0.04	180000 111	Ep	100
Taco f8	Unidad	2	0.02	0.04		Nd	40
Esmalte negro	Gl	0	16.62	0		Nd	40

**Anexo 11.** Equipo del proyecto

DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO	PRECIO	HORAS TOTAL	PRECIO TOTAL	NP /ND /EP	VAE
Retroexcavadora	HORA	NO	25	2	50	EP	100
Herramientas menores	HORA		0.25	122.288	30.572	EP	100
Herramienta menor	HORA	NO	0.25	61.65	15.4125	EP	100
Herramienta menor	HORA		0.25	14.4	3.6	EP	100
Herramienta menor	HORA		0.25	14	3.5	EP	100
Prensa hidráulica	EQUIPO/ HORA		2.93	0.4	1.172	ND	40
camioneta 2200cc	HORA		6.16	0.172	1.05952	EP	100
Compresor	HORA		1.8	0.24	0.432	EP	100
Herramienta menor	HORA		0.25	1.4	0.35	EP	100
Concretera 1 saco	HORA		2	0.135	0.27	EP	100
Implementos y herramientas cuadrilla tipo no 2	HORA		1.25	0.172	0.215	EP	100
Herramienta Menor	HORA	NO	0.25	0.571	0.14275	EP	100
<b>TOTAL:</b>					<b>106.73</b>		

## Anexo 12. Mano de obra de proyecto

Descripción	Unidad	Salario real horario	Horas totales	Precio total	Descripción CPC	NP/ND/EP	VAE
Peon (Estr.Oc E2)	Hora	3.62	280.04	1013.74	Servicios de albañilería	EP	100
Peon en General (Estr.Oc E2)	Hora	3.62	83.63	302.72	Servicios de albañilería	EP	100
Plomero (Estr.Oc D2)	Hora	3.66	23.4	85.64	Servicios de instalación, ampliación,	EP	100
Albañil (Estr.Oc D2)	Hora	3.66	23.05	84.36	Servicios de albañilería	EP	100
Peon de electricista (Estr.Oc E2)	Hora	3.66	14.6	53.44	Servicios de albañilería	EP	100
Electricista (Estr.Oc D2)	Hora	3.65	14.6	53.29	Servicios de instalación	EP	100
Maestro Electricista (Estr.Oc C1)	Hora	3.66	13.34	48.82	Servicios de provisión	EP	100
Maestro mayor de ejecucion de obra (Estr.Oc C1)	Hora	4.06	11.28	45.8	Servicios de provisión de personal	EP	100
Inspector (Estr.Oc B3)	Hora	4.07	9.39	38.2	Inspección y control de carga	EP	100
Peon de cablista (Estr.Oc E2)	Hora	3.62	7.2	26.06	Servicios de albañilería	EP	100
Cablista/Instalador (Estr.Oc D2)	Hora	3.62	7.2	26.06	Servicios de instalación	EP	100

Descripción	Unidad	Salario real horario	Horas totales	Precio total	Descripción CPC	NP/ND/EP	VAE
Jefe de grupo/Superv (Estr. Oc B3)	Hora	4.07	2.57	10.47	Inspección y control de carga	EP	100
Peon de plomero (Estr.Oc E2)	Hora	3.62	2	7.24	Servicios de albañilería	EP	100
Electricista (estr.oc d2)	Hora	3.66	1.7	6.22	Trabajos de construcción	EP	100
Ayudante de electricista (estr.oc e2)	Hora	3.62	1.7	6.15	Ayudantes digitales personales	EP	100
Empalmador (Estr. Oc. D2)	Hora	3.62	0.52	1.87		ND	40
Peon de empalmador (Estr.Oc E2)	hora	3.62	0.52	1.87		ND	40
Chofer (Estr.Oc. C1)	Hora	5.14	0.17	0.88	Camiones de reparto	EP	100
Supervisor de Cableado Estructurado (B3)	Hora	4.07	0.2	0.81	Instalación y mantenimiento de cableado estructurado	EP	100
Maestro Electricista (Estr.Oc C1)	Hora	4.06	0.2	0.81	Servicios de provisión de personal	EP	100

### Anexo 13. Transporte del proyecto

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Precio total	Vehículos automotores N.C.P. para el transporte de mercancías	VAE
Tráiler 8 ejes	Unidad	1	535.7	535.7	ND	40
Camioneta	M2	81	0.12	9.72	ND	40
Camioneta	Unidad	1	6	6	ND	40

### Anexo 14. Fórmula polinómica para el reajuste de precios

PROYECTO: Casa sostenible

$$Pr=Po(0.338 B1/Bo + 0.056 C1/Co + 0.016 D1/Do + 0.089 E1/Eo + 0.009 G1/Go + 0.001 H1/Ho + 0.229 M1/Mo + 0.015 P1/Po + 0.004 R1/Ro + 0.227 T1/To + 0.016 X1/Xo)$$

Coeficientes y símbolos de esta fórmula

PR = Valor reajustado del anticipo o de la planilla

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con cantidades de obra ejecutadas a los precios contractuales  
descontado la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado

