



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

“SISTEMAS ELÉCTRICO E HIDROSANITARIO A BASE DE ENERGÍA
FOTOVOLTAICA Y AGUAS LLUVIAS PARA UNA VIVIENDA EN EL SECTOR
MOTOLO, PROVINCIA DE PASTAZA”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Tecnólogo En Construcciones Y
Domótica.

Profesor Guía

Ing. Humberto Bravo Valencia MSc.

Autor

Danny Mauricio Avalos Fernández

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Ing. Humberto Bravo Valencia MSc.

C.I. 1000872109

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Arq. Francisco Zaldumbide

C.I. 171890628-0

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Danny Ávalos

C.I. 160048723-3

AGRADECIMIENTO

Mi familia, Rosa Elvia y a ti.

Danny Avalos

DEDICATORIA

Para mis padres Estuardo y Jenny.

Danny Avalos

RESUMEN

El presente proyecto abarca dos ramas de la ingeniería, eléctrica e hidrosanitaria con base en energías renovables, situado en un terreno alejado de la urbe de los que en el sector existen varios y seguramente en el país entero.

El mayor de los problemas que tiene el terreno es que carece de acometidas públicas para servicios básicos, lo cual impide habitabilidad de una manera digna y cómoda. Este es el principal problema que en este proyecto vamos a dar solución.

En lo que respecta a la dotación del servicio de agua para poder habitar la vivienda, damos solución a base del aprovechamiento de la elevada pluviosidad de la zona, mediante de un sistema de captación de agua lluvia usando la cubierta de la vivienda, aprovechando cada espacio de la misma para captar la mayor cantidad de agua, que luego será transportada mediante canaletas a los respectivos reservorios pasando por un proceso de filtración y potabilización para ser distribuida a los diferentes puntos de la vivienda.

Paneles solares son la segunda solución renovable para este proyecto, de acuerdo con el consumo básico de electricidad de los habitantes de la vivienda, un poco más complicado y costoso que el sistema normal que usamos de la red pública pero que nos da comodidad a largo plazo.

De esta forma, se generó todos los estudios técnicos de necesidad de instalación y satisfacción de funcionamiento expuestos en cada uno de los planos generados.

Palabras claves: eléctrico, hidrosanitario, fotovoltaico, Motolo, Pastaza.

ABSTRACT

The present project covers two branches of engineering, electrical and hydro-sanitary based on renewable energies, sitting in a land far from the city of which in the sector there are several and probably in the entire country.

The biggest problem is that the land has no public connections for basic services, which prevents habitability in a dignified and comfortable way. This is the main problem that we are going to solve in this project.

With regard to the provision of water service to be able to inhabit the house, we provide a solution based on the use of high rainfall in the area, through a rainwater collection system using the roof of the house, taking advantage of each space of the same to catch the greater amount of water, that soon will be transported by means of gutters to the respective reservoirs passing through a process of filtration and purification to be distributed to the different points of the house.

Solar panels are the second renewable solution for this project, according to the basic electricity consumption of the inhabitants of the house, a bit more complicated and expensive than the normal system that we use from the public network but that gives us long-term comfort .

In this way, all the technical studies of installation need and satisfaction of operation exposed in each one of the generated plans were generated.

Keywords: electric, hydro-sanitary, photovoltaic, Motolo, Pastaza.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. GENERALIDADES	2
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. ALCANCE	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.5.1. Justificación Teórica	4
1.5.1.1. Sistema Hidrosanitario	4
1.5.1.2. Sistema eléctrico a base de energía solar.	4
1.5.2. Justificación Práctica	5
1.5.3. Justificación Metodológica.....	5
1.5.3.1. Método Inductivo-Deductivo.....	5
CAPÍTULO II	6
2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	6
2.1. CLIMA DEL ECUADOR	6
2.2. PROVINCIA DE PASTAZA.....	7
2.2.1. Población de Pastaza.....	8

2.2.2.	Estructura de los servicios básicos de Pastaza	9
2.3.	PLUVIOMETRÍA	10
2.3.1.	Detalle de pluviometría de Pastaza	12
2.3.2.	Calidad de las aguas pluviales de Pastaza	13
2.3.3.	Análisis de las aguas pluviales de Pastaza	14
2.3.3.1.	Análisis bacteriológico.....	19
2.3.3.2.	Potabilización	20
2.3.3.3.	Conductividad eléctrica	21
2.3.3.4.	Medición del Ph.....	22
2.4.	SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA.....	23
2.5.	CLIMATOLOGÍA DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	23
2.6.	ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL SOL.....	24
CAPÍTULO III		26
3.	DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO	26
3.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA.....	26
3.1.1.	Funcionamiento del sistema	27
3.1.2.	Sistema de Acumulación (Canales).....	30
3.1.2.1.	Cálculos de Sistema de acumulación	31
3.1.3.	Dimensionado del interceptor de primeras aguas.....	34
3.1.4.	Dimensionado de la cisterna	36
3.1.5.	Dimensionado y ubicación del depósito elevado	37
3.1.6.	Cálculos de la estructura del depósito elevado	38
3.2.	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA.	41
3.2.1.	Principio de funcionamiento.....	41
3.2.2.	Selección de la bomba	42

3.2.3.	Principio de Bernoulli	44
3.2.4.	Curva del Sistema de tuberías	45
3.2.5.	Altura dinámica total (TDH)	46
3.2.6.	Altura Geométrica (Hgeo).....	46
3.2.7.	Flujo laminar y turbulento	47
3.2.8.	Cavitación.....	48
3.3.	SISTEMA ANAEROBIO.....	49
3.4.	CÁLCULOS.....	50
3.5.	SISTEMA DE TUBERÍAS.....	51
3.5.1.	Viviendas Existentes	55
3.6.	FINANCIAMIENTO	58
3.6.1.	Costo variable unitario	58
CAPITULO V		61
4.	PROPUESTA METODOLOGÍA.....	61
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	61
4.2.	SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA VIVIENDA.....	61
4.2.1.	AGUA POTABLE.....	62
4.2.1.1.	Distribución de puntos en plan	62
4.2.1.2.	Simbología del diseño hidráulico.....	63
4.2.2.	SISTEMA SANITARIO.....	63
4.2.2.1.	Ramales Colectores	63
4.2.2.2.	Colectores	64
4.2.2.3.	Materiales	64
4.2.2.4.	Ángulos de Acople	65
4.2.2.5.	Distribución de ramales y puntos sanitarios en plano.....	65

4.2.2.6. Simbología diseño sanitario	66
4.2.3. SISTEMA DE RECOLECCIÓN AGUAS LLUVIAS.	66
4.2.3.1. Ramales colectores.	67
4.2.3.2. Bajantes.....	67
4.2.3.3. Plano sistema recolección agua lluvia	68
4.2.3.4. Simbología sistema recolección de aguas lluvia	69
4.2.3.5. Detalles constructivos.....	70
4.3. DISEÑO SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	72
4.3.1. INTRODUCCIÓN.	72
4.3.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	72
4.3.3. EMPLAZAMIENTO.....	75
4.3.4. Características y especificaciones de los componentes.....	75
4.3.4.4. Generador solar FV.....	75
4.3.4.5. Inversor	77
4.3.4.6. Conexión de los módulos fotovoltaicos	78
4.3.4.7. Protecciones de la interconexión.	79
4.3.4.8. Protecciones integradas en los onduladores.....	79
4.3.4.9. Protecciones ubicadas en el cuadro de protecciones.	80
4.3.4.10. Estructura de soporte de las placas	81
4.3.4.11. Producción esperada estimada	82
4.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	86
4.4.1. PLANO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN.....	88
4.5. PRESUPUESTO.....	90
4.6. COSTO FINAL DEL PROYECTO:.....	91
CAPÍTULO V	91

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.1. CONCLUSIONES	91
5.2. RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del clima del Ecuador	6
Figura 2. Mapa de la provincia de Pastaza	7
Figura 3. Distribución poblacional de Pastaza.....	8
Figura 4. Acceso a los servicios básicos de Pastaza	10
Figura 5. Pluviometría anual en Ecuador	10
Figura 6. Pluviometría de mayo en Ecuador.....	11
Figura 7. Pluviometría de junio en Ecuador.....	11
Figura 8. Pluviometría del sector de Motolo	12
Figura 9. Distribución normal de la precipitación	18
Figura 10. Sistema de potabilización del agua de lluvia	21
Figura 11. Mapa solar de Ecuador	23
Figura 12. Insolación global promedio de Ecuador.....	24
Figura 13. Estructura de captación pluvial.....	29
Figura 14. Canal de captación pluvial.....	30
Figura 15. Malla de control pluvial.....	31
Figura 16. Sección transversal de la canaleta	31
Figura 17. Medidas de canaletas.....	32
Figura 18. Interceptor de aguas.....	35
Figura 19. Dimensionamiento para el tanque	36
Figura 20. Tamaños disponibles de tanques	38
Figura 21. Tamaños disponibles de tanques	39
Figura 22. Estructura para la implementación del deposito	40
Figura 23. Soporte del deposito.....	41
Figura 24. Sistema anaerobio.....	49
Figura 25. Diseño del sistema anaerobio	49
Figura 26. Cálculo de distribución	50
Figura 27. Curva de media que usa la bomba.....	52
Figura 28. Ficha técnica de la bomba PK 60.....	53
Figura 29. Válvula de bola.....	55
Figura 30. Estructura de aplicación	55
Figura 31. Selección de bomba	57

Figura 32. Diseño y distribución Hidráulica.....	62
Figura 33. Simbología del Diseño y distribución Hidráulica	63
Figura 34. Diseño Sanitario	65
Figura 35. Simbología Diseño Sanitario	66
Figura 36. Diseño de recolección de aguas lluvia.	68
Figura 37. Simbología del Diseño de recolección de aguas lluvia.....	69
Figura 38. Componentes del sistema de recolección de aguas lluvia	70
Figura 39. Sistema de colección de aguas lluvia, Casa Panecillo.	70
Figura 40. Detalle de Cubierta.....	71
Figura 41. Modelo Canal de tol galv.	71
Figura 42. Paneles solares	73
Figura 43. Placa solar SOLON PQ 210	76
Figura 44. Inversor SOLARMAX 100.....	77
Figura 45. Datos de ingreso	83
Figura 46. Media mensual de estimación	83
Figura 47. Media mensual de irradiación.....	84
Figura 48. Media mensual de horizonte	84
Figura 49. Cable Titanex 11 HO7RM	87
Figura 50. Diseño de Iluminación Casa unifamiliar.....	88
Figura 51. Diseño de fuerza (tomacorrientes normales).....	89
Figura 52. Simbología Instalaciones Eléctricas	89

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos relevantes de Pastaza	8
Tabla 2. Estructura de servicios básicos de Pastaza (2001-2010)	9
Tabla 3. Estructura de servicios básicos de Pastaza (2017)	9
Tabla 4. Registro histórico de precipitaciones de Pastaza.....	15
Tabla 5. Registro histórico de precipitaciones máximas en 24 horas	16
Tabla 6. Registro histórico de número de días con precipitaciones	17
Tabla 7. Promedios finales de precipitaciones en Pastaza.....	18
Tabla 8. Análisis bacteriológico del agua de lluvia en Ecuador.....	20
Tabla 9. Resultados del análisis de conductividad eléctrica en mg/l.....	22
Tabla 10. Medición del Ph.....	22
Tabla 11. Coeficiente de Manning según la rugosidad del material.....	33
Tabla 12. Selección de canaleta lisa.....	33
Tabla 13. Selección de tubería	51
Tabla 14. Pérdidas por accesorios.....	51
Tabla 15. Características técnicas de las bombas.....	52
Tabla 16. Proceso de cavitación	54
Tabla 17. Características de la válvula de control de la bomba	54
Tabla 18. Listado de bombas.....	56
Tabla 19. Costos del soterramiento	58
Tabla 20. Costos del interceptor de agua	59
Tabla 21. Costos del interceptor de agua	59
Tabla 22. Costos del sistema de bombeo.....	59
Tabla 23. <i>Costos del sistema de distribución en el hogar</i>	60
Tabla 24. Costos del sistema de baypass	60
Tabla 25. Costos totales hacia la inversión.....	60
Tabla 26. Ramales Colectores.....	64
Tabla 27. Especificaciones de la placa solar SOLON PQ 210.....	76
Tabla 28. Otras especificaciones de la placa solar SOLO PQ 210	77
Tabla 29. Características del inversor.....	78
Tabla 30. Características del interruptor	80
Tabla 31. Características del relé	81

Tabla 32. Plano fotovoltaico.....	85
Tabla 33. Capacidad de producción	85
Tabla 34. Parámetros eléctricos de los cables.....	86
Tabla 35. Características técnicas del Cable Titanex 11 HO7RM	87
Tabla 36. Presupuesto	90

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso más relevante que necesita el ser humano para subsistir en la sociedad, incluso mucho más que otros servicios básicos; de su acceso no solo depende la capacidad de vivir sino la de supervivencia como especie. Además, complementado a este concepto se debe considerar la energía eléctrica, la cual hoy permite el mejoramiento de vida dado que es necesario para la utilización de la amplia mayoría de electrodomésticos que facilitan las labores diarias del hogar.

Si bien, en Ecuador la mayoría de hogares pueden acceder al servicio de agua potable y energía eléctrica, aún existen lugares sobre todo en las provincias de la amazonia donde el acceso a dicho recurso no sólo que es limitado, sino que no existe, por tanto, se debe considerar fuentes alternativas para poder acceder al mismo dentro de lo cual, se debe aprovechar afluentes naturales como son las aguas pluviales y la energía solar ante su satisfacción y transformación en servicios de uso en el hogar.

Motolo, un poblado de la provincia de Pastaza mantiene un problema dentro de este tema y ha visto en el acceso alternativo como la mejor solución para su insatisfacción de consumo. Así, el presente proyecto tiene como finalidad generar un sistema eléctrico e hidrosanitario a base de energía fotovoltaica y aguas lluvias para una vivienda en dicho sector y que este sea al mediano plazo una alternativa para el resto de viviendas que colindan a la misma.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza poco a poco se va transformando como un sector urbano ante esto, las personas buscan adquirir terrenos alejados a la urbe, para tener una vida un poco más tranquila, a parte que comprar un terreno alejado de la ciudad viene a ser económicamente conveniente.

La gran mayoría de gente que ha optado por este camino se ha encontrado con una realidad de no tener acometidas para los servicios básicos para hacer de una construcción habitable. Es por eso que se ha llegado a una solución de trabajar con energías naturales, aportando así al medio ambiente, además de estar consolidadas hacia un sistema renovable.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Puyo es la capital de la provincia de Pastaza, en el que privaba la tranquilidad, a medida que han pasado los años este ha ido creciendo y creciendo a punto que los dueños de terrenos han optado por usarlos como una fuente de negocio y han buscado terrenos aledaños en sectores rurales cercanos a la ciudad para construir sus viviendas en donde la mejor rentabilidad sea la tranquilidad de los espacios verdes.

Es ahí donde surge el problema, que en terrenos rurales aun no llega el municipio con los servicios básicos, ya que no cumple con el número de viviendas necesarias para que llame la atención de la institución.

En el sector Motolo, provincia de Pastaza a 4 km. desde la ciudad de Puyo, se está construyendo una casa de campo, terreno que no dispone de servicios básicos, y que conectarse a la red pública más cercana sería un gasto enorme. El dueño del terreno ha optado por hacer que su casa de campo sea

autosustentable a base de energías renovables como es la energía solar y el aprovechamiento de aguas lluvias, teniendo en cuenta que también tendrá que tener un gasto extra pero que no dependerá nunca del municipio.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema hidrosanitaria de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de aguas lluvias y un sistema fotovoltaico que dote de energía eléctrica suficiente para una vivienda en el sector Motolo, Provincia de Pastaza.

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar el comportamiento de las variables meteorológicas imperantes en la zona.
- Determinar la demanda mínima de agua que requiere la vivienda.
- Diseñar un sistema hidrosanitario de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de aguas lluvias para la utilización doméstica en una vivienda rural.
- Estudiar el funcionamiento de los paneles solares y otros sistemas alternativos capaces de generar electricidad.
- Determinar los puntos de luz básicos necesarios en la vivienda.
- Diseñar un sistema fotovoltaico suficiente para satisfacer las necesidades eléctricas de la vivienda.
- Elaborar los planos pertinentes a cada uno de los problemas a resolver.

1.4. ALCANCE

En este proyecto se espera llegar a dar funcionamiento eléctrico e hidrosanitario a una vivienda construida en un sector rural en el que no se dispone de servicios básicos. Para esto, las aguas lluvias serán las que doten de agua a la vivienda, de la misma manera buscando el mayor ahorro posible y generar el menor impacto posible al ambiente. Por su parte, los paneles solares ayudaran a dotar de energía eléctrica a la vivienda, en sus aspectos más básicos, para que se tenga una vida cómoda.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.5.1. Justificación Teórica

En la presente tesis va existir un enfoque hacia dos energías renovables, captación de aguas lluvias para el sistema hidrosanitario de una vivienda y captación de energía solar para la energía eléctrica de la misma.

1.5.1.1. Sistema Hidrosanitario

Un sistema hidrosanitario es un sistema que permite conducir y distribuir agua potable, así mismo la evacuación de aguas servidas. Comúnmente en la zona urbana y parte de la rural existe red pública de servicios básicos como agua y energía eléctrica, pero en el caso de este estudio no se puede hacer uso de la red pública acorde a lo expuesto anteriormente en la investigación. Buscando dar solución a base de energías renovables se topará los siguientes temas para el sistema hidrosanitario:

- Área de captación, almacenamiento y purificación de agua.
- Tratamiento del agua captada.
- Conducción y distribución de agua.
- Bombeo de agua.
- Evacuación de aguas servidas.

1.5.1.2. Sistema eléctrico a base de energía solar.

La energía solar fotovoltaica para Riarte (2017) “es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica” (p. 67). Cuando se habla de energía solar fotovoltaica para viviendas se debe hacer referencia al uso de paneles solares; el mismo que está determinado como un dispositivo que según Sevillano (2017) “capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento energético” (p. 128). El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) mediante energía solar térmica y a los paneles

fotovoltaicos utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.

Se realizará el dimensionamiento de acuerdo a la necesidad que tenga la vivienda de energía eléctrica y se determinará el equipo necesario para dotar de la misma a la vivienda

1.5.2. Justificación Práctica

Se escogió el presente proyecto dado que en forma personal se conoce la realidad de la provincia amazónica donde existe gran cantidad de flora y fauna, que a través del tiempo y el crecimiento poblacional se ha ido disminuyendo, y por medio de este estudio se espera y aspira la promoción de una nueva forma de construir y vivir cómodamente a través de energías renovables, incitando a la gente de la provincia a seguir este perfil y dar una ayuda al medio ambiente. Según los resultados al finalizar este proyecto, la institución podrá potenciar e inculcar este tipo de energías renovables a las futuras promociones.

1.5.3. Justificación Metodológica

1.5.3.1. Método Inductivo-Deductivo

De acuerdo a la pluviosidad y días sol de la zona se pretende dar inicio a este proyecto para que, mediante la aplicación de la ingeniería se logre dar funcionamiento y habitabilidad a una vivienda que no cuenta con los servicios básicos, pero que hoy en día la tecnología permite acceder a dichos servicios con una inversión baja.

CAPÍTULO II

2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

2.1. CLIMA DEL ECUADOR

El clima ecuatoriano tiene una clara influencia al mantenerse sobre la línea del paralelo 0, a esto se debe sumar la presencia de Los Andes, la Amazonía y el océano Pacífico, los que determinan los diferentes regímenes de las llamadas “regiones naturales” del Ecuador: costa, sierra y oriente.

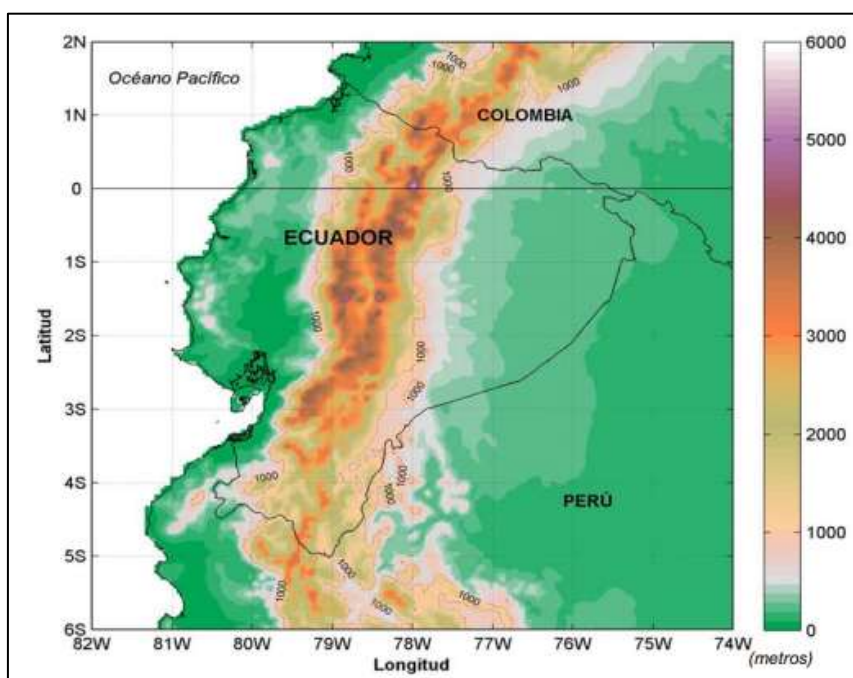


Figura 1. Distribución del clima del Ecuador
Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

A nivel de la Amazonía, esta mantiene lluvias constantes durante casi todo el año, dándose el máximo de precipitación de todo el Ecuador en la provincia de Pastaza, en donde supera los 4,500 mm/año. La mayor influencia está dada por una compleja circulación de masas de aire estacionales que provienen según Tomich (2017) “desde los principales centros de alta y baja presión ubicados entre Bolivia y Brasil” (p. 103).

2.2. PROVINCIA DE PASTAZA

Pastaza, es una provincia amazónica ubicada al nororiente de Ecuador, que limita al norte con Napo y Orellana, por el occidente con Tungurahua, por el sur con Morona Santiago y al este con el departamento de Loreto perteneciente al Perú, con una superficie de 29.641 m² y una población de 83.933 habitantes. Esta provincia está compuesta por 4 cantones: Cantón Pastaza, Cantón Arajuno, Cantón Mera y Cantón Santa Clara, cada uno con sus respectivas parroquias y cabecera cantonal.