#### TERMINOS

B	Productos metálicos estructurales electrosoldados	0.338
C	Equipo y maquinaria de Construc. Vial	0.056
D	Productos diversos de arcilla. gres (para recubrimiento y acabados)	0.016
E	Lámparas. aparatos y Acc. Eléctricos Para interiores	0.089
G	Ductos de planchas galvanizadas	0.009
H	Madera aserrada. cepillada y/o escuadrada (preparada)	0.001
M	Mano de Obra	0.229
P	Combustibles (Mezcla 5% gasolina extra; 95% Diesel)	0.015
R	Materiales pétreos	0.004
T	Productos aislantes acústicos y térmicos de fibra (vidrio. mineral. etc.) y Acc.	0.227
X	Componentes No Principales	0.016
TOTAL		1

#### CUADRILLA TIPO

ESTR. OC. B3	0.025
ESTR. OC. C1	0.078
ESTR. OC. D2	0.137
ESTR. OC. E2	0.76
TOTAL	1

### Anexo 15. Cronograma valorado de trabajo.

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	
516848		CONTENEDOR MARITIMIMO HIGH CUBE 40P	UNIDAD	1,00	3.665,86	3.665,86	3.665,86						100%
							1,00						
							100,00						
516849		REPARACION PISO DE MADERA	UNIDAD	1,00	84,82	84,82	42,41	42,41					
							0,50	0,50					
							50,00	50,00					
516878		LACADO DE PISO	M2	30,00	3,88	116,40							116,40
													30,00
													100,00
516850		EXTRUCTURA DE MADERA DE SOPORTE	M2	70,00	9,25	647,50	323,75	323,75					90,85%
							35,00	35,00					
							50,00	50,00					
516851		GYPSUM	M2	81,00	13,42	1.087,02		271,76	543,51	271,76			
							20,25	40,50	20,25				
							25,00	50,00	25,00				
516852		PUNTO DE ILUMINACION	UNIDAD	6,00	33,66	201,96			50,49	100,98	50,49		
								1,50	3,00	1,50			
								25,00	50,00	25,00			
516853		PUNTO DE FUERZA	UNIDAD	6,00	46,46	278,76			69,69	139,38	69,69		
								1,50	3,00	1,50			
								25,00	50,00	25,00			
516854		CAJA DE DISTRIBUCION	UNIDAD	1,00	64,70	64,70			16,18	32,35	16,18		
								0,25	0,50	0,25			
								25,00	50,00	25,00			
516855		BREAKERS BIFASICO 50 AMP	UNIDAD	1,00	15,50	15,50			3,88	7,75	3,88		72,75%
								0,25	0,50	0,25			
								25,00	50,00	25,00			
516856		BREAKER BIFASICO 20 AMP	UNIDAD	1,00	14,57	14,57			3,64	7,29	3,64		
								0,25	0,50	0,25			
								25,00	50,00	25,00			
516857		BREAKER MONOFASICO 20 AMP	UNIDAD	1,00	7,00	7,00			1,75	3,50	1,75		
								0,25	0,50	0,25			
								25,00	50,00	25,00			
516858		DISYUNTOR TRIFASICO 40 AMP	UNIDAD	1,00	35,11	35,11			8,78	17,56	8,78		
								0,25	0,50	0,25			
								25,00	50,00	25,00			
516859		CABLE 12 THHN AWG	M	100,00	0,94	94,00			23,50	47,00	23,50		
								25,00	50,00	25,00			
								25,00	50,00	25,00			
516860		CABLE 8 THHN AWG	M	30,00	1,76	52,80			13,20	26,40	13,20		57,46%
								7,50	15,00	7,50			
								25,00	50,00	25,00			
516861		CABLE GEMELO 2X20 AWG	M	20,00	0,80	16,00			4,00	8,00	4,00		
								5,00	10,00	5,00			
								25,00	50,00	25,00			
516862		FREGADERO	UNIDAD	1,00	71,55	71,55				17,89	35,78	17,89	
									0,25	0,50	0,25		
									25,00	50,00	25,00		49,45%
516863		PUNTO DE AGUA POTABLE	UNIDAD	4,00	36,47	145,88				36,47	72,94	36,47	
									1,00	2,00	1,00		
									25,00	50,00	25,00		
516864		DUCHA	UNIDAD	1,00	20,11	20,11				5,03	10,06	5,03	
									0,25	0,50	0,25		
									25,00	50,00	25,00		42,70%
516865		LAVAMANDOS	UNIDAD	1,00	58,39	58,39				14,60	29,20	14,60	
									0,25	0,50	0,25		
									25,00	50,00	25,00		
516866		INODORO	UNIDAD	1,00	73,94	73,94				18,49	36,97	18,49	
									0,25	0,50	0,25		
									25,00	50,00	25,00		
516867		PUNTOS DE DESAGUE	UNIDAD	4,00	33,69	134,76				33,69	67,38	33,69	
									1,00	2,00	1,00		
									25,00	50,00	25,00		
516868		CAJA DE MEDIDORES	UNIDAD	1,00	42,90	42,90				10,73	21,45	10,73	
									0,25	0,50	0,25		
									25,00	50,00	25,00		
516869		VENTILACIONES	UNIDAD	4,00	90,00	360,00				90,00	180,00	90,00	
									1,00	2,00	1,00		
									25,00	50,00	25,00		