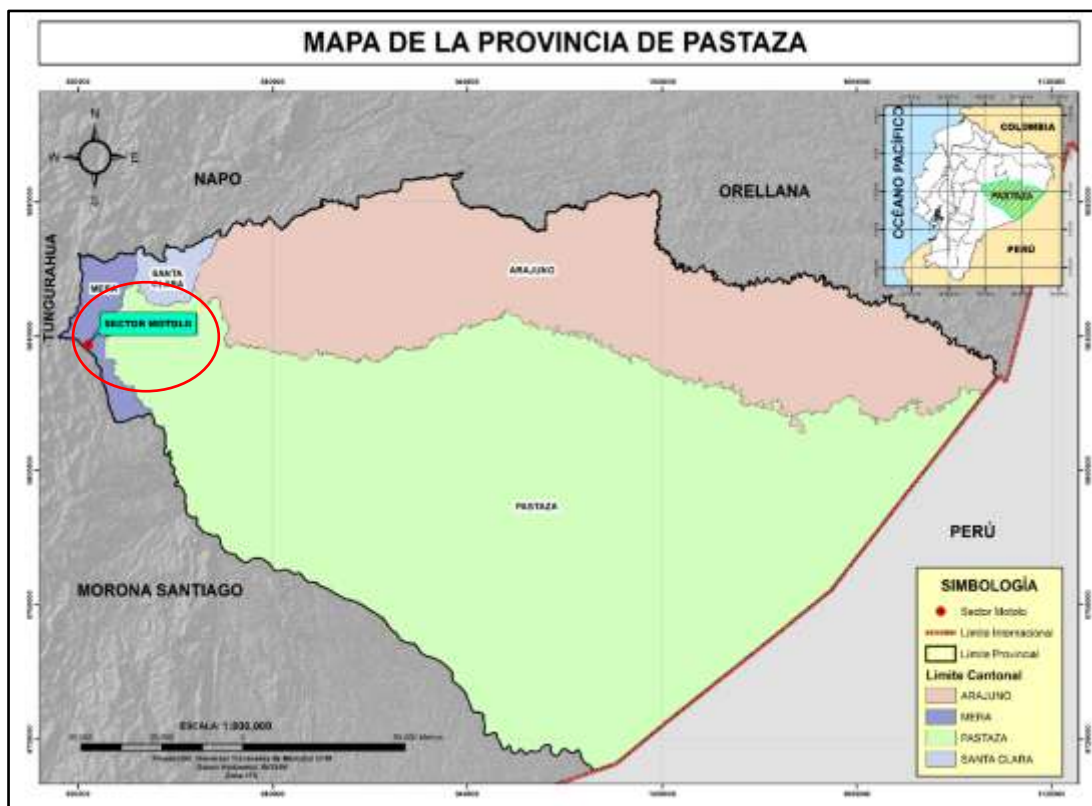


Figura 2. Mapa de la provincia de Pastaza
Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

Tabla 1. Datos relevantes de Pastaza

PASTAZA	
DATOS RELEVANTES	
Superficie	29641 m ²
Población	83933 hab
	41673 Mujeres 42260 Hombres
Actividad económica predominante	Cuenta propia
Taza de analfabetismo	6.90%
Tendencia de vivienda predominante	Propia y totalmente pagada
Sistema para cocinar predominante	78.7% gas
Tipo de vivienda predominante	Casa/villa 64.1%

Adaptado de: INEC (2017)

2.2.1. Población de Pastaza

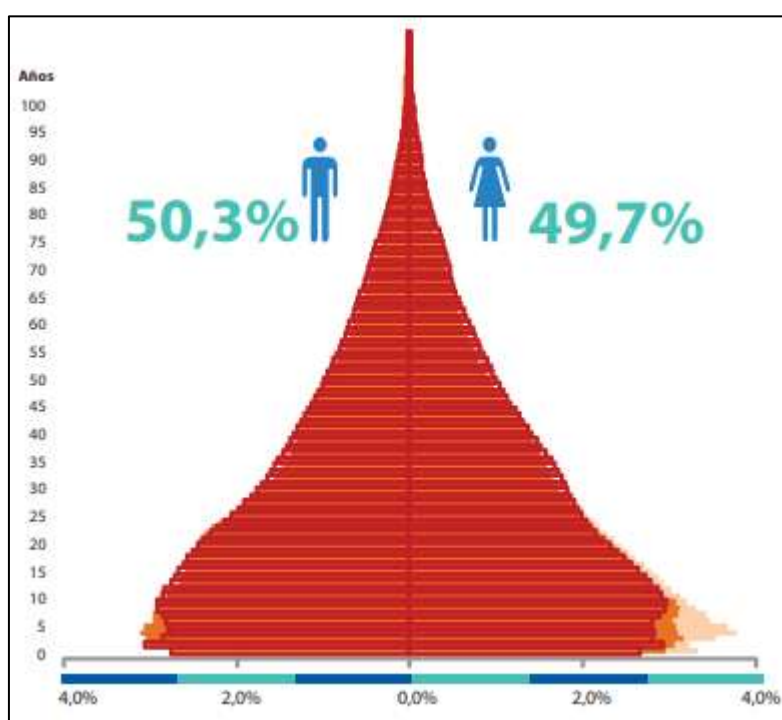


Figura 3. Distribución poblacional de Pastaza
Adaptado de: INEC (2017)

La distribución poblacional determina que 50,3% son de sexo masculino y 49,7% de sexo femenino.

2.2.2. Estructura de los servicios básicos de Pastaza

Tabla 2. Estructura de servicios básicos de Pastaza (2001-2010)

	2001	2010
SERVICIO ELÉCTRICO		
Con servicio eléctrico público	9.801	15.654
Sin servicio eléctrico y otros	3.411	3.808
SERVICIO TELEFÓNICO		
Con servicio telefónico	3.159	5.753
Sin servicio telefónico	10.053	13.709
ABASTECIMIENTO DE AGUA		
De red pública	7.689	12.490
Otra fuente	5.523	6.972
ELIMINACIÓN DE BASURA		
Por carro recolector	7.038	12.816
Otra forma	6.174	6.646
CONEXIÓN SERVICIO HIGIÉNICO		
Red pública de alcantarillado	6.243	9.798
Otra forma	6.969	9.664

Adaptado de: INEC (2017)

Los datos referidos en la figura 4 a nivel histórico determina que la insatisfacción hacia los habitantes de Pastaza a seguido incrementándose del 2001 al 2010, donde se denota el claro incremento de necesidades por satisfacer dentro del acceso al servicio de agua potable y electricidad, donde poco ha sido el accionar para disminuir dicha problemática. Cuyos datos, comparado con la tabla 2 del 2017 enfoca la poca posición del GAD por dar solución hasta la actualidad.

Tabla 3. Estructura de servicios básicos de Pastaza (2017)

Servicio eléctrico	2017
Con servicio eléctrico público	19.534
Sin servicio eléctrico y otros	4.755
Abastecimiento de agua	
De red pública	18.905

Otra fuente	9.744
-------------	-------

Adaptado de: INEC (2017)

De acuerdo a los servicios básicos, más de la mitad de la población accede al abastecimiento de agua de otras fuentes que no son las emitidas por el servicio público, además tiene una clara deficiencia hacia una población cercana de 3.000 personas.

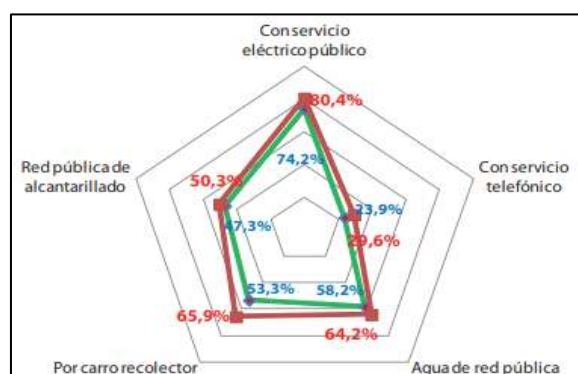


Figura 4. Acceso a los servicios básicos de Pastaza
Adaptado de: INEC (2017)

El servicio básico de agua pública apenas satisface al 64,2% de la población y el servicio eléctrico a un 80,4%. Determinado clara necesidad por mejorar dichos servicios por medio de fuentes autónomas y autosustentables.

2.3. PLUVIOMETRÍA

A continuación, se refiere los valores pluviométricos en Ecuador:

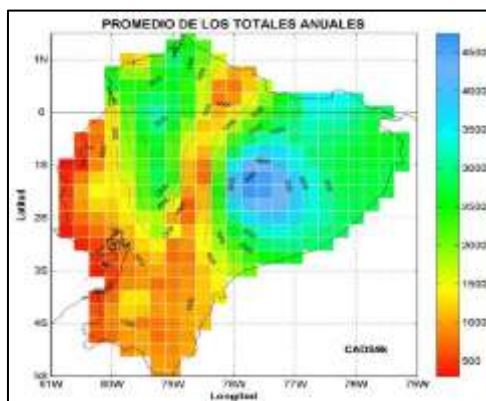


Figura 5. Pluviometría anual en Ecuador

Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

De acuerdo a los datos emitidos por el Atlas pluviométrico del Ecuador (2017), en la provincia de Pastaza, supera los 4,500 mm/año y uno de los territorios con mayor incidencia es el sector de Motolo. Los meses de mayor cantidad de lluvia son mayo y junio como muestra la figura 7 y 8.

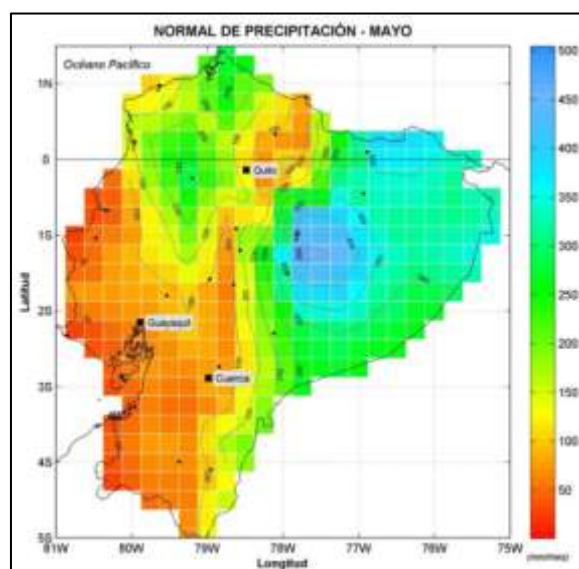


Figura 6. Pluviometría de mayo en Ecuador
Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

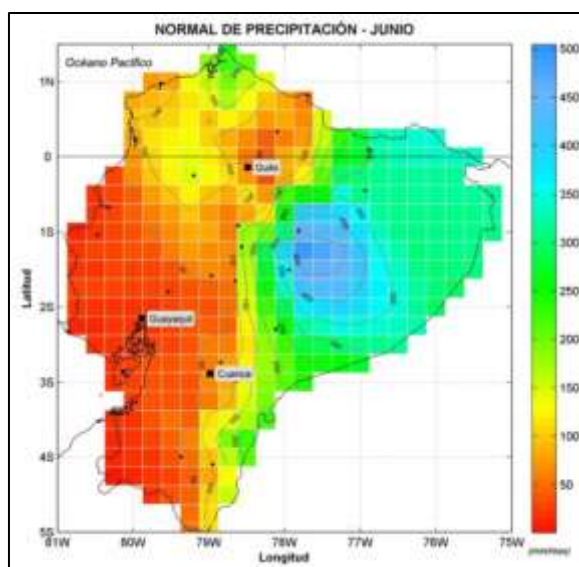


Figura 7. Pluviometría de junio en Ecuador
Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

2.3.1. Detalle de pluviometría de Pastaza

A continuación, se refiere la ubicación de los puntos de grilla correspondientes al sector de Motolo, referente al total anual y la anomalía mensual de precipitación.

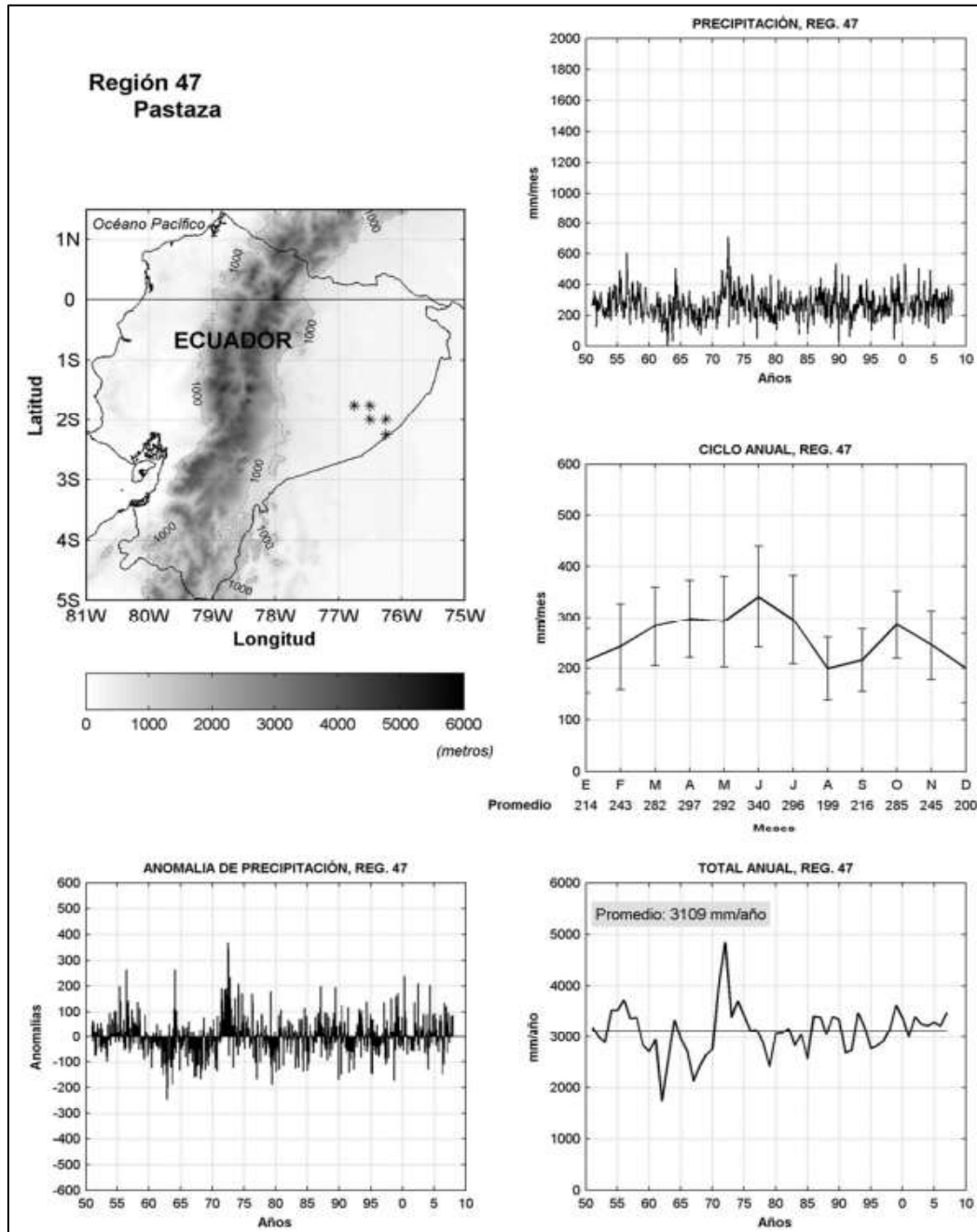


Figura 8. Pluviometría del sector de Motolo
Adaptado de: Atlas pluviométrico del Ecuador (2017)

2.3.2. Calidad de las aguas pluviales de Pastaza

De acuerdo al INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2014, p. 3), la “lluvia es un fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. La lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0,5 mm.”. La lluvia se ve influenciada por factores como radiación solar, en primer lugar, seguido tanto de la temperatura como de los niveles de presión atmosférica.

El fenómeno atmosférico de lluvia, en su proceso de descenso se dispersa irregularmente, razón por la cual otorga beneficios a la flora, los ríos crecen, en otros casos se infiltrará a través del suelo y para nuestro caso también podría ser utilizada y aprovechada para reciclarla y volverla a utilizar en nuestros hogares, por último, una buena proporción incurrirá en la fase de evaporación por efecto del calor.

El instrumento utilizado para poder efectuar las mediciones de agua lluvia es el pluviómetro, el mismo que es una herramienta que permite durante la recolección medir el volumen de agua lluvia y con ello, posteriormente efectuar los cálculos respectivos de niveles por fechas y estaciones dadas. La medida utilizada para identificar los niveles de agua se la denomina milímetros de altura.

Dentro de la estructura estándar del pluviómetro, en su parte superior se visualiza una abertura donde el agua ingresa al envase, y pasa mediante un embudo al recolector, que permite la medición de dos maneras: la primera es a través de la regla graduada o la segunda forma es efectuar la medición del peso recolectado de agua. Este tipo de mediciones tienen una periodicidad de 12 horas de diferencia.

Tomando en consideración la particularidad del agua lluvia, su consumo es apto tanto para el sector de las industrias, como doméstico.

Para Cifuentes (2017) las ventajas del agua de lluvia en Pastaza son:

- Se la considera sin factores tóxicos debido al efecto producido por las nubes y su reacción con el sol.
- Se la considera como potable cuando se incurre en proceso de filtración y posteriormente se le mantiene con adecuado almacenamiento antes del consumo humano.
- Tiene la ventaja que su acceso es cero costo y disponible en todo lugar al aire libre.
- No requiere de procesos complejos para su recolección (p. 82).

2.3.3. Análisis de las aguas pluviales de Pastaza

La recolección de las muestras se realiza en las bajantes de los techos de las viviendas del sector de Motolo. Para Fernández (2016) “se debe recolectar en recipientes esterilizados y directamente de la bajante al recipiente sin que el agua tenga contacto con otro elemento o con las manos de quien este recolectando la muestra” (p. 72).

De acuerdo al presente proyecto se realizó en recipientes para exámenes de orina para el análisis bacteriológico y en botellas de agua para el análisis ácido-básico y para la conductividad eléctrica. Para un mayor sustento investigativo se utilizó datos referenciales del INAMHI (2018), así como del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez" (2018).

Para la realización del presente proyecto es fundamental contar con la información correcta y más exacta posible de la cantidad de lluvia que se tiene en la zona de Pastaza y en forma directa en Motolo. Es por tal motivo que se utiliza la información de la Dirección General de Aviación Civil de Pastaza (2018), donde funciona en el Aeropuerto “Río Amazonas”, ubicado en la parroquia Shell, Cantón Mera y a 4 km de la vivienda del presente proyecto.

El Analista de Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil “Fernando Fustillos Herrera” facilito después del debido tramite un Histórico PTN SHELL MERA 1981-2016, que tiene que ver con la cantidad de lluvia en la zona recogido y archivado durante algunos años.

Tabla 4. Registro histórico de precipitaciones de Pastaza

DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA CLIMATOLOGÍA AERONÁUTICA																
REGISTRO HISTÓRICO DE PLUVIOSIDAD EN mm AEROPUERTO "RÍO AMAZONA S" SHELL MERA																
LATITUD 01° 29.8' S LONGITUD 78° 02.7 W ELEVACION 1.043 m																
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1981	532.4	500.5	386.5	742.8	388.6	553.3	538.6	388.9	401.8	454.0	354.2	524.6	5736.2	478.0	742.8	354.2
1982	405.5	484.4	569.9	711.8	593.5	692.0	319.9	388.0	330.3	663.2	509.7	493.2	6161.4	513.5	711.8	319.9
1983	727.8	245.5	509.2	664.3	463.9	474.9	373.4	194.0	363.3	708.8	642.7	364.3	5732.1	477.7	727.8	194.0
1984	514.7	426.8	509.2	338.6	464.4	589.7	417.8	555.4	604.3	636.8	268.5	313.5	5639.7	470.0	636.8	268.5
1985	304.9	113.1	413.4	603.0	670.5	519.5	265.2	455.1	453.3	515.5	507.4	445.8	5266.7	438.9	670.5	113.1
1986	232.0	520.0	325.1	885.7	566.1	524.9	428.7	541.5	523.7	555.1	357.0	694.7	6154.5	512.9	885.7	232.0
1987	448.6	430.6	245.1	697.7	429.8	591.0	319.1	374.3	328.5	769.9	284.7	338.3	5257.6	438.1	769.9	245.1
1988	341.1	539.1	249.7	160.3	573.7	518.4	419.6	202.9	264.8	500.9	581.4	366.7	4718.6	393.2	581.4	160.3
1989	404.3	515.7	341.6	438.7	600.8	861.2	495.4	263.7	386.7	566.6	463.7	317.3	5625.7	468.8	861.2	263.7
1990	573.5	567.6	433.0	661.8	398.8	738.9	552.2	285.0	385.6	628.9	619.0	426.3	6270.6	522.6	738.9	285.0
1991	444.0	319.0	448.5	477.0	618.4	747.2	366.1	188.5	486.3	362.5	650.6	527.7	5635.8	469.7	747.2	188.5
1992	372.4	379.1	398.3	537.7	432.2	428.1	274.7	408.1	524.1	353.8	444.1	462.3	5014.9	417.9	537.7	274.7
1993	485.8	330.8	633.0	568.4	743.9	410.7	573.7	546.2	475.8	382.1	512.0	534.6	6197.0	516.4	743.9	330.8
1994	534.6	250.4	545.5	537.4	642.7	329.4	395.9	274.8	444.6	751.0	591.2	441.7	5739.2	478.3	751.0	250.4
1995	256.5	331.3	448.5	533.7	600.2	484.6	474.2	210.2	251.7	295.3	579.0	334.7	4799.9	400.0	600.2	210.2
1996	454.4	374.5	328.6	497.6	444.9	480.1	333.4	254.0	525.2	715.6	479.5	379.4	5267.2	438.9	715.6	254.0
1997	357.3	666.7	449.1	396.5	636.7	478.2	262.8	301.8	353.5	270.1	427.9	312.5	4913.1	409.4	666.7	262.8
1998	261.4	457.4	398.1	797.8	449.9	473.8	270.8	329.7	182.2	664.6	277.1	300.3	4863.1	405.3	797.8	182.2
1999	569.4	464.1	459.2	609.0	438.3	518.0	348.3	314.6	299.6	276.9	370.7	591.4	5259.5	438.3	609.0	276.9
2000	323.1	320.6	392.5	562.4	823.9	798.0	484.3	273.6	472.3	303.7	467.8	461.3	5683.5	473.6	823.9	273.6
2001	402.1	424.1	421.3	529.3	441.0	450.1	501.3	237.0	409.6	373.5	281.6	644.8	5115.7	426.3	644.8	237.0
2002	352.2	303.1	424.4	596.1	481.2	297.1	719.9	360.4	298.0	430.9	587.5	332.1	5182.9	431.9	719.9	297.1
2003	331.5	409.0	534.6	559.2	511.3	575.4	340.2	240.5	415.7	490.4	408.1	528.4	5344.3	445.4	575.4	240.5
2004	362.1	184.8	444.7	551.8	959.6	444.0	422.6	413.6	325.1	537.2	544.9	564.9	5755.3	479.6	959.6	184.8
2005	354.8	573.9	381.0	581.6	475.7	524.5	339.6	306.8	189.8	375.3	625.8	580.6	5309.4	442.5	625.8	189.8
2006	404.9	501.8	358.2	452.0	291.6	359.6	267.8	328.2	341.0	362.8	562.8	611.1	4841.8	403.5	611.1	267.8
2007	461.6	137.3	559.2	632.5	592.0	593.1	437.9	418.6	260.8	462.7	648.8	436.5	5641.0	470.1	648.8	137.3
2008	433.7	436.6	288.8	477.3	619.6	389.2	389.4	276.3	448.1	406.1	534.9	421.4	5121.4	426.8	619.6	276.3
2009	593.9	431.6	413.5	631.1	543.0	493.6	257.4	375.1	177.3	443.2	347.4	371.3	5078.4	423.2	631.1	177.3
2010	213.9	476.2	433.5	693.1	552.3	304.8	311.2	115.2	209.0	288.5	360.4	393.4	4351.5	362.6	693.1	115.2
2011	401.0	310.4	244.5	471.1	329.6	317.6	404.7	424.7	352.2	464.1	473.8	491.0	4684.7	390.4	491.0	244.5
2012	437.4	395.5	534.5	602.1	366.3	451.8	324.8	286.8	346.7	530.2	344.4	270.5	4891.0	407.6	602.1	270.5
2013	380.0	354.2	649.7	507.0	384.7	501.6	646.4	438.9	334.7	459.8	402.0	421.6	5480.6	456.7	649.7	334.7
2014	435.6	369.5	527.2	434.3	522.0	332.5	320.9	303.2	347.4	511.6	476.4	435.0	5015.6	418.0	527.2	303.2
2015	418.1	366.5	657.6	715.3	573.3	506.5	485.4	394.2	245.5	404.7	465.3	479.3	5711.7	478.0	715.3	245.5
2016	234.5	397.6	520.3	627.9	466.5	613.2	239.7	419.1	441.3	396.0	391.4	533.6	5281.1	440.1	627.9	234.5
Prom	410.0	397.5	441.0	569.0	530.3	510.2	397.9	335.0	365.8	480.9	467.9	448.5	5354.0	446.2	685.1	241.6
Máx	727.8	666.7	657.6	885.7	959.6	861.2	719.9	555.4	604.3	769.9	650.6	694.7	6270.6	522.6	959.6	354.2
Mín	213.9	113.1	244.5	160.3	291.6	297.1	239.7	115.2	177.3	270.1	268.5	270.5	4351.5	362.6	491.0	113.1
D.S.	109.7	119.1	106.0	132.3	134.4	133.8	113.1	102.4	104.4	138.2	113.1	104.3	458.7	38.2	100.4	58.2
r	454.7	410.7	454.7	440.1	454.7	440.1	454.7	454.7	440.1	454.7	440.1	454.7	5354.0	446.2	454.7	410.7
P	0.9	1.0	1.0	1.3	1.2	1.2	0.9	0.7	0.8	1.1	1.1	1.0	12.0	1.0	1.3	0.7