516870	CLARABOYAS	UNIDAD	5,00	14,29	71,45					17,86 1,25 25,00	35,73 2,50 50,00	17,86 1,25 25,00
516871	SISTEMA DE SENSORES	UNIDAD	1,00	225,63	225,63					56,41 0,25 25,00	112,82 0,50 50,00	56,41 0,25 25,00
516872	AISLAMIENTO TERMICO	M2	36,00	2,88	103,68					25,92 9,00 25,00	51,84 18,00 50,00	25,92 9,00 25,00
516873	PUERTAS	UNIDAD	2,00	44,84	89,68					22,42 0,50 25,00	44,84 1,00 50,00	22,42 0,50 25,00
516874	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	UNIDAD	1,00	1.455,46	1.455,46					363,87 0,25 25,00	727,73 0,50 50,00	363,87 0,25 25,00
516875	PUESTA A TIERRA	UNIDAD	1,00	68,95	68,95				17,24 0,25 25,00	34,48 0,50 50,00	17,24 0,25 25,00	
516876	MESON DE COCINA	M2	4,50	19,43	87,44					21,86 1,13 25,00	43,72 2,25 50,00	21,86 1,13 25,00
516877	EXTRACTOR DE OLORES	UNIDAD	1,00	51,37	51,37					12,84 0,25 25,00	25,69 0,50 50,00	12,84 0,25 25,00
					9.443,19							
MONTO PARCIAL							4.032,02	637,92	755,95	1.444,49	1.708,46	864,46
PORCENTAJE PARCIAL							42,70	6,76	8,00	15,30	18,09	9,15
MONTO ACUMULADO							4.032,02	4.669,94	5.425,78	6.870,27	8.578,73	9.443,19
PORCENTAJE ACUMULADO							42,70	49,45	57,46	72,75	90,85	100,00

## Anexo 16. Reporte de asignación de términos

DESCRIPCION	TOTAL	PORCENTAJE	TERMINO
Productos metálicos estructurales electrosoldados	2779.38	33.84	B
Mano de Obra	1882.73	22.93	M
Productos aislantes acústicos y térmicos de fibra (vidrio. mineral. etc) y Acc.	1808.22	22.02	T
Lámparas. aparatos y Acc. Eléctricos Para interiores	386.32	4.7	E
Equipo y maquinaria de Construc. Vial	305.54	3.72	C
Repuestos para maquinaria de construcción	152.77	1.86	C
Alambres y cables para Inst. eléctricas	136.89	1.67	E
Componentes No Principales	127.31	1.55	X
Tubos y Acc.de hierro o acero galvanizado para instalaciones eléctricas	105.6	1.29	E
Productos diversos de arcilla. gres (para recubrimiento y acabados)	88.44	1.08	D
Instalaciones eléctricas (vivienda)	54.34	0.66	E
Vidrio plano	52.5	0.64	T
Combustibles (Mezcla 5% gasolina extra; 95% diesel)	47.01	0.57	P
Interruptores y tomacorrientes (tacos)	44.98	0.55	E
Pinturas al látex	43.9	0.53	P
Lavamanos	43.45	0.53	D
Ductos de planchas galvanizadas	34.65	0.42	G
Tubos y Acc. de hierro o acero (I)	28.28	0.34	G
Materiales pétreos	17.78	0.22	R
Vehículos para transporte liviano	16.78	0.2	P
Cemento Portland	13.27	0.16	R
Madera aserrada. cepillada y/o escuadrada (preparada)	9.4	0.11	H
Tubos y accesorios de PVC Para alcantarillado	8.76	0.11	P
Alambres de metal	8.3	0.1	G
Hormigón premezclado	5.9	0.07	R
Tubos de plástico y accesorios de PRFV	3.32	0.04	P
Tubos y accesorios de PVC Para presión	3.32	0.04	P
Pinturas anticorrosivas	1.48	0.02	P
Revestimiento plástico	1.16	0.01	P
Acero en barras	0.59	0.01	G
Medidores y contadores de agua	0.04	0	E