Prom = Promedio; D.S. = Desviación Estándar; r = Distribución uniforme de la pluviosidad; P = Coeficiente pluviométrico.

Adaptado de: Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil
"Fernando Fustillos Herrera" (2018)

Tabla 5. Registro histórico de precipitaciones máximas en 24 horas

DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL																
GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA																
CLIMATOLOGÍA AERONÁUTICA																
REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS																
AEROPUERTO "RÍO AMAZONAS"																
SHELL MERA																
LATITUD 01° 29' S LONGITUD 78° 02' W ELEVACION 1043m																
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1981	161,7	72,3	70,0	102,5	66,7	107,5	86,7	57,0	59,7	96,0	50,7	75,3	1006,1	83,8	161,7	50,7
1982	60,0	87,4	86,5	98,2	170,0	114,0	86,7	104,2	55,1	119,5	71,4	76,5	1129,5	94,1	170,0	55,1
1983	114,4	63,0	86,2	103,4	82,4	58,0	72,4	62,0	85,7	74,4	121,3	46,0	969,2	80,8	121,3	46,0
1984	57,7	45,1	114,3	52,6	79,1	56,5	56,0	141,5	88,3	96,1	57,0	66,6	909,8	75,8	141,5	45,1
1985	82,1	26,5	74,3	102,7	128,0	65,5	51,4	79,9	62,6	124,6	67,6	67,9	933,1	77,8	128,0	26,5
1986	33,6	62,2	58,2	103,5	69,2	61,7	80,7	114,2	80,8	74,8	56,0	76,0	870,9	72,6	114,2	33,6
1987	50,4	63,2	32,8	167,8	56,6	65,3	42,0	62,2	48,4	100,0	46,7	59,7	795,1	66,3	167,8	32,8
1988	67,4	130,0	53,3	36,6	65,5	100,1	101,3	34,1	46,2	72,3	91,1	41,7	839,6	70,0	130,0	34,1
1989	78,6	76,8	31,5	92,5	72,0	92,0	74,5	32,7	60,6	101,8	56,1	44,7	813,8	67,8	101,8	31,5
1990	118,8	104,0	52,8	116,8	58,4	179,8	75,2	44,2	99,1	135,5	58,5	46,3	1089,4	90,8	179,8	44,2
1991	99,2	55,0	64,0	55,3	64,7	94,0	46,2	37,9	74,8	44,6	177,5	94,6	908,8	75,7	177,5	37,9
1992	85,5	65,0	54,9	82,5	57,1	57,4	77,8	68,2	66,7	43,5	69,8	84,3	812,7	67,7	85,5	43,5
1993	63,7	41,0	83,1	90,0	97,5	89,3	62,9	82,0	58,2	106,3	112,0	64,0	950,0	79,2	112,0	41,0
1994	64,0	53,8	62,9	63,7	113,5	38,7	63,8	61,7	77,7	107,9	115,5	88,4	911,6	76,0	115,5	38,7
1995	61,7	79,0	84,2	92,0	121,8	93,6	63,5	32,8	55,2	58,4	56,1	54,6	852,9	71,1	121,8	32,8
1996	90,5	112,4	35,8	45,5	77,7	114,3	47,4	32,6	138,7	84,3	81,5	89,9	950,6	79,2	138,7	32,6
1997	57,4	70,3	47,8	63,3	69,5	72,7	44,8	31,1	55,7	30,5	63,1	54,4	660,6	55,1	72,7	30,5
1998	49,6	90,3	39,4	139,9	104,1	102,5	50,4	52,2	57,2	167,2	41,2	49,0	943,0	78,6	167,2	39,4
1999	52,9	66,9	108,4	62,6	66,3	57,1	45,7	47,0	55,5	44,1	94,7	94,2	794,4	66,2	108,4	44,1
2000	40,7	30,9	42,0	79,1	96,2	115,1	81,5	56,6	79,4	62,6	55,1	56,0	794,2	66,2	115,1	30,9
2001	59,4	80,3	47,6	50,9	74,7	78,1	65,0	71,4	58,9	62,2	55,7	101,3	795,5	66,3	101,3	47,6
2002	55,8	39,4	48,5	72,5	66,3	94,5	75,3	54,6	45,5	66,0	87,8	70,8	776,0	64,7	94,5	39,4
2003	30,0	56,0	59,6	73,1	59,8	67,7	43,0	44,7	86,4	57,7	67,2	84,2	729,4	60,8	86,4	30,0
2004	102,4	29,9	70,3	98,1	155,5	47,2	50,0	54,6	69,1	78,0	71,9	76,0	903,0	75,3	155,5	29,9
2005	93,4	87,9	42,3	72,2	72,0	80,6	110,0	41,7	29,6	69,7	79,5	111,7	890,6	74,2	111,7	29,6
2006	44,5	108,8	35,8	57,9	29,6	36,2	36,9	75,3	56,8	59,7	67,4	60,5	669,4	55,8	108,8	29,6
2007	91,6	38,2	112,3	87,5	101,1	128,0	61,9	96,6	42,0	49,7	86,9	77,1	972,9	81,1	128,0	38,2
2008	95,4	85,8	38,6	74,9	61,3	58,8	58,0	64,3	128,1	69,6	110,6	61,3	906,7	75,6	128,1	38,6
2009	48,1	70,3	51,0	114,6	83,3	71,0	32,8	74,4	24,0	83,3	117,8	55,5	826,1	68,8	117,8	24,0
2010	48,1	105,3	43,8	122,3	82,9	48,4	52,8	41,9	42,9	62,2	53,9	39,6	734,1	61,2	122,3	39,6
2011	61,2	87,1	36,7	66,7	54,0	45,9	51,9	82,7	85,6	85,0	59,6	78,1	794,5	66,2	87,1	36,7
2012	55,3	46,0	70,4	95,9	55,3	75,8	49,8	72,7	54,1	69,8	48,4	37,7	731,2	60,9	95,9	37,7
2013	56,5	47,4	97,8	98,4	47,6	84,4	76,2	52,3	72,5	59,5	64,0	93,1	849,7	70,8	98,4	47,4
2014	102,1	46,6	105,9	63,3	92,4	56,4	47,2	29,4	56,7	76,7	84,4	80,3	843,4	70,3	105,9	29,4
2015	49,3	91,6	74,5	76,4	62,7	63,1	82,6	106,7	30,4	59,9	49,8	76,6	823,6	68,6	106,7	30,4
2016	48,3	38,2	78,3	84,7	65,7	60,2	46,9	101,4	66,2	82,6	84,8	171,4	928,7	77,4	171,4	38,2
PRO	70,3	68,2	63,8	85,0	80,0	78,7	62,5	63,9	65,4	78,2	75,9	72,3	864,2	72,0	123,6	37,1
Máx	161,7	130,0	114,3	167,8	170,0	179,8	110,0	141,5	138,7	167,2	177,5	171,4	1129,5	94,1	179,8	55,1

Adaptado de: Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil
 "Fernando Fustillos Herrera" (2018)

Tabla 6. Registro histórico de número de días con precipitaciones

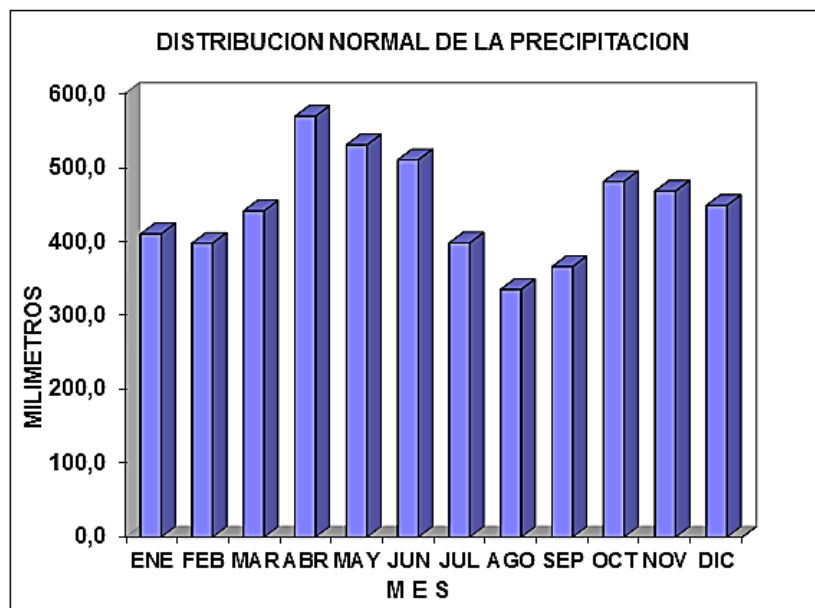
DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA CLIMATOLOGÍA AERONÁUTICA																
REGISTRO HISTÓRICO DEL NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACION AEROPUERTO "RÍO AMAZONAS" SHELL MERA																
LATITUD 01° 29.8' S LONGITUD 78° 02.7 W ELEVACION 1043m																
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1981	24	25	24	24	23	28	23	21	23	27	24	28	292	24	28	21
1982	25	23	29	26	28	27	27	21	24	29	28	27	314	26	29	21
1983	26	18	19	24	23	28	21	24	27	28	27	31	296	25	31	18
1984	29	26	27	24	26	29	27	22	28	26	22	29	315	26	29	22
1985	25	17	28	26	29	27	25	28	25	29	20	26	305	25	29	17
1986	28	25	27	29	31	29	28	25	27	31	26	29	335	28	31	25
1987	28	26	25	29	28	27	19	28	27	29	28	28	322	27	29	19
1988	28	27	27	23	28	27	26	21	25	25	28	25	310	26	28	21
1989	29	23	28	26	30	30	25	28	27	29	30	22	327	27	30	22
1990	28	26	30	27	29	30	26	27	25	29	29	29	335	28	30	25
1991	27	25	28	29	31	29	27	23	25	28	28	28	326	27	31	23
1992	26	25	28	26	28	27	25	27	27	26	26	29	320	27	29	25
1993	29	27	31	30	28	27	28	25	27	26	26	28	332	28	31	25
1994	29	23	31	29	31	27	28	24	24	30	28	29	333	28	31	23
1995	22	18	25	30	31	26	26	20	25	25	27	26	301	25	31	18
1996	29	24	28	28	29	27	27	28	28	23	29	29	327	27	29	23
1997	27	27	28	29	30	26	25	24	26	29	27	26	324	27	30	24
1998	29	27	28	29	28	26	31	23	20	26	27	26	320	27	31	20
1999	28	24	27	28	28	30	27	17	22	23	25	30	309	26	30	17
2000	27	24	31	28	30	30	30	26	24	25	25	27	327	27	31	24
2001	27	26	26	27	29	25	28	25	27	23	20	30	313	26	30	20
2002	25	25	28	26	30	21	28	25	25	24	29	27	313	26	30	21
2003	27	24	31	30	31	28	23	22	26	28	25	26	321	27	31	22
2004	22	21	30	26	28	26	30	21	23	30	24	26	307	26	30	21
2005	28	27	30	30	27	25	22	21	21	26	24	27	308	26	30	21
2006	27	23	29	28	27	27	25	22	27	22	27	31	315	26	31	22
2007	29	18	29	30	28	30	29	27	25	25	27	27	324	27	30	18
2008	28	28	25	26	29	29	27	25	24	27	26	27	321	27	29	24
2009	28	26	29	29	30	27	28	26	20	25	23	29	320	27	30	20
2010	24	27	29	28	28	25	22	15	17	26	24	26	291	24	29	15
2011	29	22	27	28	31	28	28	27	24	26	26	29	325	27	31	22
2012	29	27	30	28	30	27	25	22	18	28	27	28	319	27	30	18
2013	27	23	30	26	28	25	29	25	24	28	23	27	315	26	30	23
2014	9	25	11	26	10	23	30	27	27	27	28	29	272	23	30	9
2015	30	24	30	28	25	26	29	22	24	27	26	24	315	26	30	22
2016	24	27	28	29	25	29	25	24	26	27	24	27	315	26	29	24
PROM	27	24	28	27	28	27	26	24	25	27	26	28	316	26	30	21
Máx	30	28	31	30	31	30	31	28	28	31	30	31	335	28	31	25

Adaptado de: Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil
"Fernando Fustillos Herrera" (2018)

Tabla 7. Promedios finales de precipitaciones en Pastaza

DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL GESTIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA CLIMATOLOGÍA AERONÁUTICA AEROPUERTO RIO AMAZONAS SHELL MERA 1981 - 2015																
CANTIDAD TOTAL DE PRECIPITACION EN mm																
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Media	Mx.Ab	Mn.Ab
Normal	410,0	397,5	441,0	569,0	530,3	510,2	397,9	335,0	365,8	490,9	467,9	448,5	5354,0	446,2	/	/
Mx.24h	161,7	130,0	114,3	167,8	170,0	179,8	110,0	141,5	138,7	167,2	177,5	171,4	1129,5	94,1	179,8	/
Media N° día	27	24	28	27	28	27	28	24	25	27	26	28	316	26	/	/

Adaptado de: Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil
“Fernando Fustillos Herrera” (2018)

**Figura 9.** Distribución normal de la precipitación

Adaptado de: Meteorología Aeronáutica de la Dirección de Aviación Civil
“Fernando Fustillos Herrera” (2018)

Si se toma el promedio mensual de lluvia en el año 2017 que es 446.2 mm se determina que por cada m² se obtiene 446.2 litros de agua. Con esta información se puede proseguir con los cálculos de ingeniería.

2.3.3.1. Análisis bacteriológico

A través de estudios se ha logrado determinar la existencia de enfermedades cuyo origen es hídrico, y su foco de transmisión es por la ingesta de agua con altos niveles de contaminación, es por ello que se recomienda la potabilización del agua. La finalidad primordial por las cuales se llevan a cabo este tipo de pruebas de carácter bacteriológico es poder tener la capacidad de indicar con precisión si el agua analizada posee microorganismos fecales.

Al momento de efectuar el análisis de la calidad de agua básicamente se debe proceder con la exploración de bacterias coliformes. Hay que tomar en cuenta que la toma de muestras es recopilada desde varios sitios de una ciudad. La aparición de microorganismos de carácter patógenos produce en los seres humanos varias enfermedades. No es factible investigar la totalidad del agua a ser consumida, es por ello que a partir de índices que parten de muestras se identifica la existencia de microorganismos dañinos.

Partiendo de estas investigaciones se puede identificar la existencia o carencia de microorganismos existentes en el agua y con ello conocer si hay cepas microbianas patógenas, las cuales producen gran cantidad de afecciones, como son el caso de fiebres paratifoideas, disentería, fiebres tifoideas, entre otras. De acuerdo al Instituto Nacional de Higiene Izquieta Pérez (2018), se obtiene los siguientes datos del agua lluvia del sector de Motolo (2018).

Tabla 8. Análisis bacteriológico del agua de lluvia en Ecuador

Muestra	Parámetro	Método	Unidad	Resultado	Requisitos INEN del agua potable 1108
Región costa	Coliformes totales	INEN	NMP/100m l	30	<2
Región sierra	Coliformes totales	INEN	NMP/100m l	80	<2
Región amazónica	Coliformes totales	INEN	NMP/100m l	50	<2
Región insular	Coliformes totales	INEN	NMP/100m l	70	<2
Media nacional	Coliformes totales	INEN	NMP/100m l	120	<2

Adaptado de: INAMHI (2018)

Con lo que se puede concluir que, en el sector de Motolo, el agua lluvia es aceptable debido a que cumple con los requisitos expuestos al análisis bacteriológico expuesto en la tabla 3, además que está bajo la media nacional y podría consumirse una vez almacenada en el respectivo tanque con un posterior proceso de aplicación cloro o filtración para una mayor seguridad.

2.3.3.2. Potabilización

La potabilización del agua para Garrido (2017) consiste en “la eliminación de compuestos volátiles seguida de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración de medios tecnológicos y desinfección con cloro o aditivos similares” (p. 56). Según Valera (2016) el agua potabilizada debe contener en disolución “cationes metálicos como son Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{1+} , y Na^{1+} y aniones HCO_3 , Cl , Br , I , F ” (p. 92); que son importantes para el buen funcionamiento del organismo humano, eliminando nitratos, nitritos o amoniacos.

Para proceder con la potabilización del agua de lluvia esta se debe someter a un proceso que contenga la siguiente infraestructura:

- Un área de captación

- Un sistema de canaletas y bajadas
- Un sistema de prefiltrado, cucharas y cámaras de inspección
- Un sistema de filtrado
- Un depósito de almacenamiento
- Un mecanismo de bombeo para extraer el agua
- Un tratamiento de potabilización

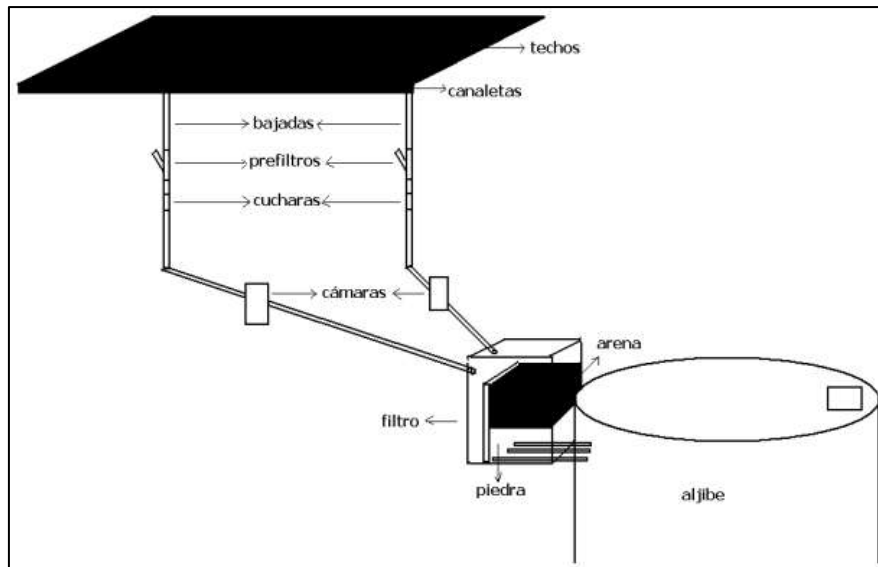


Figura 10. Sistema de potabilización del agua de lluvia
Adaptado de: Valera (2016)

2.3.3.3. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica se mide en μmho y posteriormente se transforma a mg/l para una mejor comprensión de las medidas realizadas. Actualmente para medir la conductividad del agua se utiliza la métrica SI, Siemens (S), que equivale a mho . Es por ello que a fin de analizar dichos resultados se aplican las siguientes equivalencias:

$$1\text{mS/cm} = 1\text{dS/m} = 1000(\text{S/cm} = 1\text{mmho/cm})$$

Tabla 9. Resultados del análisis de conductividad eléctrica en mg/l

Agua Destilada	Agua Potable	Región costa	Región sierra	Región amazonia	Región insular
2.51 mg/l a 25° C	84.58 mg/l a 25° C	7.17 mg/l a 25° C	27.039 mg/l a 25° C	40.35 mg/l a 25° C	33.18 mg/l a 25° C

Adaptado por: INAMHI (2018)

Si se compara los resultados obtenidos de las muestras recolectadas con la del agua potable de Pastaza se puede observar que se encuentran por debajo, esto nos indica que el agua tiene pocos elementos disueltos, por lo que se puede decir que el agua lluvia es muy pura y los elementos disueltos en la misma fueron adquiridos en la superficie de captación (tejados de las viviendas de Motolo).

2.3.3.4. Medición del Ph

Tabla 10. Medición del Ph

Región costa	6.89
Región sierra	6.71
Región amazónica	6.72
Región insular	6.89
Potable	6.53

Adaptado por: INAMHI (2018)

El Potencial de hidrógeno o Ph que se lo cataloga como recomendable para el agua es aquel que se encuentra dentro del rango de 6,5 a 8,5, lo cual es igual a la denominación de levemente alcalina hasta neutro, es por ello que con estos parámetros el grado más alto que se lo podría llegar a aceptar es de nueve. Además, la calidad de agua con potencial de hidrógeno que se ubique por debajo de los 6,5 se constituye como con alto peligro, por su grado de corrosión determinado por ciertos ácidos, así como por anhídrido carbónico en su composición. Así, el agua de lluvia de Motolo es eficiente a nivel del Ph.

2.4. SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA

En cuanto a los servicios se debe exponer en forma relevante para la connotación del proyecto; que el área de influencia del predio (Motolo), no cuenta con servicios básicos ni infraestructura.

La mayoría de personas no cuentan con el servicio de agua potable. Es importante mencionar que la llegada del servicio de agua potable es por medio de tanqueros que depositan el agua en una torre de abastecimiento y que llega a los habitantes por medio de mangueras, por tanto, es lamentable que aún no cuenten con un servicio digno y peor aún que no se use tecnologías alternativas para satisfacer dichas necesidades. Además, a esto el cableado eléctrico no llega en gran medida, incrementando sus necesidades.

2.5. CLIMATOLOGÍA DE LA RADIACIÓN SOLAR

A continuación, se expone el mapa solar de Ecuador:

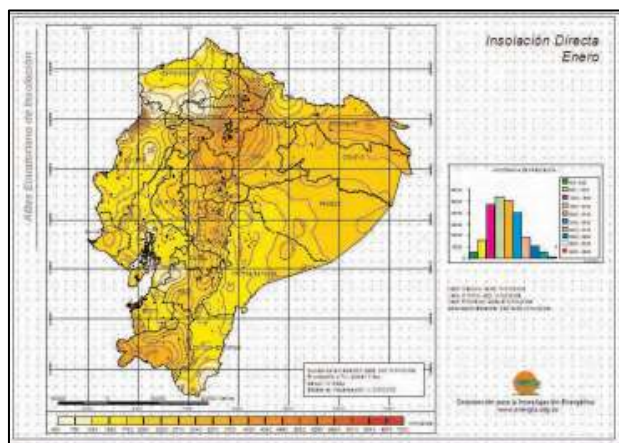


Figura 11. Mapa solar de Ecuador
Adaptado de: Atlas solar del Ecuador (2017)

De acuerdo a la estructura geográfica, Ecuador está altamente influenciado por un impacto directo de la luz solar por su ubicación en la mitad del mundo. La misma que a nivel de Pastaza genera una potencia de 12v a 24 v propicio para

el manejo de paneles fotovoltaicos según datos del CIE (Centro de Investigaciones Energéticas, 2018).

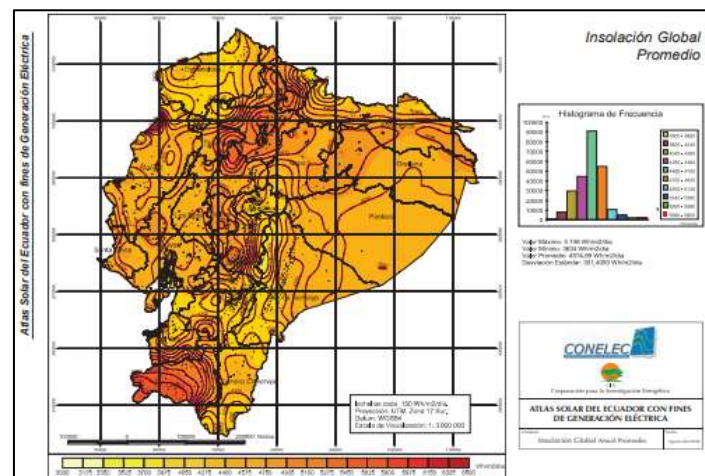


Figura 12. Insolación global promedio de Ecuador
Adaptado de: Atlas solar del Ecuador (2017)

El valor promedio de insolación en la provincia de Pastaza es de 4574,99 Wh/m²/día. Valor que es importante para poder tener un marco de eficiencia dentro de la conformación de paneles solares.

2.6. ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL SOL

La producción de energía eléctrica está basada en el fenómeno físico denominado “efecto fotovoltaico”, que para Murieta (2018) consiste en “convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas” (p. 93). Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios de acuerdo a las condiciones técnicas combinadas con los aspectos de insolación en Ecuador, utilizando como fuente la radiación luminosa expuesto en forma anterior en la figura 17.

Para esto se debe cumplir con los siguientes lineamientos:

- Un generador solar, compuesto por paneles fotovoltaicos, que captan la insolación luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 o 24 V), la misma que si se puede dar en el sector de Motolo.
- Un acumulador, que almacena la energía emitida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados, elemento clave al trabajar en un sector dentro de la amazonia ecuatoriana.
- Un regulador de carga, cuyo trabajo es limitar las sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, lo cual, produciría daños irreversibles; y permite asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Un inversor, que transforma la corriente continua de 12 o 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V. Pero que dentro del presente proyecto se entiende como opcional.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación de consumo o bien transformar la corriente continua en alterna de 220 V a través de un inversor. En el caso del proyecto mantendrá un uso directo.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO

La instalación de recolectores de aguas lluvias consisten en la colocación del agua del techo para el funcionamiento del hogar. El estudio de la precipitación determinado por el INAMHI (2018), permite proyectar el establecimiento de aguas lluvias para que certifique una reserva de agua destinada a los diferentes usos que se necesite dentro de los hogares. Un buen establecimiento de acumulada de agua de forma sencilla y el minúsculo mantenimiento hace aún más relevante el presente proyecto.

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA

La atracción de agua de lluvia es una técnica hereditaria que se ha practicado en diversas épocas y culturas. Este método es fácil y reflexivo para conseguir agua de uso humano. En varios lugares del mundo con alta o media precipitación y no se cuenta con la bastante cantidad y calidad de agua para empleo humano, se logra recurrir al agua de lluvia como fuente de racionamiento.

El agua de lluvia es recolectada y recopilada en depósitos específicos para su uso. Así, los factores que intervienen en la técnica de recolección de aguas lluvia:

- Brusquedad media por año
- Precipitación minúscula anual
- Precipitación máxima diaria
- Consumo cotidiano
- Áreas recolectoras
- Lugar para el acopio

3.1.1. Funcionamiento del sistema

Los dispositivos primordiales para el sistema de almacenamiento de lluvia contienen:

- **Captación:** área del techo para el acaparamiento de la lluvia.
- **Transportación:** conductos o caños desde techo al área de acopio.
- **Limpieza del techo:** 'primer enjuague' técnica para eliminar impurezas y escombros.
- **Almacenamiento:** reservorios de agua de lluvia recogida es acopiada en forma confiable.
- **Purificación:** contiene un medio de filtrado y ozono o luz UV para depurar el agua recogida para uso esterilizado.
- **Distribución:** método que comparte el agua de lluvia, comúnmente contiene una bomba.
- **Salida:** Manejo de las aguas servidas hacia los sistemas de alcantarillado o en estructuras mixtas por medio de un sistema de tratamiento anaeróbico.

Descripción

Captación

La atracción está constituida por el techo de la edificación, que logra poseer una superficie y pendiente convenientes para que provea el deslizamiento del agua de lluvia al sistema de acogida. En el cómputo se medita la influencia horizontal del techo.

Recolección y Conducción

Este mecanismo es un fragmento fundamental en el sistema de recolección de agua lluvia, ya que trasladará el agua almacenada por el tejado hasta el reservorio de acaparamiento. Está formado por conductos que van ubicados en los bordes bajos del techo, ya que el agua tiende a recolectarse antes de descender al suelo.

Limpieza del techo

Es muy importante que el material manejado en la coacción de los trayectos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o químicos. En el asunto que la canaleta trascendencia al guardar elementos indeseables, como hojas, escombros, entre otras. El régimen debe conservar mallas que detengan estos cuerpos para imposibilitar que taponen la tubería montante o el terminal de descarga de aguas.

Además, la limpieza del techo está determinada a una para sistemática del sistema cada 4 meses para revisar los sistemas de captación y limpieza de filtros y rejillas.

Purificación

Es necesario un filtro de arena como sistema de filtración lento además de una capa de carbón activado para restringir el acceso de impurezas. Por las condiciones del espacio no es necesario un sistema de incorporar cloro.

Almacenamiento

Está destinado a acopiar el volumen de agua de lluvia para el consumo habitual de los individuos favorecidos con este sistema, en específico durante el ciclo de sequía.

El mecanismo de acumulación debe ser perdurable y el resultado debe desempeñar con las subsiguientes descripciones:

- Impenetrabilidad para imposibilitar el desgaste de agua por chorreo o transpiración,
- Metros de montículo máximo para disminuir las sobrepresiones,
- Corcho para impedir la entrada de insectos, polvo y de la luz solar,
- Instalar de una ranura con válvula sanitaria grande para que tolere la entrada de una persona para la limpieza y reparaciones.

- El acceso y el desbordamiento deben estar con mallas para imposibilitar la entrada de animales.

Para determinar la estructura de la casa unifamiliar se debe referir a los Anexos 1,2 y 3.



Figura 13. Estructura de captación pluvial
Adaptado de: Naranjo (2017)

Distribución

Se realiza mediante la interconexión al sistema central de acceso al agua por medio de una fijación directa con el tanque de recolección.

Depuración

En este caso el aceptor final de electrones es la propia materia orgánica que actúa como fuente de carbono. Como resultado de este metabolismo, la mayor parte del carbono se destina a la formación de subproductos del crecimiento (biogás, que es CO₂ y metano) mientras que la fracción de carbono utilizada para la síntesis celular es baja. De cara al tratamiento, este hecho supone una doble ventaja: se produce poca cantidad de lodos a la vez que se produce biogás, el cual puede ser revalorizado o la generación de biomasa y el agua puede ser purificada y filtrada para su reutilización.

3.1.2. Sistema de Acumulación (Canales)

El sistema de manejo se describe al depósito de canaletas y tuberías de materiales y representaciones que trasladan el agua de lluvia de la superficie de afinidad al sistema de acumulación por medio de declives que cedan que el agua baje sola. La materia prima manejados son: lámina galvanizada, aluminio y PVC

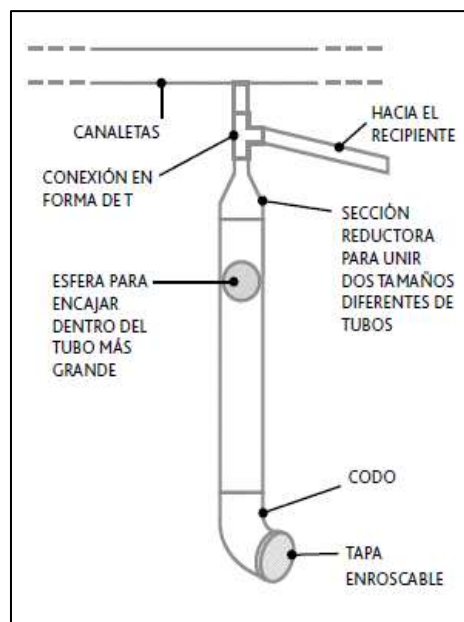


Figura 14. Canal de captación pluvial
Adaptado de: Naranjo (2017)

Las canaletas se instalan en las bordes del techo, para que el agua de lluvia se almacene previo descenso al suelo. Se debe colocar mallas sobre las canales para impedir la dificultad del flujo dentro de la tubería de manejo con basura, sólidos y hojas, por ende, ejecutar en los tejados la labor de sanidad en la temporada de lluvias.



Figura 15. Malla de control pluvial
Adaptado de: Naranjo (2017)

3.1.2.1. Cálculos de Sistema de acumulación

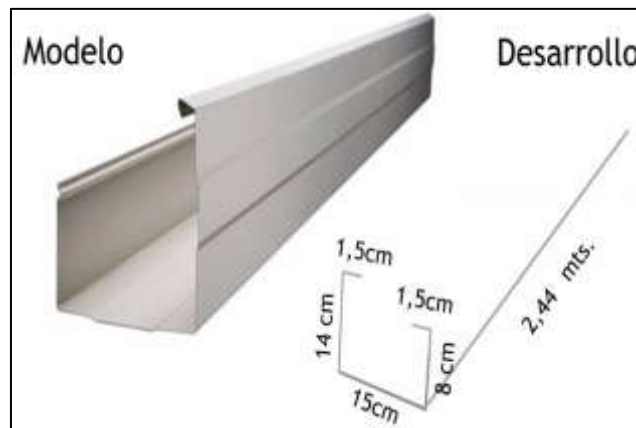


Figura 16. Sección transversal de la canaleta
Adaptado de: Naranjo (2017)

Para la ejecución se utilizará la canaleta No 16.

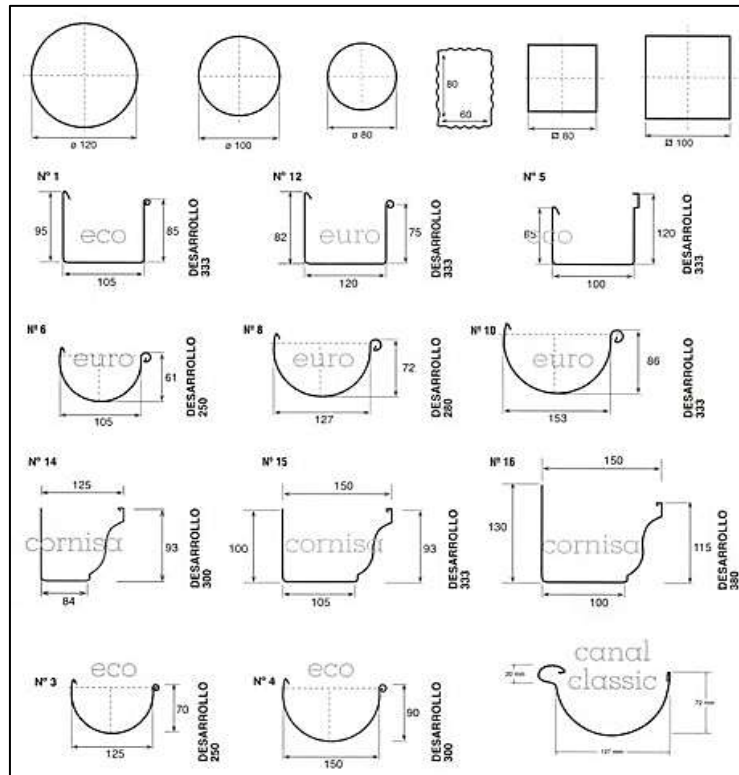


Figura 17. Medidas de canaletas
Adaptado de: Naranjo (2017)

Formula de Manning

La fórmula de Manning expuesta por Tomelli (2017) permite “calcular el flujo incompresible permanente, con profundidad constante en un canal abierto prismático, con pendiente de lecho “So” (p. 76).

$$V = \frac{Cm}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

V = velocidad promedio en la sección transversal

n = coeficiente de rugosidad

Cm = 1.49 y 1 para unidades del SI (Sistema internacional)

R = Radio hidráulico

S = pérdidas por unidad de peso y unidad de longitud de canal

Tabla 11. Coeficiente de Manning según la rugosidad del material

Materiales	Carreteras	Indicador Carreteras
Metal liso	0.010	-----
Hormigón	0.013	1/60 – 1/75
Revestimiento bituminoso	-----	1/65 – 1/75
Terreno natural en roca lisa	0.035	1/30 – 1/35
Terreno natural en tierra con poca vegetación	0.027	1/25 – 1/30
Terreno natural en tierra con vegetación abundante	0.080	1/20 – 1/25

Adaptado de: Tomelli (2017)

Se va a trabajar sobre metal liso el uso de las canaletas.

Tabla 12. Selección de canaleta lisa

SISTEMA DE CANALIZACION SUPERFICIAL "DEXSON"						
DESCRIPCION	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	REFERENCIA	CARACTERISTICA	COLOR	EMPAQUE
Canaleta lisa 13x7	7	13	DXN10031	Con adhesivo, tramo 2m	Bianco	100
Canaleta lisa 20X12	12	20	DXN10041	Tramo 2m	Bianco	50
Canaleta lisa 20x12	12	20	DXN10051	Con adhesivo, tramo 2m	Bianco	50
Canaleta lisa 20x20	20	20	DXN10061	Tramo 2m	Bianco	33
Canaleta lisa 25x25	25	25	DXN10081	Tramo 2m	Bianco	24
Canaleta lisa 32x12	12	32	DXN10121	Tramo 2m	Bianco	40
Canaleta lisa 32x12	12	32	DXN10121	Con división, tramo 2m	Bianco	40
Canaleta lisa 40x25	25	40	DXN10141	Tramo 2m	Bianco	25
Canaleta lisa 40x25	25	40	DXN10161	Con división, tramo 2m	Bianco	25
Canaleta lisa 60x16	16	60	DXN10201	Con división, tramo 2m	Bianco	20
Ducto 100x45	45	100	DXN11011	Tramo 2m	Bianco	16

Adaptado de: Dexson (2018)

La mejor canaleta de uso es la DXN10041 que si bien mantiene dimensiones un poco mayores a la aplicables es la más cercana dentro del mercado nacional para su uso en el proyecto.

3.1.3. Dimensionado del interceptor de primeras aguas

Este dispositivo retiene la mayoría de materiales o impurezas que se encuentren en la superficie de captación, al comienzo de la lluvia. El boceto del mecanismo debe tener volumen de agua ilusorio para higienizar el techo y que se estime en 1 litro por m² de envoltorio.

Este aparato imposibilita que el material indeseable integre al depósito de acopio y de este carácter disminuir la contaminación del agua recopilada y de la que vaya a acumular subsiguientemente. El volumen de agua consecuencia del lavado del techo debe ser recogido en un depósito de plástico, el mismo que debe trazarse en función de la superficie del tejado.

- Cuando la tubería esté colmada, la boya obstruye el paso, arraigándose que el agua modifique la dirección y se envíe al depósito de acumulación.
- Cuando la tubería se esté colmando, la pelota de jebe empieza a escalar.
- Cuando la tubería está vacía, se encuentra lista y espera a la próxima precipitación.

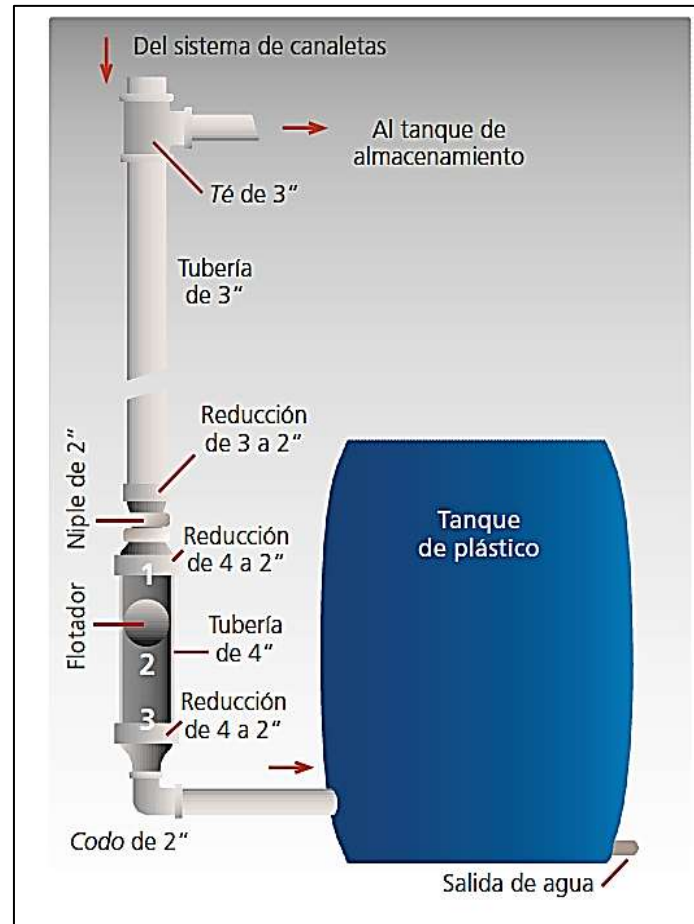


Figura 18. Interceptor de aguas
Adaptado de: Naranjo (2017)

Cálculos para dimensionar el interceptor de primeras aguas:

Superficie de captación

La superficie de captación de acuerdo a los planos de estudio expuesto en los anexos es:

$$A = 203460500.4 \text{ mm}^2$$

Como se necesita cubrir toda la superficie de captación por lo menos con un milímetro de altura para poder limpiar.

$$h = 1\text{mm}$$

$$V_i = A \times h$$

Dónde:

V_i = volumen interceptor

A = Superficie de captación

h = altura del nivel de agua deseado

$$v_i = 203460500.4568 \text{mm}^3$$

$$v_i = 0.2034605 \text{m}^3$$

Para el interceptor de agua, es necesario un recipiente con una capacidad de 0.203 m³, para poder limpiar toda la superficie, comercialmente se puede encontrar tanques de 55 galones lo que equivale a 0.220 m³ por lo tanto tranquilamente se puede usar un tanque de los referidos.