## Anexo 17. Desagregación tecnológica

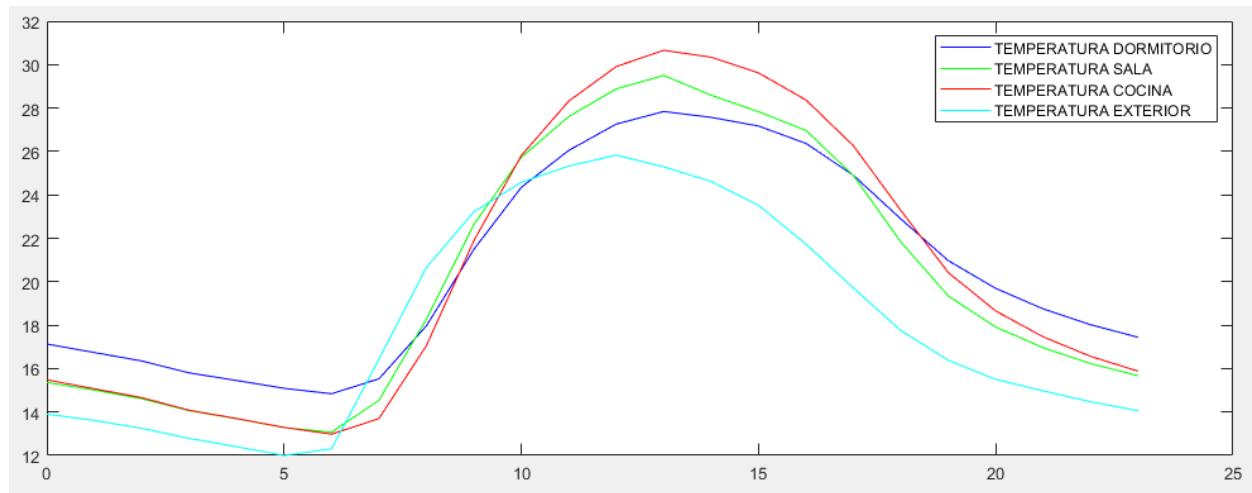
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total	% inc	Van rubro	Van presupuesto
Contenedor							
maritimito high cube 40p	Unidad	1	3665.86	3665.86	38.82	41.21	16
Reparación piso de madera	Unidad	1	84.82	84.82	0.90	95.12	0.85
Lacado de piso	M2	30	3.88	116.4	1.23	74	0.91
Estructura de madera de soporte	M2	70	9.25	647.5	6.86	100	6.86
Gypsum	M2	81	13.42	1087.02	11.51	66.98	7.71
Punto de iluminación	Unidad	6	33.66	201.96	2.14	91.77	1.96
Punto de fuerza	Unidad	6	46.46	278.76	2.95	84.07	2.48
Caja de distribución	Unidad	1	64.7	64.7	0.69	43.02	0.29
Breakers bifásico 50 amp	Unidad	1	15.5	15.5	0.16	50.64	0.08
Breaker bifásico 20 amp	Unidad	1	14.57	14.57	0.15	47.52	0.07
Breaker monofásico 20 amp	Unidad	1	7	7	0.07	55.07	0.04
Disyuntor trifásico 40 amp	Unidad	1	35.11	35.11	0.37	41.51	0.15
Cable 12 thhn awg	M	100	0.94	94	1.00	70	0.7
Cable 8 thhn awg	M	30	1.76	52.8	0.56	56.08	0.31
Cable gemelo 2x20 awg	M	20	0.8	16	0.17	75.15	0.13
Fregadero	Unidad	1	71.55	71.55	0.76	88.47	0.67
Punto de agua potable	Unidad	4	36.47	145.88	1.54	90.09	1.39
Ducha	Unidad	1	20.11	20.11	0.21	42.65	0.09
Lavamanos	Unidad	1	58.39	58.39	0.62	58.86	0.36
Inodoro	Unidad	1	73.94	73.94	0.78	57.7	0.45
Puntos de desagüe	Unidad	4	33.69	134.76	1.43	100	1.43
Caja de medidores	Unidad	1	42.9	42.9	0.45	49.33	0.22
Ventilaciones	Unidad	4	90	360	3.81	75.45	2.88

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total	% inc	Van rubro	Van presupuesto
Claraboyas	Unidad	5	14.29	71.45	0.76	49.32	0.37
Sistema de sensores	Unidad	1	225.63	225.63	2.39	51.83	1.24
Aislamiento térmico	M2	36	2.88	103.68	1.10	88.72	0.97
Puertas	Unidad	2	44.84	89.68	0.95	51.53	0.49
Sistema solar fotovoltaico	Unidad	1	1455.46	1455.46	15.41	100	15.41
Puesta a tierra	Unidad	1	68.95	68.95	0.73	91.7	0.67
Mesón de cocina	M2	4.5	19.43	87.44	0.93	92.6	0.86
Extractor de olores	Unidad	1	51.37	51.37	0.54	53.46	0.29
						VAE =	66.33

### Anexo 18. Desglose de cuadrilla tipo

DESCRIPCION	S.R.H.	MONTO	# TRABAJADORES	COEFICIENTE
ESTR. OC. B3	4.07	53.1	13.05	0.025
ESTR. OC. C1	4.04	160.95	39.84	0.078
ESTR. OC. D2	3.66	257.45	70.34	0.137
ESTR. OC. E2	3.62	1411.23	389.84	0.76

### Anexo 19. Gráfico de temperaturas de la vivienda en un día promedio por horas.



## Anexo 20. Código para guardar datos en el raspberry (PYTHON).

```
import re, commands
import datetime
import serial
ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600)
while 1 :
    def check_CPU_temp():
        temp = None
        err, msg = commands.getstatusoutput('vcgencmd measure_temp')
        if not err:
            m = re.search(r'-?\d\.\d*', msg) # https://stackoverflow.com/a/49563120/3904031
            try:
                temp = float(m.group())
            except:
                pass
        return temp, msg

    temp, msg = check_CPU_temp()
    temperature = str(temp)
    sens=ser.readline()
    file = open("/home/pi/datos.txt","a")
    x = str(datetime.datetime.now())
    file.write(x)
```

## Anexo 21. Código iniciar automáticamente la recolección de datos (.SH).

```
#!/bin/bash
```

```
cd /home/pi
```

```
python amperimetro.py >> /home/pi/erroriniciacionfan.log 2>&1
```

```
cd /home/pi
```

## Anexo 22. Código de control de todos los sensores en Arduino

```
//SENSORES DHT22
```

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN1 4
#define DHTPIN2 5
#define DHTPIN3 6
#define DHTPIN4 7
#define DHTPIN5 8
```

```
DHT dht[] = {
  {DHTPIN1, DHT22},
  {DHTPIN2, DHT22},
  {DHTPIN3, DHT22},
  {DHTPIN4, DHT22},
  {DHTPIN5, DHT22},
};
```

```
float humidity[5];
float temperature[5];
```

```

//ZMPT101B

//1
double sensorValue1z1 = 0;
double sensorValue2z1 = 0;
int crosscountz1 = 0;
int climb_flagz1 = 0;
int val[100];
int max_vz1 = 0;
double VmaxDz1 = 0;
double VeffDz1 = 0;
double Veffz1 = 0;