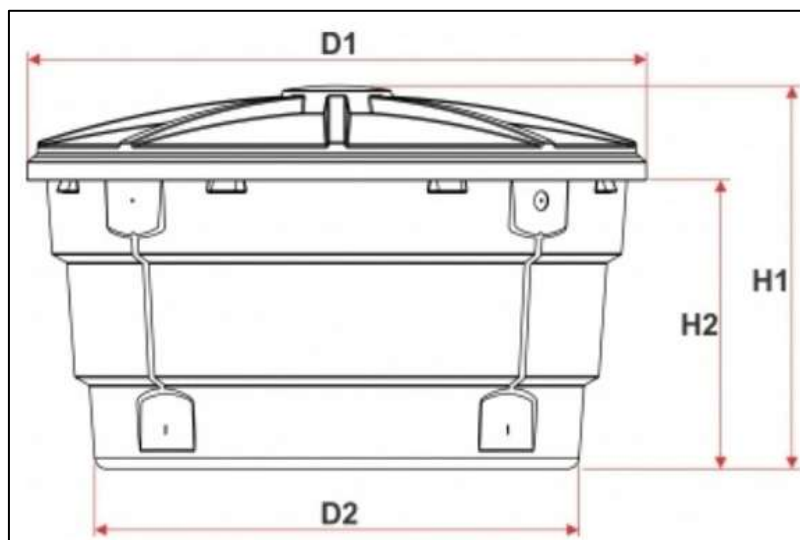


Figura 19. Dimensionamiento para el tanque
Adaptado de: Naranjo (2017)

3.1.4. Dimensionado de la cisterna

Media aritmética de las precipitaciones máximas de cada mes en Motolo, Pastaza.

Precipitación Máxima = 42.75 mm

Precipitación Mínima = 3.5mm

Superficie de captación:

$A = 203460500.4568 \text{ mm}^2$

$$v = A \times p$$

v = volumen

A = Superficie de captación

p = precipitación

$$v_{max} = 203460500.4568 \text{ mm}^2 \times 42.75 \text{ mm}$$

$$v_{max} = 8.697 \text{ m}^3$$

$$v_{max} = 203460500.4568 \text{ mm}^2 \times 3.5 \text{ mm}$$

$$v_{max} = 0.712 \text{ m}^3$$

3.1.5. Dimensionado y ubicación del depósito elevado

Permite por medio del uso de la gravedad el abastecimiento a la casa o bajo un sistema de bomba. La localización de dicho tanque puede ser la azotea del edificio, o bien sobre una estructura especial para alojarlo.

Anteriormente se había determinado que el consumo de agua por una persona es 0.166 m^3 al día, considerando una familia de 5 personas tenemos un consumo de 0.8279 m^3 por lo cual se ocupara un tanque comercial de 1.1 m^3 .



TAMAÑOS DISPONIBLE DE TANQUES

CAPACIDAD	DIÁMETRO	ALTURA	MÁX. DE PERSONAS
5 000 L	2.20M	1.82M	34
2 500 L	1.55M	1.65M	17
1 100 L	1.10M	1.43M	8
600 L	0.97M	1.15M	4
350 L	0.70M	0.83M	3

Figura 20. Tamaños disponibles de tanques
Adaptado de: Naranjo (2017)

3.1.6. Cálculos de la estructura del depósito elevado

Datos

Vte= volumen técnicamente esperado

ρ = presión

Vte= 1.2 m³

ρ = 999.1 kg./ m³

\varnothing = 1.1 m

ϑ = 250 Mpa

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volúmen}}$$

$$999,1 = \frac{\text{masa}}{1.2}$$

$$\text{masa} = 1199,64 \text{ Kg.}$$

La presión que debe soportar la estructura es de:

$$masa = \frac{1199.64}{2} Kg$$

$$masa = 599.82 Kg$$

$$p = 5884.23 N$$

Según el anexo 5 del manual de Dipac el perfil de (6.71 Kg/m), debe darse en función de las siguientes condiciones de peso y presión.

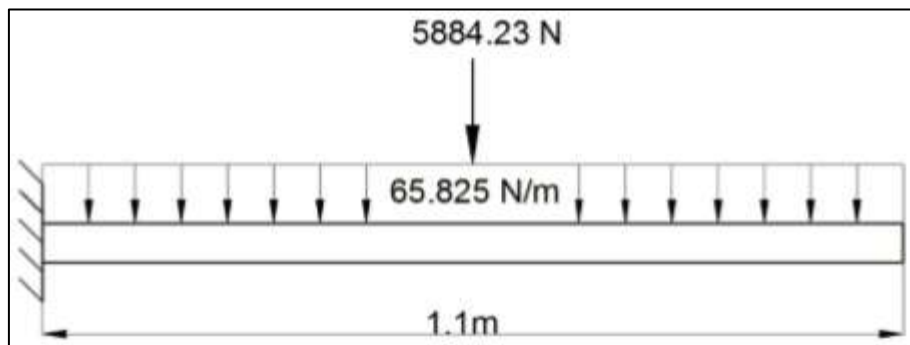


Figura 21. Tamaños disponibles de tanques
Adaptado de: Rivera (2018)

Datos:

M: masa del perfil

w: presión a soportar

L: longitud

P: presión soportada

a: Ancho de la viga

$$M = \frac{wL^2}{2} + P * a$$

$$M = \frac{65,825 * 1,1^2 *}{2} + 5884,23 * 0,55$$

$$M = 3276,15$$

$$S = \frac{M}{Fb}$$

$$S = \frac{3276,15}{0,66 * 250 * 10^6}$$

$$S = 1,9855 * 10^{-5} m^3$$

$$S = 19,855 \text{ cm}^3$$

Si se contrasta el módulo de sección (19.855 cm^3) con el del perfil seleccionado (25.34 cm^3), se determina que el peso será soportado. Para en forma posterior generar la siguiente estructura

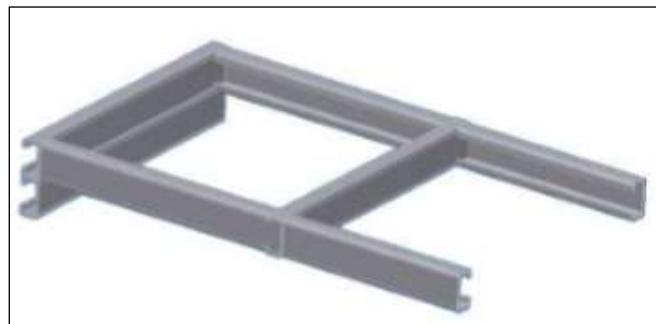


Figura 22. Estructura para la implementación del deposito
Adaptado de: Rivera (2018)

Además, a la estructura se colocará una plancha de 2mm para generar un área para asentar el tanque, también se colocará unos topes a los lados del tanque y una correa de sujeción que rodea todo el tanque, y de esta manera reducir los riesgos al momento de la instalación.



Figura 23. Soporte del deposito
Adaptado de: Rivera (2018)

La estructura está diseñada para soportar solo al tanque lleno por ningún motivo podrá una persona pararse sobre la estructura con el tanque lleno, para cualquier clase de mantenimiento proporcionado al tanque deberá estar vacío.

3.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA

Para Heredia (2017) una bomba es “un mecanismo hidráulico generador, que almacena energía mecánica de una fuente externa y la transmuta en una energía de presión transmisible, aumentando la presión de un líquido por la ejercicio de añadir energía al sistema hidráulico, con el propósito de agitar el fluido de un área de pequeña presión o altitud a otra de mayor presión o altitud” (p. 45).

3.2.1. Principio de funcionamiento

La presión se consigue al establecer una acción al flujo, es decir que la bomba suministra flujo, que traslada una fuerza al líquido y transmitido a que el flujo de líquido revela resistencia, esta fuerza se torna una presión.

Una bomba debe apalear una fuente perpetua de líquido disponible en el puerto de acceso para proveer el líquido al sistema. Ya que la bomba incita el líquido mediante del puerto de salida.

El proceso de innovación de energía se comprueba en dos períodos:

Aspiración

Al informar energía mecánica a la bomba, ésta comienza a cambiar y con esto se origina una disminución de la presión en el ingreso de la bomba, como el depósito se encuentra sometido a imposición atmosférica, se admite una discrepancia de presiones lo que induce la succión y con ello el lanzamiento hacia el acceso de la bomba.

Descarga

Al ingresar el fluido, la bomba lo traslada a la salida y se asevera por la forma favorable que el fluido no retroceda. Por esta razón, el fluido no hallará más opción que adherirse al sistema que es donde se halla espacio disponible, obteniendo una descarga.

3.2.2. Selección de la bomba

Para escoger una bomba teniendo en cuenta que vamos a realizar una función sencilla que es transportar agua de un sitio a otro desde un tanque debemos tener en cuenta dos factores muy importantes que son:

- 1) Calcular la ALTURA TOTAL:** que está compuesta por la sumatoria de dos alturas, la Altura de Succión y la Altura de Descarga.

Altura de Succión (Hs):

Se obtiene midiendo la distancia vertical que existe entre la superficie del agua (tanque), hasta el punto donde se instalará la bomba. Debemos tener en cuenta esta altura ya que no puede superar los límites establecidos por cada bomba, pues de lo contrario la bomba no podría succionar eficientemente.

Altura de Descarga (Hd):

Se obtiene midiendo la distancia vertical (la altura neta) que existe entre el punto donde se instalará la bomba y el punto extremo donde descargará la tubería.

Como un punto extra también se debe tomar en cuenta la distancia o recorrido en sí (longitud total de la tubería de descarga), así como las conexiones que ésta tenga a lo largo y el material; para que con estos datos podamos calcular un factor llamado "pérdidas por fricción", que debería sumarse a las dos alturas anteriores.

Pero esto se haría realmente necesario para casos en que se requiera de cálculos exigentes, para proyectos donde el diseño debe ser meticuloso. Para casos sencillos de simplemente llevar agua de un sitio a otro, en los que la presión a la descarga no es relevante, no se hace necesario debido a que mayormente el recorrido es de solo metros de distancia y el flujo está referenciado e influido por la caída del agua pluvial y del sistema de bombeo.

2) Calcular el caudal: es la cuantía de agua que brotará por el caño de descarga en un período determinado.

Se obtiene observando las diferentes Curvas de Rendimiento del fabricante de la bomba (cada bomba posee una curva de rendimiento propia).

En donde el eje vertical izquierdo señala las alturas, se escoge el valor de la Altura Total calculado y se desplaza en línea recta hacia la derecha hasta tocar la curva que está dibujada. En ese punto se hace una línea vertical y se desplaza el punto hacia abajo hasta tocar el eje horizontal inferior que señala los caudales.

Este corte señala abajo el valor del caudal que esa bomba específica produce cuando existe una altura total calculada previamente.

3.2.3. Principio de Bernoulli

El principio de Bernoulli, refiere “al comportamiento de un fluido agitándose a lo largo de una línea de corriente y enuncia que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que conserva el fluido persiste constante a lo largo de su recorrido” (Strecker, 2010).

La energía de un fluido manda de tres dispositivos:

1. Cinética: es la energía por la velocidad que genera el fluido.
2. Potencial gravitacional: es la energía que obtiene un líquido a causa de la altitud original que se encuentra.
3. Energía de flujo: es la energía que un líquido obtiene según la presión a la que se expone.

Ecuación acreditada como "Ecuación de Bernoulli"

$$\frac{v^2\rho}{2} + P + \rho gz = constante$$

Dónde:

$V = velocidad$

$g = gravedad$

$z = altura$

$P = Presion$

Línea de corriente

“Es una línea imaginaria contigua en todos los puntos al vector velocidad de diferentes partículas en un intervalo dado. Las líneas de corriente consiguen ser convergentes, divergentes o paralelas, pero jamás se cruzan, ya que en un punto dado coexistieran dos velocidades en un mismo instante, lo cual no es realmente posible.

Trayectoria

Es el camino o la ruta que sigue una partícula líquida a través del tiempo.

3.2.4. Curva del Sistema de tuberías

En la totalidad de las instalaciones similares a este proyecto, el flujo de diseño no es constante; sino que coexisten variaciones diarias, mensuales y estacionales en este flujo. De esta manera no resulta tan fácil, innovar una buena elección del sistema de tuberías y equipos de bombeo convenientes. Por esto, es preferente dibujar curvas del sistema de tuberías con las diferentes opciones de diámetro a seleccionar y compararlas con las curvas de las bombas, intercalándolas a determinando al punto de operación de cada bomba con cada sistema, y seleccionando; la composición sistema bomba que sea idóneo de dar mejor caudal con menos potencia, y que mantenga al mismo tiempo, en las necesidades de variación de flujo anticipadamente desarrolladas.

El punto donde se interseca la curva del procedimiento y la curva de la bomba, se denomina punto de operación.

La presencia de bombas en sistemas de tuberías afecta las líneas de energía total y de gradiente hidráulico del flujo, ya que las bombas son máquinas hidráulicas con objetivo de convertir energía mecánica de movimiento en energía cinética del fluido internamente del procedimiento. Para Strecter (2010) “el efecto de dicha conversión es añadir energía por unidad de peso (cabeza de velocidad o cabeza de presión) al flujo. En consecuencia, la bomba debe vencer la cabeza estática más las pérdidas menores y las de fricción en la tubería.”

De la ley inicial de la termodinámica se logra ultimar una ecuación estéticamente semejante a la igualdad de Bernoulli previamente señalada, pero conceptualmente diferente. “La diferencia fundamental yace en los límites de funcionamiento y en la formulación de cada fórmula. La ecuación de Bernoulli es un balance de fuerzas sobre una partícula de fluido que se mueve a través

de una línea de corriente, mientras que la primera ley de la termodinámica reside en un balance de energía entre los límites de un volumen de control dado, por lo cual es más general ya que consiente expresar los intercambios energéticos a lo largo de una corriente de fluido”, como lo son las mermas por frote que despojan energía, y las bombas que incrementan energía al acuoso.

El carácter general se la conoce como, representación energética de la ecuación de Bernoulli:

3.2.5. Altura dinámica total (TDH)

Conocida también como altura total (HT), representado por la diferencia geométrica del nivel de cotas entre la línea de mar y los tanques de almacenamiento en tierra, las pérdidas de carga totales (fricción, locales y en equipos) desarrolladas durante la succión y descarga, y se resta la presión de bombeo suministrada por las bombas de los B/T.

El conjunto elevador convendrá a vencer la diferencia de nivel entre el depósito de succión y el depósito de descarga, más las mermas de carga en cualquier trayecto y añadirle la presión de llegada, por lo tanto, esto es la labor que deberá efectuar la bomba para trasladar un fluido de un depósito al otro.

3.2.6. Altura Geométrica (Hgeo)

Es la diferencia de niveles del agua entre el depósito de succión y el depósito de descarga, representando los niveles de energía en los depósitos.

La altura geométrica se usa cuando se dimensionan las bombas para una instalación. Representa una parte de la potencia total que la bomba necesita para entregar el agua con presión suficiente a los consumidores.

La altura geométrica (hgeo) es un aspecto particular cuando se dimensionan bombas para edificios muy altos, en estos casos tiene una gran influencia en la ecuación de dimensionamiento.

$$H_{geo} = \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) + (z_2 - z_1)$$

Resolviendo la representación energética de la ecuación de Bernoulli es de 10,4 metros.

3.2.7. Flujo laminar y turbulento

Se designa flujo laminar o corriente laminar, a la corriente de un fluido cuando éste es estratificado, metódico y manejable. Un flujo laminar se remueve en láminas paralelas sin entremezclarse y cada partícula de fluido oprime una trayectoria manejable, denominada línea de corriente. En flujos laminares el mecanismo de transporte adyacente es exclusivamente molecular. Se muestra en las duchas eléctricas.

El flujo laminar es especial de líquidos a velocidades descendes o viceversa, mientras que los acuosos de viscosidad baja, celeridad alta o magnos caudales suelen ser alborotadores. El representación de Reynolds es una medida adimensional explicativo en las ecuaciones que refieren en qué contextos el flujo será laminar o escandaloso.

Los flujos logran catalogarse de acuerdo al efecto de las fuerzas de inercia y las comprometidas a la viscosidad, por medio del número de Reynolds, el cual se precisa como:

$$Re = \frac{Vd}{\xi}$$

Dónde:

V = velocidad (m/s)

d = diámetro (m)

ξ = viscosidad cinemática (m²/s)

El valor de esta cantidad a dimensional indica el tipo de flujo que se presenta en un conducto.

“Aunque no existe un criterio unificado para determinar los valores del número de Reynolds, para determinar el tipo de flujo, se puede utilizar los siguientes

rangos, sin olvidar que en la literatura especializada se pueden encontrar algunas diferencias:”

Re (flujo) < 2000; flujo laminar

Re (flujo) > 3000; flujo turbulento

3.2.8. Cavitación

La cavitación se origina cuando el agua o cualquier tipo de fluido en estado líquido transitan a gran velocidad por una arista cortante, provocando una descompresión del fluido. Puede suceder que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo conciertan a cambiar inmediatamente a etapa de vapor, creando burbujas o cavidades. Las burbujas hechas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor regresa al estado líquido de modo súbito, destruyéndose bruscamente las burbujas) ocasionando una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que produce este fenómeno.

“Además la implosión origina ondas de presión que recorren en el líquido. Estas consiguen disiparse en la corriente del líquido o chocan con una superficie. Si la zona donde colisionan las ondas de presión es la misma, el material se debilita metalúrgicamente e inicia una erosión que puede dañar la superficie, provocando que ésta se convierta en una zona de mayor pérdida de presión y por lo tanto mayor foco de formación de burbujas de vapor.”

Las pompas de vapor se encuentran agrupas o en unión con un muro sólido cuando implosionan, las potencias cultivadas por el fluido al hundir la cavidad causada por el vapor dan lugar a presiones situadas muy altas, estableciendo picaduras en el área sólida.

El anómalo corrientemente va seguido de ruido y agitaciones, estableciendo la opinión de que se presentara de grava que magulla en los desemejantes fragmentos del artefacto.

3.3. SISTEMA ANAEROBIO

El tratamiento anaerobio para aguas servidas consiste de dos fases, en donde se optimizan las etapas de la digestión anaerobia hidrolizando en un primer reactor el desecho y luego tratando el material solubilizado para separar el agua a un posterior proceso de filtración y purificación del agua dentro de una reasignación a la casa unifamiliar.

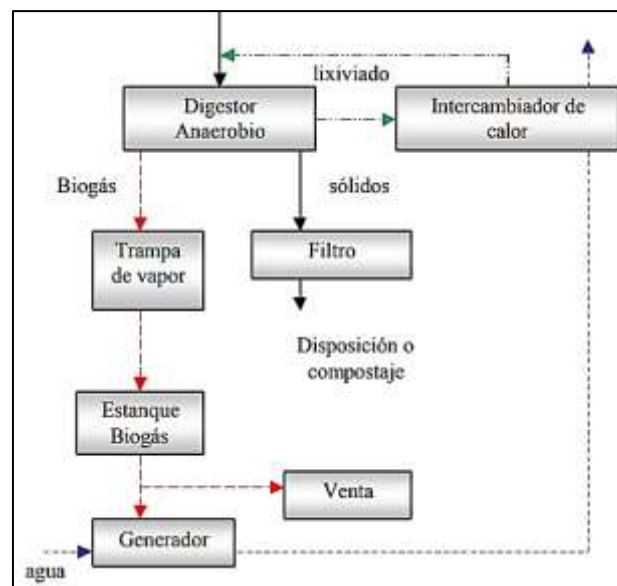


Figura 24. Sistema anaerobio
Adaptado de: El autor (2018)

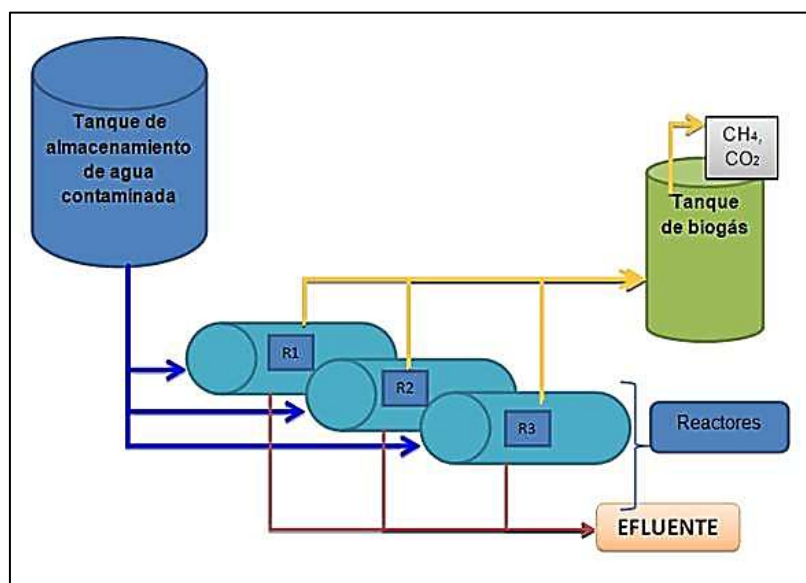


Figura 25. Diseño del sistema anaerobio

Adaptado de: El autor (2018)

3.4. CÁLCULOS

Para mayor detalle refiérase el Anexo 4.

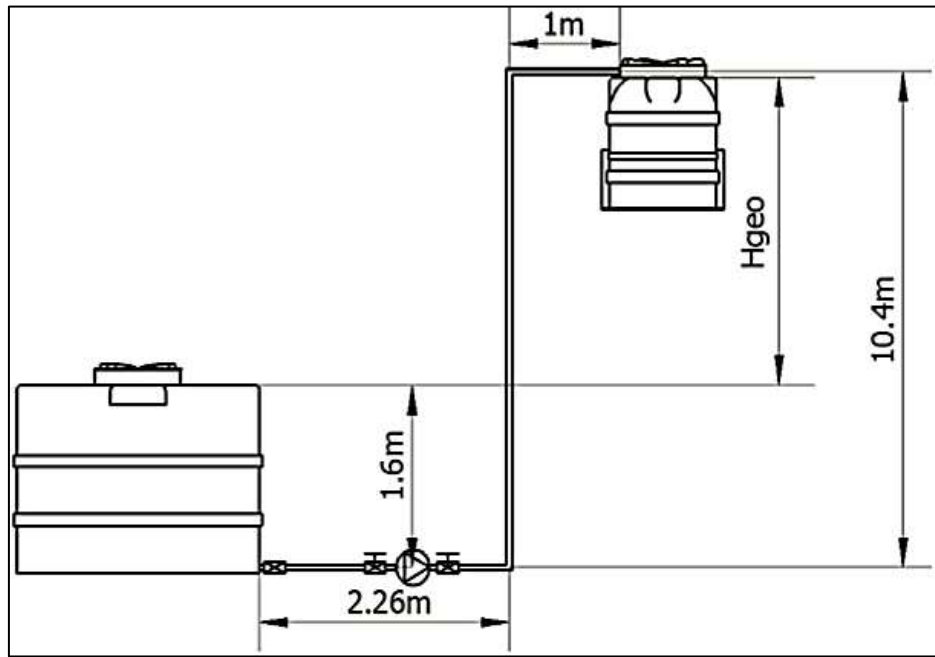


Figura 26. Cálculo de distribución
Adaptado de: El autor (2018)

Datos:

H_{geo} (Altura de caída) = 9 m

P_d (Presión descenso) = 1 atm

P_s (Presión salida) = 1 atm

T_{H_2O} (Temperatura del agua) = 15 °C

ρ (Presión sometida el material) = 999.1 kg/m³

$$D = 1'' \rightarrow 0,0254 \text{ m}$$

$$L_T = 13,66 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m} \rightarrow \text{PVC}$$

$$\xi = 1.141 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

3.5. SISTEMA DE TUBERÍAS

Las tuberías deben ser seleccionadas de acuerdo a sus características:

Tabla 13. Selección de tubería

Comparativa entre Sistemas de Alimentación de Agua										
Materiales	Agua caliente	Calefacción	Para exterior	Tipo de conexión	Fácil instalación	Características			Coste instalación	Dímetros disponibles
Polibutileno	✓	✓	✗	Empaque	→	Resistencia hasta 15 bares	Flexible	✗ No resistente	→	15, 22
Multicapa compresión	✓	✓	✗	Resaca	→	Resistencia hasta 20 bares	Flexible	✗ No resistente	→	16, 20, 25
PPR	✓	✓	✗	Mixtura Termofusión	→	Resistencia hasta 20 bares	Rígido	✗ No resistente	→	20, 25
Cobre	✓	✓	✗	Soldar	→	Resistencia hasta 20 bares	Rígido	✗ No resistente	→	12, 15, 18, 22
Poliétileno	✗	✗	✓	Resaca	→	Resistencia hasta 10 bares	Flexible	✗ No resistente	→	20, 25, 32
PVC Presión	✗	✗	✗	Encajar	→	Resistencia hasta 16 bares	Rígido	✗ No resistente	→	20, 25, 32, 40, 50

Adaptado de: Ferreteco (2018)

Para el manejo exterior del proyecto se recomienda tubería de polietileno, que además es flexible y soporta la caída del agua desde el tanque a la casa. La medida recomendada es de 15 cm. De diámetro.

Los accesorios son:

Tabla 14. Pérdidas por accesorios

Accesorios	Cantidad	K	C x K
Codo 90°	2	30(0,023)	1.38
Válvula de compuerta	2	0,2	0.4
		K_{total}	1.78

Adaptado de: Matirelli (2017)

A continuación, se grafica la curva del sistema de tuberías sobre la curva de la bomba para encontrar el punto de operación de la bomba acorde a los datos de proyección de Matirelli (2017).

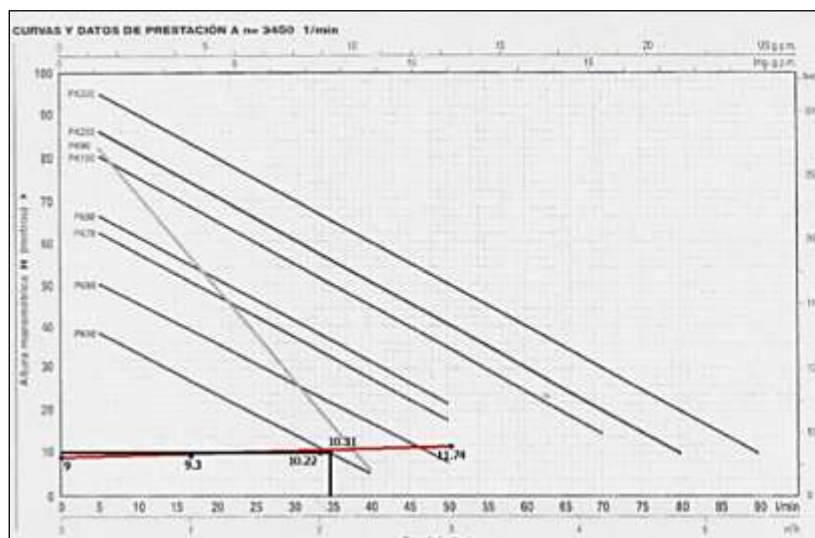


Figura 27. Curva de media que usa la bomba
Adaptado de: Matirelli (2017)

Posteriormente y referente a la presión que se tiene se debe seleccionar una bomba dentro de las siguientes características en el mercado nacional.

Tabla 15. Características técnicas de las bombas

Model	Outlet Size in Inches	Motor Power		Phase	Maximum Head in meter	Nominal flow in m ³ /h	Solid handling capacity (mm)
		kW	HP				
CDR-PV03-B S	1½	0.37	0.50	1 Ph	6.6	5.8	20
CDR-PV05-B S	1½	0.55	0.75	1Ph	9.6	9.2	20
CDR-PV07-C S/T	2	0.75	1.0	1 / 3 Ph	10.5	25.0	40
CSL-PV05-B S	1½	0.55	0.75	1 / 3 Ph	8.6	11.8	30
CSL-PV07-C S/T	2	0.75	1.0	1 / 3 Ph	10.5	25.0	40
CSL-PV15-C S/T	2	1.5	2.0	1 / 3 Ph	12.6	31.2	40
CSL-PV22-C S/T	2	2.2	3.0	1 / 3 Ph	16.6	35.0	40
CSL-PV22-D S/T	2½	2.2	3.0	1 / 3 Ph	8.6	34.3	60

Adaptado de: Ferreteco (2018)

Se procede a seleccionar la bomba PK 60 debido a que satisface todas las necesidades de bombeo con el mínimo consumo energético como se expone a continuación con la ficha técnica.

FICHA TÉCNICA	
Potencia	½ HP
Caudal	90 L/min (5.4 m ³ /h)
Altura	10 m
Voltaje	110 V
Tipo: agua limpia	
Aplicaciones: doméstico	
Usos: abastecimiento de agua, sistemas de presión, irrigación	
Tipología: superficie	
Familia: periférico	



Figura 28. Ficha técnica de la bomba PK 60
Adaptado de: Ferreteco (2018)

Cavitación

Datos:

P_o = Presión de origen

P_s = Presión de salida

V = volumen

Y = presión a soportar

$$P_o = P_s = 75\% (1 \text{ atm}) = 76 \text{ KPa}$$

$$P_{sat@15 \text{ C}} = 1.7057 \text{ KPa}$$

$$H_s = 1.6 \text{ m}$$

$$V = 0,318 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\gamma = 9807.06 \text{ N/m}^3$$

$$NPSH_D = \frac{P_o - P_{sat}}{\gamma} - H_s - H_{r_{asp}}$$

Pérdidas:

$$f = 0,033719$$

Accesorios:

Tabla 16. Proceso de cavitación

Accesorios	Cantidad	K
Válvula Check	1	2.5
Válvula de compuerta	2	0,2
	K_{total}	2.9

Adaptado de Matirelli (2017)

Se tiene aproximadamente 9 m de presión de agua disponible para la succión, de los cuales se está usando 2.26 m por lo cual se puede decir que la bomba de agua no cavita.

Tabla 17. Características de la válvula de control de la bomba

TAMAÑO	CV (ESFÉRICA)	CV (ANGULAR)	FLUJO A 20 PIES/SEG(GPM)	FLUJO A 30 PIES/SEG(GPM)	TOTALMENTE ABIERTA A:(GPM)	CÁMARA DE DIAFRAGMA DESCARGA (GALONES)
1 ¼	23	30	85	127	50	0.02
1 ½	27	35	120	180	50	0.02
2	47	65	210	315	100	0.05
2 ½	68	87	300	450	140	0.06
3	120	160	460	690	220	0.10
4	200	270	800	1200	400	0.2
6	450	550	1800	2700	950	0.6
8	760	1000	3100	4650	1300	1.0
10	1250	1600	4900	7350	2000	2.5
12	1940	2400	7000	10.500	2800	4.0
14	2200	--	8450	12.700	3300	6.5
16	2850	4000	11.000	16.500	4500	9.6
24	6900	--	25.000	37.500	9300	28.0

Adaptado de: Ferreteco (2018)

De acuerdo a las características referenciadas se utilizará una válvula de bola para el manejo ágil del ingreso del agua a la vivienda unifamiliar.



Figura 29. Válvula de bola
Adaptado de: Ferreteco (2018)

3.5.1. Viviendas Existentes



Figura 30. Estructura de aplicación
Adaptado de: Matirelli (2017)

Para la aplicación del sistema de reciclado de agua en viviendas ya existentes solo se tendrá que eliminar el tanque elevado e instalar un pequeño grupo hidroneumático que está compuesto por:

- Electrobomba
- Presostato
- Manómetro
- Tanque

De acuerdo a las características de la presente investigación se seleccionó el grupo hidroneumático PKm 60- 24CL

Tabla 18. Listado de bombas

GRUPOS AUTOMATICOS DE PRESION (AUTOCLAVES)				
				
PRESTACIONES				
MODELO	POTENCIA		CAUDAL (1) litros/min	AJUSTE (2) bar
	kW	HP		
HYDROFRESH 24 SF				
PKm 60 - 24 SF	0.37	0.50	32	1.4 + 2.8
PKm 65 - 24 SF	0.50	0.70	40	1.5 + 3.0
JSWm 1 CX - 24 SF	0.37	0.50	45	1.2 + 2.6
JSWm 1 BX - 24 SF	0.50	0.70	50	1.4 + 2.8
JSWm 1 AX - 24 SF	0.60	0.85	50	1.8 + 3.2
JSWm 10MX - 24 SF	0.75	1	80	1.4 + 2.8
JSWm 12MX - 24 SF	0.90	1.25	80	2.0 + 3.5
JSWm 15MX - 24 SF	1.1	1.5	80	2.5 + 4.0
HYDROFRESH 24 CL				
PKm 60 - 24 CL	0.37	0.50	32	1.4 + 2.8
PKm 65 - 24 CL	0.50	0.70	40	1.5 + 3.0
CPm 620 - 24 CL	0.75	1	90	1.8 + 3.2
CPm 650 - 24 CL	1.1	1.5	120	2.2 + 3.5
JSWm 1 BX - 24 CL	0.50	0.70	50	1.4 + 2.8
JSWm 1 AX - 24 CL	0.60	0.85	50	1.8 + 3.2
JSWm 10MX - 24 CL	0.75	1	80	1.4 + 2.8
JSWm 12MX - 24 CL	0.90	1.25	80	2.0 + 3.5
JSWm 15MX - 24 CL	1.1	1.5	80	2.5 + 4.0
JCRm 1 B - 24 CL	0.50	0.70	50	1.4 + 2.8
JCRm 1 A - 24 CL	0.60	0.85	50	1.8 + 3.2
JCRm 10M - 24 CL	0.75	1	80	1.4 + 2.8
JCRm 15M - 24 CL	1.1	1.5	80	2.5 + 4.0
HYDROFRESH 60 CL				
JSWm 10MX - 60 CL	0.75	1	80	1.4 + 2.8
JSWm 12MX - 60 CL	0.90	1.25	80	2.0 + 3.5
JSWm 15MX - 60 CL	1.1	1.5	80	2.5 + 4.0

Adaptado de: Productos Montreal (2018)



Figura 31. Selección de bomba
Adaptado de: Productos Montreal (2018)

Características:

Son encomendadas para bombear agua limpia, sin bazofias y líquidos químicamente no impetuosos.

Por su familiaridad, simplicidad en la utilización y su costo, son aptas para la rutina doméstica y para la distribución de agua interconectadas a pequeños tanques de presión para irrigación de jardines y granjas

La disposición establecerá en zonas cerradas o protegidas del exterior.

Líquido: agua limpia

Uso: doméstico, civil

Tipología: superficie

Familia: centrífugas

Campo de las prestaciones

Caudal hasta **90 l/min** (5.4 m³/h)

Altura manométrica inclusive de **100 m**

Límites de empleo

Altura de aspiración manométrica

hasta 8 m

Temperatura del líquido de -10 °C

hasta +60 °C

Temperatura ambiente

hasta +40 °C (+45 °C para PK 60)

Presión máx. en el cuerpo de la bomba:

- **6.5 bar** para PK 60-65-70-80
- **10 bar** para PK 90-100-200-300

El funcionamiento continuo **S1**

3.6. FINANCIAMIENTO

3.6.1. Costo variable unitario

A continuación, se describe el costo de componentes monopolizados en el sistema de reciclaje, control, purificación y utilización de agua lluvia obteniendo un valor aproximado.

Tabla 19. Costos del soterramiento

Rubro	Costo
Excavadora	40.00
Volqueta	200.00
Cemento	500.00
Mallas	40.78
Mano de obra	300.00
Total	1100.78

Tabla 20. Costos del interceptor de agua

Rubro	Costo
Sensor	100.8
Electroválvula	143.45
Temporizador	44.64
Tanque	50.00
Sello mecánico	25.00
Total	363.89

Tabla 21. Costos del interceptor de agua

Rubro	Costo
Filtro	97.36
Deposito 5m ³	1918.56
Total	2015.92

Tabla 22. Costos del sistema de bombeo

Rubro	Costo
Válvula Check	35.00
Válvulas de compuerta	20.00
Bomba	98.00
Total	153.00

Tabla 23. Costos del sistema de distribución en el hogar

Rubro	Costo
Tanque 1m ³	179.44
Perfil G	56.50
Total	235.94

Tabla 24. Costos del sistema de baypass

Rubro	Costo
Válvula Or	50.00
Válvula pilotada	81.41
Total	131.41

Tabla 25. Costos totales hacia la inversión

Rubro	Costo
Subterráneo	1100.78
Interceptor de primeras aguas	363.89
Almacenamiento	2015.92
Sistema de bombeo	153.00
Sistema de Distribución	235.94
Sistema Baypass	131.41
Total	4000.94

El costo total del sistema es de \$4000.94.

CAPITULO V

4. PROPUESTA METODOLOGÍA.

4.1. INTRODUCCIÓN.

Una vez realizado los análisis y los estudios necesarios para el diseño del sistema hidrosanitaria y el sistema fotovoltaico en la casa unifamiliar del sector de Motolo. Estas premisas fueron analizadas y explicadas del CAPÍTULO II AL III del presente documento.

Para este fin y para que la ejecución de los trabajos tenga una secuencia adecuada y de esta manera se pueda llegar a feliz término en la ejecución del proyecto, proponemos la siguiente Propuesta y Metodología de Construcción.

4.2. SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA VIVIENDA.

Obtenidos los datos de pluviosidad en el sector, se inicia con el diseño hidrosanitaria para la casa unifamiliar. Considerando datos importantes como los ambientes que posee dicho inmueble, de entre ellos tenemos:

- Una Sala
- Una Cocina
- 2 Dormitorios
- Un Baño compartido.

Otros de los datos importantes para el diseño de abastecimiento de agua lluvia y su respectivo tratamiento son:

- Distancia de los aleros del inmueble
- Dimensiones del canal de recolección
- Diseño del taque de almacenamiento y abastecimiento (Cisterna)
- Distancia de la Fosa séptica con respecto al inmueble.

Y como resultante de ella saldrán los diámetros, tipo y cantidad de tubería, tanto para el sistema sanitario como para el sistema hidráulico.

4.2.1. AGUA POTABLE.

Las redes interiores de abastecimiento de agua potable constan de una conexión desde la red exterior y ramales secundarios para la batería sanitaria, cocina y áreas exteriores. Obteniendo de ello los siguientes datos:

- Baño
 - 2 puntos de agua caliente
 - Ducha
 - Lavamanos
 - 3 puntos de agua fría
 - Ducha
 - Lavamanos
 - Inodoro
- Cocina
 - 2 puntos de agua caliente
 - Fregadero
 - Lavadora
 - 2 puntos de agua fría
 - Fregadero
 - Lavadora
- Exterior
 - 2 puntos de agua fría
 - Fachada frontal
 - Patio posterior

4.2.1.1. Distribución de puntos en plan

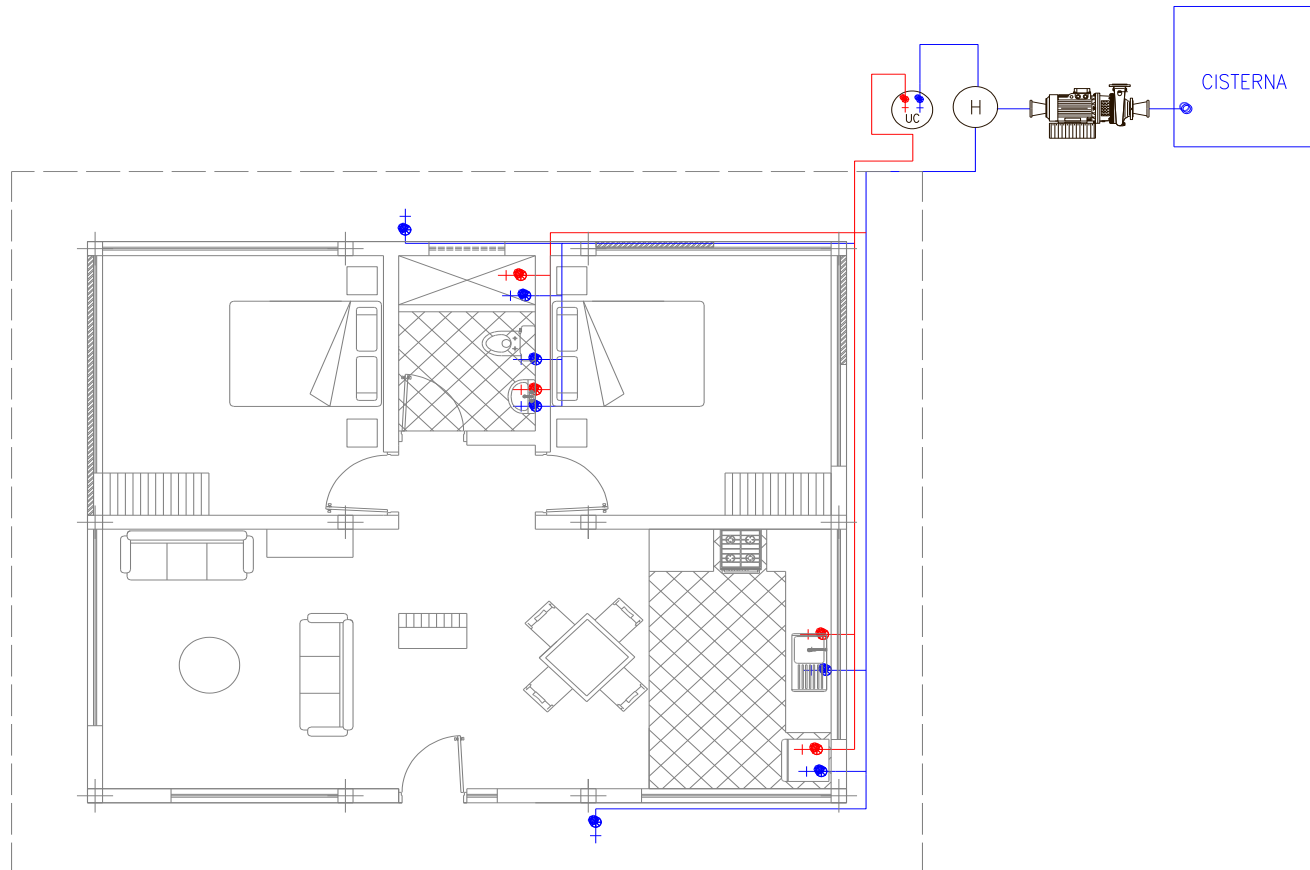


Figura 32. Diseño y distribución Hidráulica

4.2.1.2. Simbología del diseño hidráulico










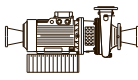




	TENDIDO DE TUBERIA AGUA FRIA
	TENDIDO TUBERIA AGUA CALIENTE
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA CHECK
	SALIDA DE AGUA FRIA
	SALIDA DE AGUA CALIENTE
	COLUMNA DE AGUA
	MEDIDOR DE AGUA Y VALVULAS
	TANQUE HIDRONEUMÁTICO
	BOMBA
	VALVULA DE FLOTADOR
	REDUCCIÓN
	UNIDAD DE CALENTAMIENTO
	PASO DE LOSA DE TUB. DE AAPP.

Figura 33. Simbología del Diseño y distribución Hidráulica

4.2.2. SISTEMA SANITARIO

4.2.2.1. Ramales Colectores

Para su cálculo se han tomado como base las siguientes unidades de aparato:

Tabla 26. Ramales Colectores

Aparato Descarga	Unidad De
Lavamanos	1 U
Fregaderos	1 U
Inodoros	1 U
Lavadora	1 U
Rejilla de piso ϕ 2"	3 U

Todas las derivaciones provenientes de un inodoro, tendrán un diámetro de 110 mm. Los diámetros del resto de aparatos se encuentran señalados en los planos respectivos. La pendiente de los ramales colectores será del 1 %

Los ramales secundarios se han diseñado de manera que estos descarguen en los ramales colectores recorriendo el camino más corto posible, garantizando de esta manera una evacuación rápida y eficiente de las aguas servidas.

4.2.2.2. Colectores

Para el cálculo se ha considerado:

- Caudal máximo (número de unidades de descarga máximo)
- Adición de detritos.
- Pendiente mínima del 1%

4.2.2.3. Materiales

El sistema de desagüe de aguas servidas estará constituido por tubería de PVC E/C clase B.

4.2.2.4. Ángulos de Acople

Los cambios de dirección, derivaciones y empalmes en los colectores se obtendrán mediante la unión de los accesorios del mismo material especificado.