//2
double sensorValue1z2 = 0;
double sensorValue2z2 = 0;
int crosscountz2 = 0;
int climb_flagz2 = 0;
int max_vz2 = 0;
double VmaxDz2 = 0;
double VeffDz2 = 0;
double Veffz2 = 0;

//ACS712

//30A CA
float Sensibilidadacs30a=0.066; //sensibilidad en V/A para nuestro sensor
float offset=0.100; // Equivale a la amplitud del ruido

//20A CA
float Sensibilidadacs20a=0.100;

//20A DC
float Sensibilidad20adc=0.100; //sensibilidad en Voltios/Amperio para sensor de 20A

//ventiladores
#define ventilador1 9
#define ventilador2 10

//SENSOR DS18B20
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

OneWire ourWire(11); //Se establece el pin 11 como bus OneWire

DallasTemperature sensors(&ourWire); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor

//SENSOR HC-SR04
const int Trigger = 12; //Pin digital 0 para el Trigger del sensor
const int Echo = 13; //Pin digital 1 para el Echo del sensor

```

```

//YF-S201
int flowPin = 2; //This is the input pin on the Arduino
double flowRate; //This is the value we intend to calculate.
volatile int count; //This integer needs to be set as volatile to ensure it updates correctly during the interrupt
process.

//VOLTAJE DC 0-250v
float R1 = 452545.66126;
float R2 = 9100.0;

//RELOJ DS1302

// DS1302 CLK/SCLK --> 24
// DS1302 DAT/IO --> 23
// DS1302 RST/CE --> 22
// DS1302 VCC --> 3.3v - 5v
// DS1302 GND --> GND

#include <ThreeWire.h>
#include <RtcDS1302.h>

ThreeWire myWire(23,24,22); // IO, SCLK, CE
RtcDS1302<ThreeWire> Rtc(myWire);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  //SENSORES DHT22
  for (auto& sensor : dht) {
    sensor.begin();
  }

  //SCT-100
  //analogReference(INTERNAL);
  //analogReference(INTERNAL1V1); //solo Arduino Mega

  //ventiladores
  pinMode(ventilador1, OUTPUT);
  pinMode(ventilador2, OUTPUT);

//YF-S201
  pinMode(flowPin, INPUT); //Sets the pin as an input
  attachInterrupt(0, Flow, RISING); //Configures interrupt 0 (pin 2 on the Arduino Uno) to run the function "Flow"
  Serial.begin(9600); //Start Serial

//Reinicio DHT22
  pinMode(3, OUTPUT);
  digitalWrite(3, HIGH); // sets the digital pin 13 off
  delay(2000); // waits for a second
  digitalWrite(3, LOW); // sets the digital pin 13 on

```

```

    delay(2000);

//RELOJ DS1302

    Rtc.Begin();

}

void loop()
{

//RELOJ DS1302

    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

    printDateTime(now);
    Serial.print("\\t");

//SENSORES DHT22

    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        temperature[i] = dht[i].readTemperature();
        humidity[i] = dht[i].readHumidity();
    }

    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        Serial.print(temperature[i]);
        Serial.print("\\t");
        Serial.print(humidity[i]);
        Serial.print("\\t");
        delay(1);
    }

//Reinicio DHT22

    float t0 = temperature[0];
    float t1 = temperature[1];
    float t2 = temperature[2];
    float t3 = temperature[3];
    float t4 = temperature[4];

    if((t0>0 || t0<0) && (t1>0 || t1<0) && (t2>0 || t2<0)&& (t3>0 || t3<0) && (t4>0 || t4<0)){
        digitalWrite(3, LOW);
    }else{
        digitalWrite(3, HIGH); // sets the digital pin 13 off
        delay(1000); // waits for a second
        digitalWrite(3, LOW); // sets the digital pin 13 on
        delay(1000); // waits for a second
    }

//SCT-100

//1

```

```

float Irmssct1=get_corrientesct1(); //Corriente eficaz (A)

Serial.print(Irmssct1,3);
Serial.print("\t");

//2
float Irmssct2=get_corrientesct2(); //Corriente eficaz (A)

Serial.print(Irmssct2,3);
Serial.print("\t");

//ZMPT101B

//1

for ( int iz1 = 0; iz1 < 100; iz1++ ) {
  sensorValue1z1 = analogRead(A2);
  if (analogRead(A2) > 511) {
    val[iz1] = sensorValue1z1;
  }
  else {
    val[iz1] = 0;
  }
  delay(1);
}

max_vz1 = 0;

for ( int iz1 = 0; iz1 < 100; iz1++ )
{
  if ( val[iz1] > max_vz1 )
  {
    max_vz1 = val[iz1];
  }
  val[iz1] = 0;
}
if (max_vz1 != 0) {

  VmaxDz1 = max_vz1;
  VeffDz1 = (VmaxDz1-512.5) / sqrt(2);
  Veffz1 = VeffDz1*1.587;

}
else {
  Veffz1 = 0;
}

Serial.print(Veffz1);
Serial.print("\t");
VmaxDz1 = 0;

//2
for ( int iz2 = 0; iz2 < 100; iz2++ ) {
  sensorValue1z2 = analogRead(A3);

```