4.2.2.5. Distribución de ramales y puntos sanitarios en plano

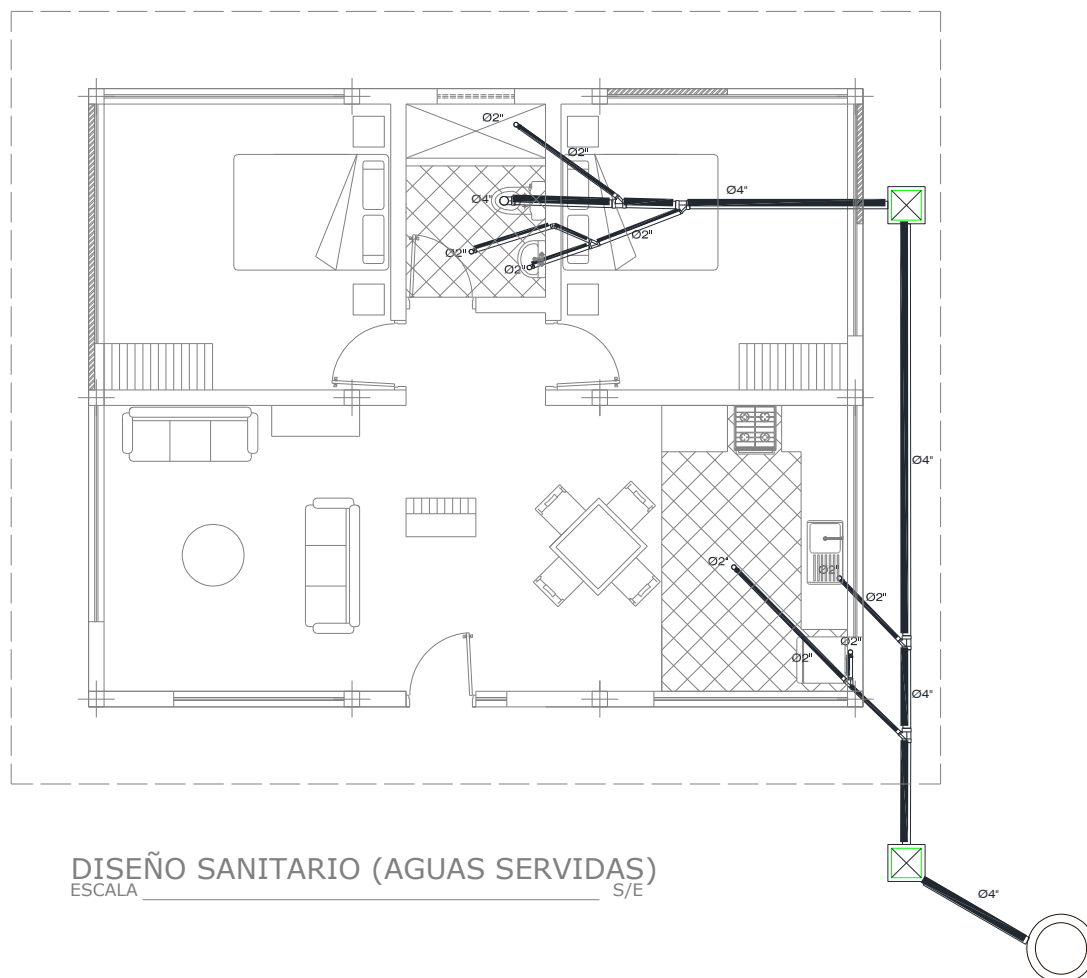


Figura 34. Diseño Sanitario

4.2.2.6. Simbología diseño sanitario













	TUBERIA RED AGUAS SERVIDAS PVC-D
	TUBERIA RED AGUAS LLUVIAS PVC-D
	REJILLA
	YEE
	BAJANTE
	SALIDA DE INODORO
	CODO
	REDUCCIÓN
	DESAGÜE DE PISO
	CAJA DE REVISIÓN RED AGUAS SERVIDAS
	TAPA DE REGISTRO DE AA.SS.
	POZO SEPTICO

Figura 35. Simbología Diseño Sanitario

4.2.3. SISTEMA DE RECOLECCIÓN AGUAS LLUVIAS.

En este proyecto será considerado como el sistema primordial dentro del diseño hidrosanitaria, ya que de su efectividad dependerá los otros dos sistemas como son el hidráulico y el sanitario. El sistema está constituido por sumideros de piso en la cubierta, canales de tol y bajantes PVC (BALL) y colectores en el nivel inferior.

4.2.3.1. Ramales colectores.

En la cubierta se han definido áreas de aportación con pendientes del 1% hacia los sumideros respectivos (ponchera de tol) que a su vez, mediante los canales de tol, se conectan a los bajantes BALL. PVC

Todas las tuberías de colectores horizontales deberán tener una pendiente mínima del 1% para asegurar el flujo en condiciones de máxima precipitación hacia el tanque de almacenamiento (Cisterna).

Para el dimensionamiento de la tubería se ha adoptado una intensidad de lluvia igual a 126 mm/hora que corresponde a un período de retorno de 15 años aplicado a la ecuación de intensidad, duración y frecuencia de lluvias del sector (Motolo, provincia de Pastaza) cuya expresión es:

$$I = (39,90 T^{0.09}) \times t^{-1,98} [\ln (t + 3)]^{5,39} (\ln T)^{0,11}$$

Donde:

$$T = 15 \text{ años}$$

$$t = 5 \text{ min.}$$

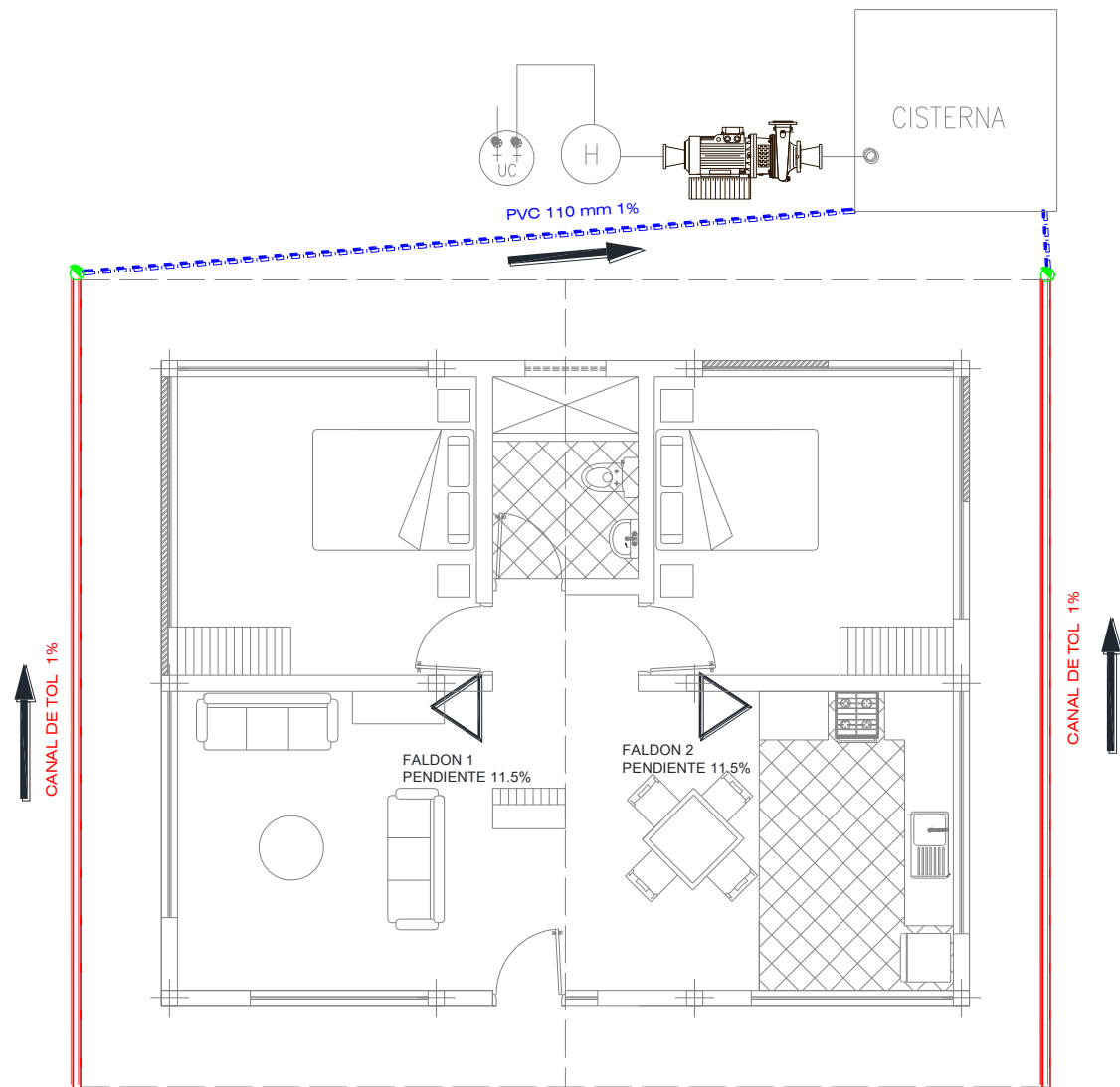
Las áreas máximas de drenaje para bajantes llenos a la cuarta parte son:

Diámetro	Área Máxima
75 mm	100 m ²
100 mm	275 m ²

4.2.3.2. Bajantes

Por el planteamiento arquitectónico del inmueble, particularmente el de casas unifamiliares, se han previsto bajantes PVC de 75 mm, sin embargo por el diseño de recolección se instalará bajantes PVC de 110 MM, que va sujetos y acoplados a las poncheras de tol

4.2.3.3. Plano sistema recolección agua lluvia



DISEÑO RECOLECCIÓN AGUAS LLUVIA
 ESCALA _____ S/E

Figura 36. Diseño de recolección de aguas lluvia.

4.2.3.4. Simbología sistema recolección de aguas lluvia


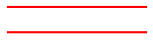












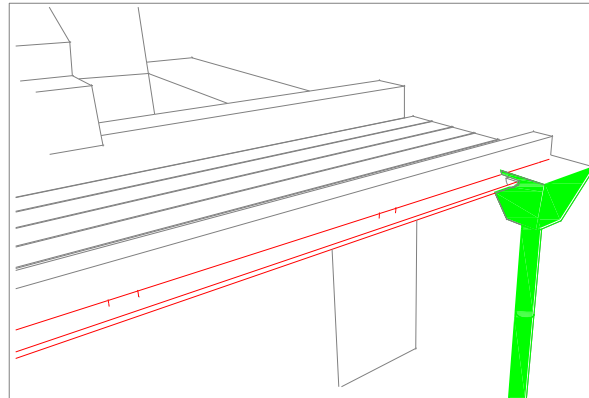
	TUBERIA PVC RECOLECCION 110 MM
	CANAL DE TOL GALVANIZADO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA CHECK
	SALIDA DE AGUA FRIA
	SALIDA DE AGUA CALIENTE
	COLUMNA DE AGUA
	MEDIDOR DE AGUA Y VALVULAS
	TANQUE HIDRONEUMÁTICO
	BOMBA
	VALVULA DE FLOTADOR
	REDUCCIÓN
	UNIDAD DE CALENTAMIENTO
	PONCHERA DE TOL Y BALL PVC 110 MM

Figura 37. Simbología del Diseño de recolección de aguas lluvia.

4.2.3.5. Detalles constructivos



ESQUEMA DE BAJANTE AGUA LLUVIA

Figura 38. Componentes del sistema de recolección de aguas lluvia



Figura 39. Sistema de colección de aguas lluvia, Casa Panecillo.
Adaptado de: Diego Pichucho (2018)

1. PONCHERAS DE TOL GALV. E= 1.4 MM
2. BAJANTE A.L.L. PVC-D 110 MM
3. CANAL DE TOL GALV. E= 1/32" Y 40 CM DESARROLLO

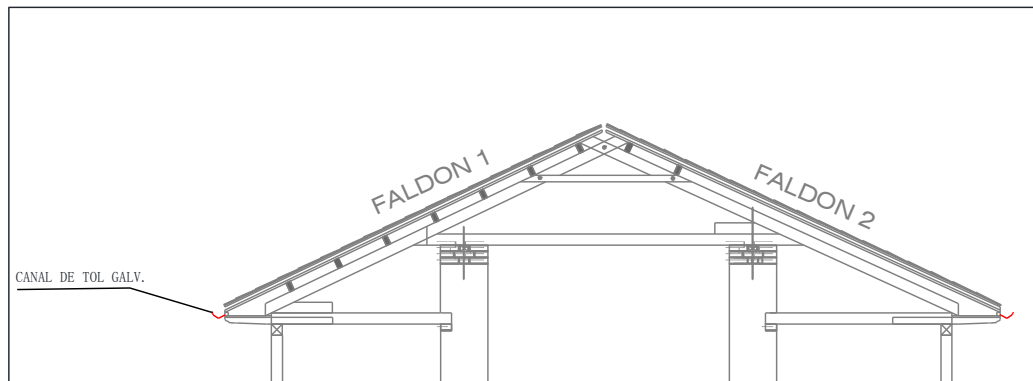


Figura 40. Detalle de Cubierta.

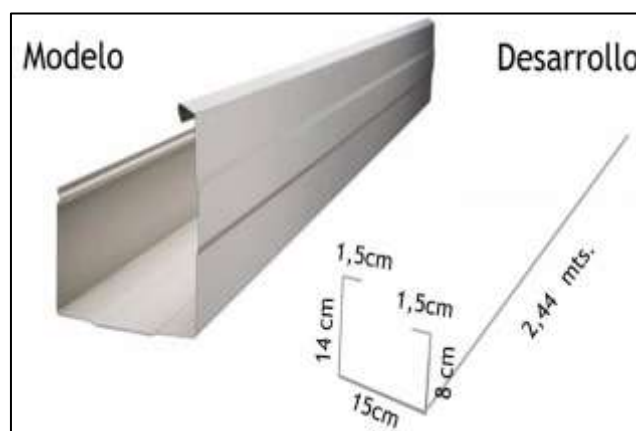


Figura 41. Modelo Canal de tol galv.

4.3. DISEÑO SISTEMA FOTOVOLTAICO.

4.3.1. INTRODUCCIÓN.

Preocupados por la eficiencia energética de nuestro país y del mundo, las energías renovables es un sector actualmente en auge, una de estas energías renovables es la energía solar fotovoltaica, que la única fuente de energía viene a ser las radiaciones que produce el sol.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica.

El acoplamiento en serie de estas células permite obtener voltajes en corriente continua, adecuados para alimentar dispositivos electrónicos sencillos o a mayor escala, esta corriente eléctrica continua generada por los paneles se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica

4.3.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES

Un sistema fotovoltaico consiste en aquel dispositivo que hace uso de la radiación solar, originando energía eléctrica, bajo escenarios a ser aprovechados por los seres humanos. Cabe recalcar que dicho sistema se compone de los elementos que a continuación se presentan:

Módulos o paneles fotovoltaicos, los cuales reciben la radiación solar, convirtiéndola en corriente eléctrica continua.

Regulador de carga, se encarga de regular la conductividad de la electricidad de cada módulo dirigido hacia puestos de consumo o de batería, de esta manera se garantiza la vida útil larga. Hay que considerar que, dentro de las instalaciones solares fotovoltaicas, las baterías que forman parte de estas se exponen a períodos de carga y descarga frecuentes. En este caso el mencionado regulador examina la corriente (I) y la tensión (V). Adicional suelen proporcionar indicación sobre la batería cuando está en proceso de carga,

cargada totalmente, protegiéndola de una carga excesiva, gracias a sus sensores de temperatura.

Baterías especiales (baterías solares), son aquellas que están expuestas a permanentes ciclos de descarga y carga, desarrollándose de forma tal que los componentes que hacen parte de esta tienen la facultad de poseer características de sistemas fotovoltaicos.

Inversor (también llamado convertidor), permita transmutar la corriente continua, como es el caso de la corriente de 12 V, que es percibida por paneles, con una corriente alterna de 120 V. Es importante recalcar que casi todos los dispositivos trabajan con corriente alterna. Es indispensable que dichos inversores tengan protecciones en caso de descargas en el sistema, por desproporción de temperatura, inversión de polaridad o batería baja.



Figura 42. Paneles solares
Adaptado de: Montero (2017)

Todo panel solar se compone por distintas células semejantes, las cuales se encuentran enlazadas de manera eléctrica, sea: entre ésta, en paralelo y/o en serie, es por ello que la corriente y tensión provista por el panel aumenta a fin de poder adaptarse al valor esperado. Los paneles fotovoltaicos son contruidos relacionando en primer lugar a las células en serie, y con ello alcanzar un nivel de tensión requerido, finalmente este proceso es asociado de

forma paralela bajo diversas vinculaciones en serie de las células alcanzando un nivel de corriente estándar. Por otro lado, el panel posee otros dispositivos adicionales a las mencionadas células solares, los cuales posibilitan una adecuada defensa de la vinculación haciendo frente a agentes externos; garantizando la suficiente rigidez, y sujetando a las estructuras que la resistan y dando lugar a una eficiente conexión eléctrica.

Dichos elementos son:

- **Cubierta exterior de cara al sol:** la cual es a base de vidrio, lo que facilita la transferencia de radiación solar. La característica principal de este elemento es su alta transmisividad, resistencia mecánica, además de su incipiente composición a base de hierro.
- **Encapsulante:** usualmente está elaborado a base de EVA (etil-vinilacetato) o de silicona. Su función es clave ya que permite que no se afecte la transparencia dada la continua exposición al sol.
- **Protección posterior:** a la par de la protección debe proporcionar rigidez, además de evitar posibles agentes atmosféricos. De manera usual se hace uso de láminas constituidas por diversos mantos de materiales con características diferentes.
- **Marco metálico:** otorga seguridad dada la estanqueidad y rigidez, además está conformado por distintos elementos para soportar la estructura exterior del panel. La unión existente entre los elementos del módulo y el marco metálico esta llevada a cabo bajo diversas clases de sistemas invulnerables ante los escenarios de trabajo de los paneles solares.
- **Cableado y bornes de conexión:** dentro de una instalación eléctrica, se encuentran con protecciones en los casos en los que se ubican bajo la intemperie a través de cajas.
- **Diodo de protección:** se encarga de dar protección contra posibles sobrecargas, así como distintas variaciones dadas las actividades del panel.

4.3.3. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento se ejecutará en función de los Anexos 1,2 y 3. Utilizados en forma previa para el sistema de recolección de agua.

La distribución de los módulos sobre la cubierta se ha de realizar con el fin de maximizar la producción anual de energía. Los principales parámetros que afectan al rendimiento de una instalación solar son:

- Orientación
- Inclinación
- Sombras sobre los módulos fotovoltaicos
- Pérdidas eléctricas
- Ventilación de los módulos fotovoltaicos

4.3.4. Características y especificaciones de los componentes

A continuación, se analizan los principales componentes que forman la instalación. El conexionado de los diferentes elementos de la instalación se especifica en el esquema eléctrico adjunto en anexos

4.3.4.4. Generador solar FV

El generador solar está compuesto por 5 placas fotovoltaicas SOLON PQ 210 DE 210 Wp. Para evitar que se generen sombras en las placas, en la disposición de las mismas se guardarán las distancias. El campo fotovoltaico está formado por 2 líneas en paralelo, que se agrupan en una caja de conexión. Cada una de ellas está formada por 2 placas en serie. Las conexiones de salida están en una caja de conexiones con un grado de protección IP65. Las conexiones de salida llevan incorporados diodos by-pass para protección en caso de mal funcionamiento de una de las placas. Las especificaciones eléctricas para una radiación estándar de 1000 W/m² y 30° C de temperatura son las siguientes.



Figura 43. Placa solar SOLON PQ 210
Adaptado de: Electroprover (2018)

Tabla 27. Especificaciones de la placa solar SOLON PQ 210

Potencia pico * (P _{máx.})	210 W _p + 3%
Tensión en vacío (U _o)	37.0 V
Intensidad de cortocircuito (I _{cc})	7,85 A
Tensión en el punto de máxima potencia (U _{MPP})	29,8 V
Intensidad en el punto de máxima potencia (I _{MPP})	7,20 A

En la siguiente tabla se pueden ver el resto de especificaciones de la placa fotovoltaica. Las dimensiones son las de la placa sin estructura de sujeción. - P_{máx.}: Se llama potencia pico (unidades W_p) a la máxima potencia que puede generar la placa con una radiación incidente de 1000 W/m² y A.M. 1.5 (condiciones de día claro).

Tabla 28. Otras especificaciones de la placa solar SOLO PQ 210

Altura	1.660 mm.
Ancho	990 mm.
Profundidad	50 mm.
Peso	21 Kg.
Células fotovoltaicas por placa	60

4.3.4.5. Inversor

Las placas fotovoltaicas generan electricidad en corriente continua y a una tensión de aproximadamente 20-50 V., para poder ser inyectada en una red eléctrica de corriente alterna 110/220V. se hace uso de los llamados inversores u onduladores. Estos serán de tipo y características específicas para un sistema de conexión a la red de tensión y frecuencia dado. Se utilizarán inversores que tengan integradas alguna de las protecciones necesarias para la interconexión, aislamiento galvánico, protección de máxima/mínima tensión, protección de máxima/mínima frecuencia y desconexión automática en caso de corte de la corriente de la red. La instalación, dispone de un inversor tipo SOLARMAX 100 C de la empresa Solarmax.



Figura 44. Inversor SOLARMAX 100
Adaptado de: Electroprover (2018)

El inversor utilizado tiene las siguientes características técnicas:

Tabla 29. Características del inversor

Lado de corriente continua	
Máxima potencia admisible	130 Kw.
Rango de tensión de entrada	430 a 800 V
Tensión máxima de entrada	900 V
Lado de corriente alterno-trifásico	
Tensión de salida (+10 / - 15 %)	3X400 V
Frecuencia (+/- 0,2 Hz)	50 +/- HZ
Potencia nominal	100 Kw
Total Distorsión Armónica (THD)	< 3,5 %
Datos del sistema	
Eficiencia máxima	96,00%
Dimensiones	1200X800x1300 mm
Peso	935 Kg
Clase de protección	IP 21
Fabricante	Solarmax

Las placas irán conectadas en serie formando grupos de 5 placas. De esta manera la tensión en el punto de máxima potencia tiene un valor de $5 \times 29,8 \text{ V} = 149 \text{ V}$, siendo esta máxima cuando las placas están trabajando en vacío con $5 \times 37,0 \text{ V} = 185,0 \text{ V}$. dentro del margen de tensiones de entrada del inversor (430 V- 800 V).

4.3.4.6. Conexión de los módulos fotovoltaicos

Como se ha explicado en el apartado anterior, los módulos fotovoltaicos conectarán formando grupos de 5 módulos conectados en serie para alcanzar la tensión de entrada del inversor deseada. A su vez, se agrupan en paralelo y distribuido en una caja de conexión. La intensidad que circula para un grupo de módulos conectados en serie viene definida para la intensidad del módulo más desfavorable. De esta manera, a fin de maximizar la producción de la casa unifamiliar es importante conectar en serie módulos que tengan condiciones de radiación lo más similares posible. Asimismo, se busca minimizar las longitudes

de cable utilizado de a fin de reducir el coste de la instalación y minimizar las pérdidas por el efecto Joule. Estos son los criterios que se han seguido a la hora de diseñar el conexionado eléctrico de los módulos fotovoltaicos. La conexión de las cajas de conexión con los inversores se realiza mediante conductor de cobre de las secciones que se describen en los cálculos justificativos.

4.3.4.7. Protecciones de la interconexión.

Para la desconexión del sistema interconectado se ha previsto una serie de protecciones de manera que cualquier variación o anomalía en las condiciones de trabajo impuestas por la Compañía Eléctrica de Pastaza, permita la desconexión para no afectar a los usuarios de red. Estas protecciones garantizan la calidad de la corriente inyectada, limitando la tensión nominal dentro de los márgenes del 85 al 110% de la tensión nominal de la red y la frecuencia entre 49 - 51 Hz.