```

    if (analogRead(A3) > 511) {
        val[iz2] = sensorValue1z2;
    }
    else {
        val[iz2] = 0;
    }
    delay(1);
}

max_vz2 = 0;

for ( int iz2 = 0; iz2 < 100; iz2++ )
{
    if ( val[iz2] > max_vz2 )
    {
        max_vz2 = val[iz2];
    }
    val[iz2] = 0;
}
if (max_vz2 != 0) {

    VmaxDz2 = max_vz2;
    VeffDz2 = (VmaxDz2-507) / sqrt(2);
    Veffz2 = VeffDz2*0.729;

}
else {
    Veffz2 = 0;
}
Serial.print(Veffz2);
Serial.print("\t");
VmaxDz2 = 0;

//ACS712

//30A CA
float Ipacs30a=get_corrienteacs30a();//obtenemos la corriente pico
float Irmsacs30a=Ipacs30a*0.919; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
Serial.print(Irmsacs30a,3);
Serial.print("\t");

//20A CA
float Ipacs20a=get_corrienteacs20a();//obtenemos la corriente pico
float Irmsacs20a=Ipacs20a*0.707; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
Serial.print(Irmsacs20a,3);
Serial.print("\t");

//20A DC
float I20adc=get_corriente20adc(200);//obtenemos la corriente promedio de 500 muestras
Serial.print(I20adc,3);
Serial.print("\t");

//ventiladores
if (temperature[1] > 28) {
    digitalWrite(ventilador1, HIGH);
}

```



```

}else{
  digitalWrite(ventilador1, LOW);
}
if (temperature[4] > 28) {
  digitalWrite(ventilador2, HIGH);
}else{
  digitalWrite(ventilador2, LOW);
}

//SENSOR DS18B20
sensors.requestTemperatures(); //Se envía el comando para leer la temperatura
float temp= sensors.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C
Serial.print(temp);
Serial.print("\t");

//SENSOR HC-SR04
long t; //timepo que demora en llegar el eco
long d; //distancia en centímetros

digitalWrite(Triple, HIGH);
delayMicroseconds(10); //Enviamos un pulso de 10us
digitalWrite(Triple, LOW);

t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
d = t/59; //escalamos el tiempo a una distancia en cm
Serial.print(d);
Serial.print("\t");

//VOLTAJE DC 0-250v
float v = R1/R2*analogRead(A7)/1023*5;
Serial.print(v);
Serial.print("\t");

//YF-S201
count = 0; // Reset the counter so we start counting from 0 again
interrupts(); //Enables interrupts on the Arduino
delay (3000); //Wait 1 second
noInterrupts(); //Disable the interrupts on the Arduino

//Start the math
flowRate = (count * 7.5); //Take counted pulses in the last second and multiply by 2.25mL
flowRate = flowRate * 180; //Convert seconds to minutes, giving you mL / Minute
flowRate = flowRate / 1000; //Convert mL to Liters, giving you Liters / Minute

Serial.print(flowRate); //Print the variable flowRate to Serial
Serial.print("\t");

Serial.println();
}

```

```

//SCT-100

//1
float get_corrientesct1()
{
  float voltajeSensorsct1;
  float corrientesct1=0;
  float Sumatoriasct1=0;
  long tiemposct1=millis();
  int Nsct1=0;
  while(millis()-tiemposct1<500)//Duración 0.5 segundos(Aprox. 30 ciclos de 60Hz)
  {
    voltajeSensorsct1 = analogRead(A0) * (0.8 / 1023.0);///voltaje del sensor
    corrientesct1=voltajeSensorsct1*100.0; //corriente=VoltajeSensor*(30A/1V)
    Sumatoriasct1=Sumatoriasct1+sq(corrientesct1);//Sumatoria de Cuadrados
    Nsct1=Nsct1+1;
    delay(1);
  }
  Sumatoriasct1=Sumatoriasct1*2;//Para compensar los cuadrados de los semiciclos negativos.
  corrientesct1=sqrt((Sumatoriasct1)/Nsct1); //ecuación del RMS
  return(corrientesct1);
}

//2
float get_corrientesct2()
{
  float voltajeSensorsct2;
  float corrientesct2=0;
  float Sumatoriasct2=0;
  long tiemposct2=millis();
  int Nsct2=0;
  while(millis()-tiemposct2<500)//Duración 0.5 segundos(Aprox. 30 ciclos de 60Hz)
  {
    voltajeSensorsct2 = analogRead(A1) * (0.8 / 1023.0);///voltaje del sensor
    corrientesct2=voltajeSensorsct2*100.0; //corriente=VoltajeSensor*(30A/1V)
    Sumatoriasct2=Sumatoriasct2+sq(corrientesct2);//Sumatoria de Cuadrados
    Nsct2=Nsct2+1;
    delay(1);
  }
  Sumatoriasct2=Sumatoriasct2*2;//Para compensar los cuadrados de los semiciclos negativos.
  corrientesct2=sqrt((Sumatoriasct2)/Nsct2); //ecuación del RMS
  return(corrientesct2);
}

//ACS712

//30A CA
float get_corrienteacs30a()
{
  float voltajeSensoracs30a;
  float corrienteacs30a=0;
  long tiempoacs30a=millis();
  float Imaxacs30a=0;
  float Iminacs30a=0;
  while(millis()-tiempoacs30a<500)//realizamos mediciones durante 0.5 segundos

```

```

{
  voltajeSensoracs30a = analogRead(A4) * (5.0 / 1023.0); //lectura del sensor
  corrienteacs30a=0.9*corrienteacs30a+0.1*((voltajeSensoracs30a-2.527)/Sensibilidadacs30a); //Ecuación para
obtener la corriente
  if(corrienteacs30a>Imaxacs30a)Imaxacs30a=corrienteacs30a;
  if(corrienteacs30a<Iminacs30a)Iminacs30a=corrienteacs30a;
}
return(((Imaxacs30a-Iminacs30a)/2)-offset);
}

//20A CA
float get_corrienteacs20a()
{
  float voltajeSensoracs20a;
  float corrienteacs20a=0;
  long tiempoacs20a=millis();
  float Imaxacs20a=0;
  float Iminacs20a=0;
  while(millis()-tiempoacs20a<500)//realizamos mediciones durante 0.5 segundos
  {
    voltajeSensoracs20a = analogRead(A5) * (4.69 / 1023.0); //lectura del sensor
    corrienteacs20a=0.9*corrienteacs20a+0.1*((voltajeSensoracs20a-2.527)/Sensibilidadacs20a); //Ecuación para
obtener la corriente
    if(corrienteacs20a>Imaxacs20a)Imaxacs20a=corrienteacs20a;
    if(corrienteacs20a<Iminacs20a)Iminacs20a=corrienteacs20a;
  }
  return(((Imaxacs20a-Iminacs20a)/2)-offset);
}

//20A DC
float get_corriente20adc(int n_muestras20adc)
{
  float voltajeSensor20adc;
  float corriente20adc=0;
  for(int i=0;i<n_muestras20adc;i++)
  {
    voltajeSensor20adc = analogRead(A6) * (5.0 / 1023.0); //lectura del sensor
    corriente20adc=corriente20adc+(voltajeSensor20adc-2.5)/Sensibilidad20adc; //Ecuación para obtener la corriente
  }
  corriente20adc=corriente20adc/n_muestras20adc;
  return(corriente20adc);
}

//YF-S201
void Flow()
{
  count++; //Every time this function is called, increment "count" by 1
}

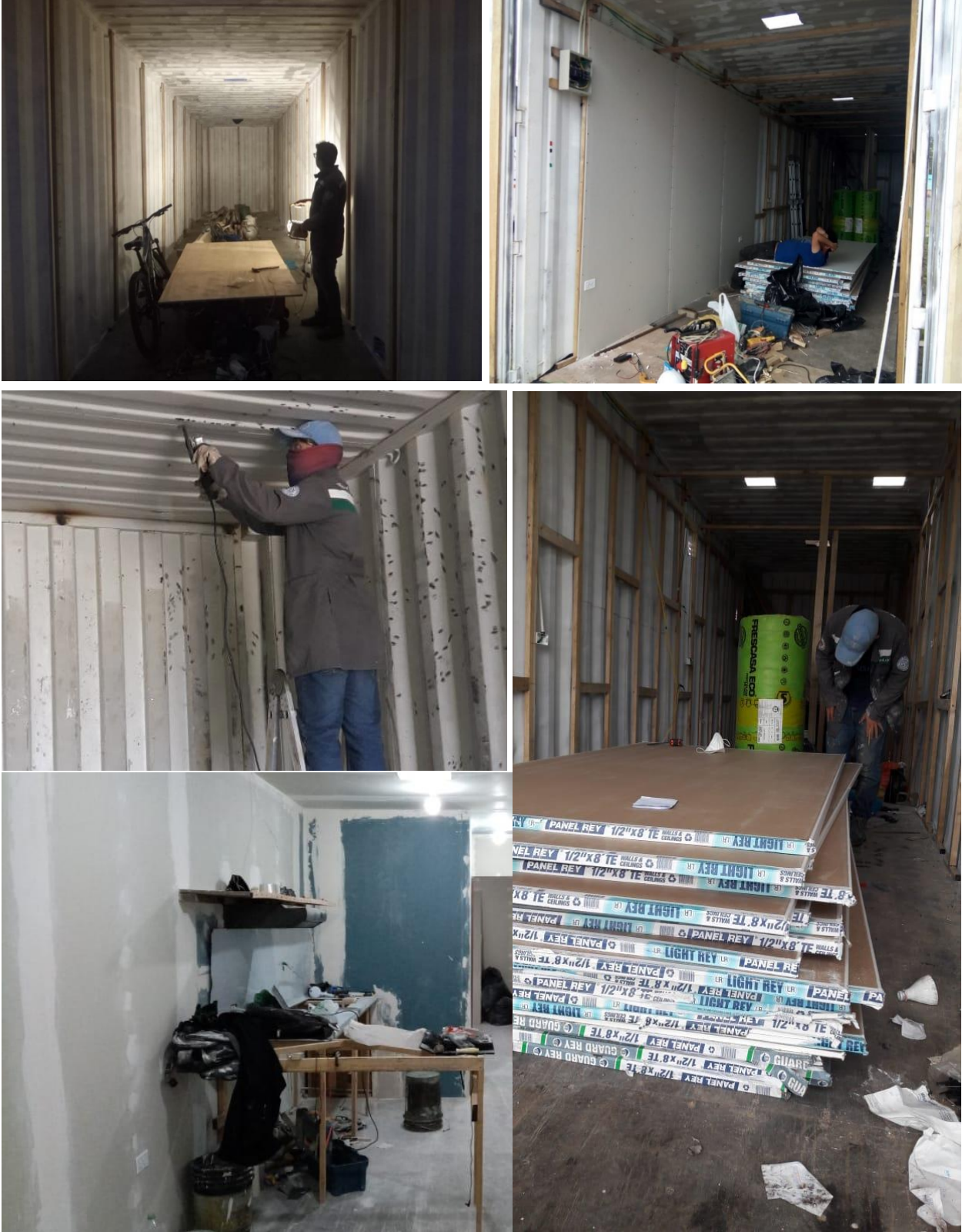
//RELOJ DS1302
#define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0]))

```

```
void printDateTime(const RtcDateTime& dt)
{
    char datestring[20];

    snprintf_P(datestring,
        countof(datestring),
        PSTR("%02u/%02u/%04u%02u:%02u:%02u"),
        dt.Month(),
        dt.Day(),
        dt.Year(),
        dt.Hour(),
        dt.Minute(),
        dt.Second());
    Serial.print(datestring);
}
```

Anexo 22. Collage de imágenes del container en fase de construcción



Anexo 23. Collage de imágenes del container finalizado



## Anexo 24. Determinación de la demanda de diseño

### DETERMINACION DE DISEÑO CASA CONTAINER

#### PROYECTO:

INSTALACIONES ELECTRICAS

$$Dd = DMD + AP + Ce$$

Dd = Demanda de diseño (kVA)

DMD = Demanda máxima diversificada (kVA) (15 años)

AP = Demanda por alumbrado público (kVA)

Ce = Demanda de cargas especiales (kVA)

#### CARGA RESIDENCIAL

TIPO DE CONSUMIDOR:	E
Nº DE ABONADOS:	1
DMD (KVA):	<b>1,1</b>
FACTOR DE SOBRECARGA:	0,9

#### CARGAS ESPECIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Pm (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FS (W)	DMU (W)
						<b>1.402,2</b>
FOCOS LED	5	10,0	0,3	15,0	0,8	12,0
REFRIGERADOR	1	170,0	0,7	119,0	0,8	95,2
BOMBA DE AGUA 1/4 HP	1	187,0	0,1	18,7	0,8	15,0
COCINA ELECTRICA	1	2.000,0	0,3	600,0	0,5	300,0
COMPUTADORA	1	450,0	1,0	450,0	0,5	225,0
VENTILADORES	2	100,0	0,7	140,0	0,5	70,0
DUCHA ELECTRICA	1	2.000,0	0,3	600,0	0,8	480,0
SISTEMA DE SENSORES	1	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0
MICROONDAS	1	1.000,0	0,3	300,0	0,5	150,0
LICUADORA	1	500,0	0,2	100,0	0,5	50,0
<b>TOTALES</b>				<b>2.348</b>		<b>1.402</b>

fp	0,9
DMU (kW)	1,56
Ti	0,75
(1+Ti/100)n	1,12
DMUp (kVA)	<b>1,94</b>

<b>Dd (kVA)</b>	<b>2,93</b>
-----------------	-------------

## Anexo 25. Flujo de caja para un proyecto de construcción de viviendas basadas en contenedores marítimos

Años		0	1	2	3	4	5
<b>Rubros</b>							
Credito		537.373,47					
Inversion propia		-					
total inversion		537.373,47					
<b>INGRESOS</b>							
ventas		590.199,38	611.446,55	633.458,63	656.263,14	679.888,61	704.364,60
<b>EGRESOS</b>							
costos directos		472159,50	481.602,69	491.234,74	501.059,44	511.080,63	521.302,24
servicios basicos		80,40	82,01	83,65	85,32	87,03	88,77
gastos indirectos		25800,00	26.316,00	26.842,32	27.379,17	27.926,75	28.485,28
mantenimiento		0,00	-	-	-	-	-
gasto sueldos		39.413,97	40.202,25	41.006,30	41.826,43	42.662,95	43.516,21
otros		9443,19	9.632,05	9.824,69	10.021,19	10.221,61	10.426,04
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>							
Amortizacion		11.934,17	11.338,58	10.742,99	10.147,40	9.551,81	
Depreciacion		7.051,00	7.051,00	7.051,00	7.051,00	7.051,00	7.051,00
Total egresos		546.897,06	557.835,01	568.991,71	580.371,54	591.978,97	603.818,55
Utilidad bruta		24.317,14	35.221,97	46.672,93	58.693,20	71.306,83	93.495,05
utilidad antes de imp		24.317,14	35.221,97	46.672,93	58.693,20	71.306,83	93.495,05
impuesto a la renta 22%		5.349,77	7.748,83	10.268,04	12.912,50	15.687,50	20.568,91
utilidad neta		18.967,37	27.473,13	36.404,89	45.780,69	55.619,33	72.926,14
reparto de la utilidad		2.845,11	4.120,97	5.460,73	6.867,10	8.342,90	10.938,92
Flujo neto	-537.373,47	16.122,26	23.352,16	30.944,15	38.913,59	47.276,43	61.987,22
% rendimiento		2,73	3,82	4,88	5,93	6,95	8,80
<b>Tasa de descuento</b>							
		14%					
<b>VAN</b>		-\$-270.535,15					
<b>TIR</b>		3%					
<b>Rotacion de la inversion</b>		-1,99					
<b>FLUJO NETO DEL PROYECTO</b>		669.793,97					
<b>ROS</b>		12,96 %					
<b>RAE</b>		15,76 %					
<b>ROE</b>		1.339,59 %					