Las funciones básicas son:

- La desconexión automática de la red.
- Evitar que el sistema interconectado permanezca conectado en caso de desconexión de la red.
- Evitar la alimentación a otros usuarios de una tensión o frecuencia anómala.
- Permitir el reenganche automático.
- Evitarla desconexión injustificada del sistema interconectado.

4.3.4.8. Protecciones integradas en los onduladores

- Protección de mínima tensión:

Ajuste de tensión $< 0,85$ tensión nominal y temporización de 0,5 a 1 seg.

- Protección de máxima tensión:

Ajuste de tensión < 1,1 tensión nominal y temporización de 0,5 seg.

- Protección de máxima y mínima frecuencia:

Ajuste entre 49 y 51 Hz y temporización de 0,1 a 1 seg.

- Desconexión y conexión automática en caso de corte de la red.

4.3.4.9. Protecciones ubicadas en el cuadro de protecciones.

Protección magnetotérmica con un interruptor que soporte el 130% de la intensidad nominal del generador. Protección diferencial con una sensibilidad de 300 mA y con una capacidad de reenganche. Las características técnicas de los aparatos utilizados son las siguientes:

- Interruptor magnetotérmico para la protección de sobrecargas y cortocircuitos:

Tabla 30. Características del interruptor

Conforme norma UNE 20317	
Protección	IP 20
Tensión nominal	230/400 v (AC)
Intensidad nominal	160 A
Poder de corte Icc	10 KA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

- Relé diferencial de alta sensibilidad para proteger contra los defectos de aislamiento.

Tabla 31. Características del relé

Conforme norma UNE 61008	(IEC 1008)
Protección	IP 20
Tensión nominal	230/400 V (AC)
Sensibilidad	300 mA
Nº de maniobras	> 20.000 actuaciones

Las conexiones entre conductores en las cajas de conexión de módulos FV y otras cajas de derivación se realizarán mediante bornes de sujeción por rosca o bien con bornes de presión continua. Los conductores utilizarán terminales o punteras. Se tendrá especial cuidado en las conexiones de ambos polos y debido a la particularidad de la corriente continua, se rociarán los contactos con un antioxidante antes de cerrar las cajas, se asegurarán las conexiones apretando de nuevo todos los bornes y revisando todos los contactos, a fin y efecto de minimizar el mantenimiento por averías. La toma de tierra de la estructura y las placas FV será independiente del resto de la instalación; la sección de este conductor no será inferior a 6 mm² Cu. Debido al peligro que supone el acoplamiento inductivo de los cables, se instalarán de manera que ambos polos, + y -, estén lo más cerca posible, y así las bobinas de acoplamiento inductivo sean lo más pequeñas posibles, en previsión de descargas atmosféricas. Las conexiones entre cables se harán con bornes de sujeción por rosca. Los conductores que unen las cajas de protección de los distintos seguidores se instalarán enterrados en el suelo. Se construirán zanjas para los cables, que a su vez se colocarán en el interior de tubos de PVC. Los tubos se enterrarán a 60 cm. de profundidad.

4.3.4.10. Estructura de soporte de las placas

Las placas irán sujetas a la cubierta mediante estructura de sujeción diseñada para tal efecto. En este proyecto se utilizará la estructura Sun Top III fabricada

por la empresa Conergy. La cubierta existente se trata de una cubierta de fibrocemento recubierta mediante un chapado metálico.

Los soportes que constituyen la estructura de sujeción de los módulos irán cogidos a dicha estructura de chapa. Se dispondrá de un elemento de unión entre la estructura Sun Top III y la chapa de la cubierta. Este elemento de unión se trata de una pieza de acero inoxidable que se adapta al dibujo de la chapa (a los montantes que hace la chapa de cada metro) y se sujeta a ella mediante cuatro tornillos autoroscantes de acero inoxidable.

4.3.4.11. Producción esperada estimada

La estimación de la producción prevista para el sistema fotovoltaico de la casa unifamiliar se lleva a cabo mediante programas de cálculo específico. Este programa introduciendo las condiciones concretas de la instalación (equipos que la integran, situación de los módulos fotovoltaicos, posibles sombras que se pueden dar, etc.) puede otorgar con un alto grado de exactitud, la producción eléctrica que se puede esperar de la instalación, en particular, se ha utilizado el programa de cálculo PVSyst, desarrollado por la Universidad de Ginebra y altamente contrastado.

Elegir la tecnología FV:

Introducir el pico de potencia FV instalada kWp

Pérdidas de sistema estimadas (%) [0.0;100.0]

Inclinación de los módulos [0;90] grado

Orientación de los módulos [-180;180] (E:-90 S:0) grado

Utilizar inclinación y orientación elegidas
 Encontrar inclinación óptima para una orientación determinada
 Encontrar inclinación y orientación óptimas

Muestre el rendimiento para un sistema de rastreo con 2 ejes

Muestre la gráfica del horizonte

Muestre l'irradiación en el plano FV

Pulse para confirmar su elección

Figura 45. Datos de ingreso
Adaptado de: PVSyst (2018)

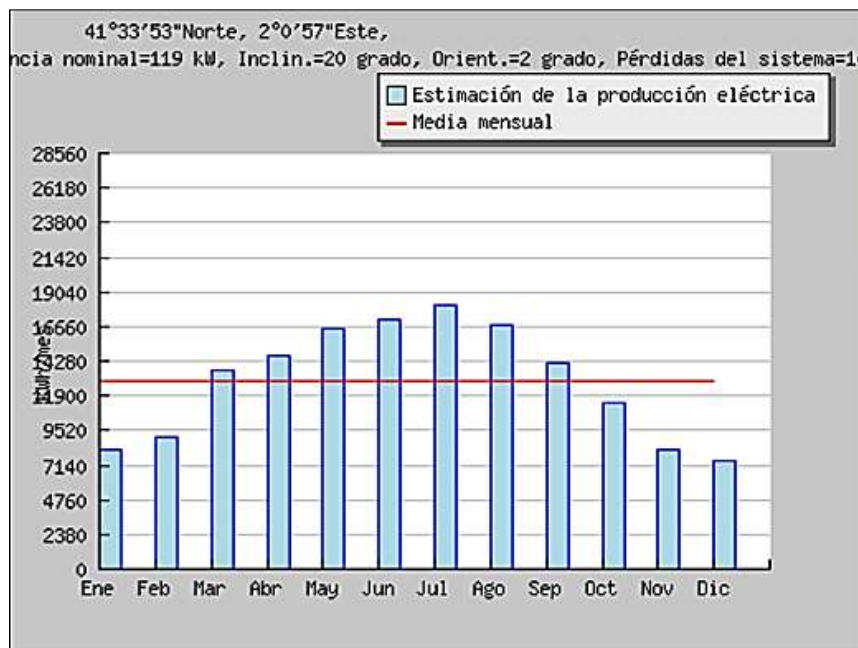


Figura 46. Media mensual de estimación
Adaptado de: PVSyst (2018)

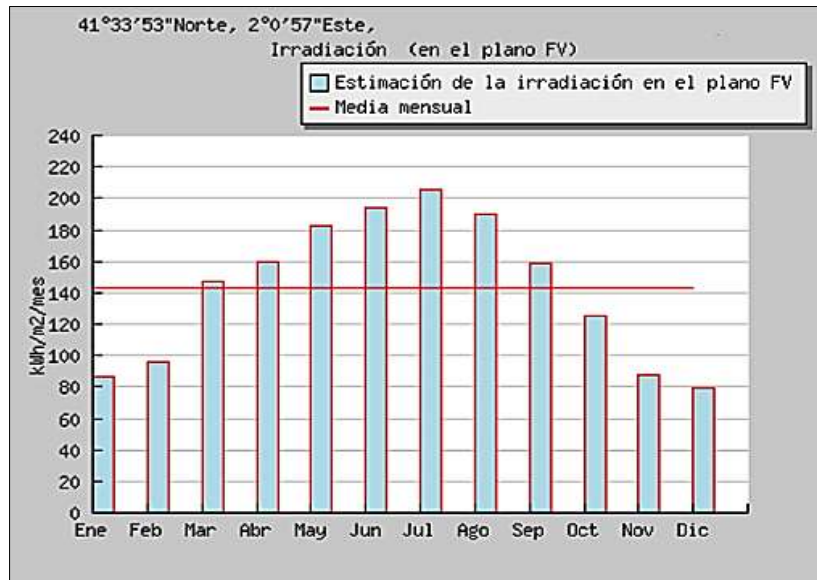


Figura 47. Media mensual de irradiación
Adaptado de: PVSyst (2018)

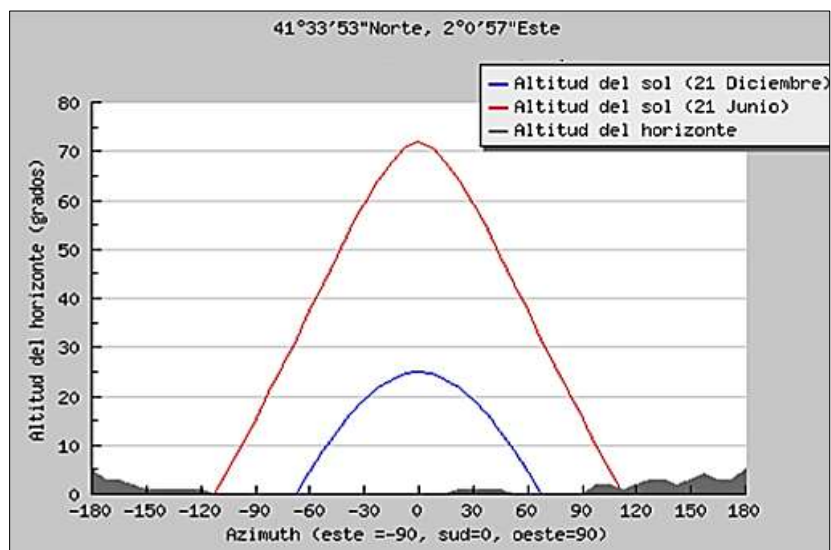


Figura 48. Media mensual de horizonte
Adaptado de: PVSyst (2018)

Tabla 32. Plano fotovoltaico

Irradiación (en el plano FV) por:			Inclin.=20 grado, Orient.=2 grado
Mes	Irradiación mensual (kWh/m ²)	Irradiación diaria (kWh/m ²)	
Ene	87	2.8	
Feb	96	3.4	
Mar	147	4.7	
Abr	160	5.3	
May	183	5.9	
Jun	194	6.5	
Jul	206	6.6	
Ago	190	6.1	
Sep	159	5.3	
Oct	125	4.0	
Nov	88	2.9	
Dic	79	2.6	
Media anual	143	4.7	
Irradiación total anual (kWh/m ²)		1714	

Adaptado de: PVSyst (2018)

Tabla 33. Capacidad de producción

Producción de electricidad FV por: Potencia nominal=119.0 kW, Pérdidas del sistema=14.0%		
Inclin.=20 grado, Orient.=2 grado		
Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	8221	265
Feb	9043	323
Mar	13630	440
Abr	14652	488
May	16490	532
Jun	17162	572
Jul	18072	583
Ago	16709	539
Sep	14203	473
Oct	11409	368
Nov	8185	273
Dic	7502	242
Media anual	12940	425
Producción total anual (kWh)		155279

Adaptado de: PVSyst (2018)

Si comparamos la producción total anual en Kwh. entre los dos métodos de cálculo utilizados se puede ver que las diferencias son relativamente pequeñas. Por el método estadístico la producción anual esperada es de 164.680 Kwh. Por el método de cálculo del programa PVSyst, la producción anual esperada es de 155.279 Kwh. Lo que nos da una diferencia de un 5,7 %, para realizar el balance económico se utilizará el resultado del programa PVSyst más conservador.

4.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

A nivel de instalación eléctrica se han calculado las secciones de los conductores para que las intensidades y las caídas de tensión estén dentro de los márgenes establecidos en el Reglamento Electrotécnico Latinoamericano (REL, 2018), también para el cálculo de los conductores se han considerado las potencias resultantes en los diferentes ramales que componen la instalación, con las que podemos calcular la intensidad. Con la intensidad nominal, y a partir de la tabla correspondiente del Reglamento de baja tensión, según el tipo de cable, se ha elegido una sección tal que la intensidad admisible no supere la intensidad nominal. Una vez hecha una primera estimación de la sección calcularemos la caída de tensión resultante. Aunque el valor máximo de la caída de tensión admitida por el Reglamento es del 5%, el valor máximo fijado en este proyecto es del 3,5 %, a fin de reducir al máximo las pérdidas de la instalación.

Los cables utilizados tendrán las siguientes características:

Tabla 34. Parámetros eléctricos de los cables

Modelo	TITANEX 11 HO7RM
Tensión	0,6/1 KV UNE 21123
Material	Cobre (C u)
Conductividad	56 m/Ω· mm ²
Resistividad	0,017 Ω· mm ² /m
Aislamiento	XLPE, PVC/A y PVC T 1.1



Figura 49. Cable Titanex 11 HO7RM
Adaptado de: Electroprover (2018)

Tabla 35. Características técnicas del Cable Titanex 11 HO7RM

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN	
Material del conductor	Cobre desnudo
Aislamiento	Elastómero especial reticulado
Cubierta exterior	Elastómero especial reticulado
Color de cubierta	Negro
Libre de plomo	Sí
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Flexibilidad del cable	Flexible
CARACTERÍSTICAS DE USO	
Sin silicona	Sí
Resistencia química	Accidental
Estanqueidad	Buena
Acorde con normativa RoHS	Si
Temperatura ambiente de utilización (rango)	-25 .. 55°C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	200°C
Resistencia a aceites	Sí
Temperatura máxima del conductor	90°C

Adaptado de: Electroprover (2018)

Para realizar los cálculos eléctricos se ha considerado la situación más crítica que es la que tiene una producción máxima en la casa unifamiliar. En estas

condiciones la tensión entre los terminales de las placas es de 29,8 V y la intensidad que circula es de 7,2 A.

Como se explica en capítulos anteriores, la memoria de las placas está distribuidas en 2 series de 5 placas. Se unen mediante una caja de conexión para acabar conectando con el inversor para la conversión de corriente continua en corriente alterna.

4.4.1. PLANO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN.

De acuerdo a los análisis de resultados de la energía generada por el sistema fotovoltaica, se plantea el siguiente sistema de diseño básico de iluminación y tomacorrientes.

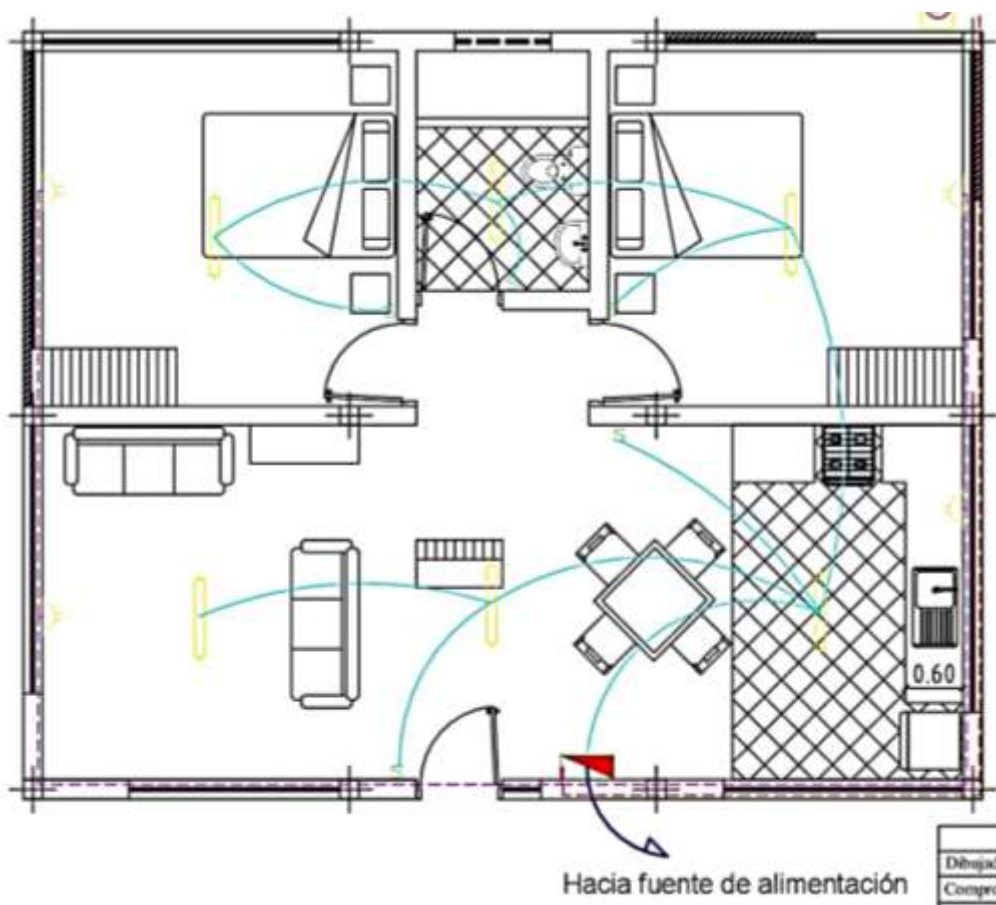


Figura 50. Diseño de Iluminación Casa unifamiliar

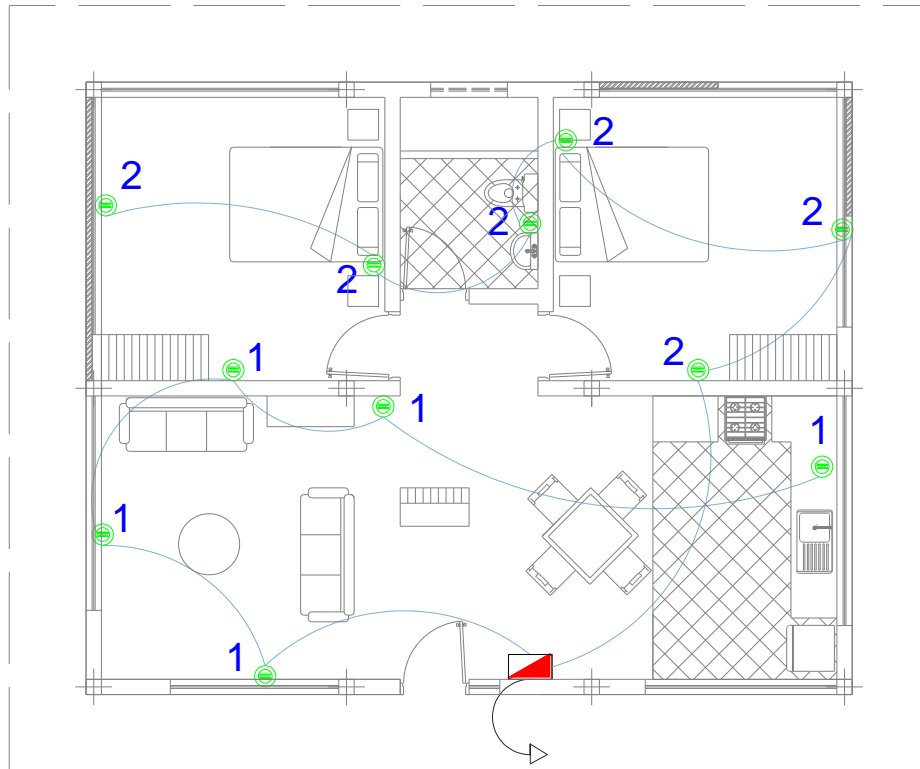


Figura 51. Diseño de fuerza (tomacorrientes normales)

SIMBOLOGIA DE INST. ELECT.	
	PUNTO PARA BOMBA DE AGUA 0.5HP
	CIRCUITO DE ILUMINACION
	CICUITO DE TOMNA CORRIENTE
	ACOMETIDA BOMBA 0.5HP
	CAJA TERMICA
S	INTERRUPTOR SIMPLE
2S	INTERRUPTOR DOBLE
S3	INTERRUPTOR CONMUTADOR
	TOMA CORRIENTE
	PUNTO DE LUZ
	LUMINARIA DC CL

Figura 52. Simbología Instalaciones Eléctricas

4.5. PRESUPUESTO

El presupuesto de esta instalación de producción de energía eléctrica en régimen especial mediante un generador fotovoltaico, se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 36. Presupuesto

Elemento	Precio individual	Unidades	Total
Módulo SOLON PQ 210	\$ 96.00	5	\$ 480.00
Inversor Suntechnichs 125 Z	\$ 260.00	1	\$ 260.00
Estructuras de sujeción	\$ 18.00	5	\$ 90.00
Caja de conexión Solarmax	\$ 368.00	1	\$ 368.00
Cuadros de protección y contador de energía	\$ 185.00	1	\$ 185.00
Cableado interior	\$ 140.00	1	\$ 140.00
Montaje y conexionado	\$ 300.00	1	\$ 300.00
Total, presupuesto ejecución y material			\$ 1,823.00

El costo del proyecto es de \$ 1823.00

4.6. COSTO FINAL DEL PROYECTO:

Proyecto hidro sanitario = 4.000,94

Proyecto fotovoltaico = 1.823,00

Total= 5.823,94

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los estudios realizados sobre la calidad del agua lluvia en Motolo – Pastaza indican que es apta para el consumo humano, pero al escurrirse por los tejados arrastran consigo impurezas por lo cual no se puede ingerir, si se pudiera garantizar que los techos estén completamente limpios el agua recolectada fuese tan limpia que cumpliera las normas de calidad para el agua y por consiguiente se podría ingerir sin ningún proceso de potabilización, como medida preventiva se implementa el uso de un filtro de arcilla y carbón activo, además se deja a recomendación el uso de cloro.
- El sistema planteado interviene antes de la potabilización captando el agua de la lluvia que es muy limpia, almacenándola y con un pequeño proceso de potabilización casero se puede consumir, ahorrando la construcción de una planta de potabilización y su impacto ambiental a la institución municipal de Pastaza.
- El costo de instalación del proyecto de recolección de agua pluvial es de \$ 4000 dólares el cual es retornable, ambientalmente amigable y que promueve el reciclaje y ahorro del agua comprometiendo de acuerdo a normas internacionales al re uso de los medio líquidos limitados (Acuerdo de Rio de Janeiro, 2012).
- Las posibilidades de integración del sistema fotovoltaico son muy variadas, hoy en día existen múltiples opciones arquitectónicas posibles,

así como gran variedad de soluciones. En este proyecto se ha analizado la opción más viable que era la de integrar el sistema fotovoltaico en la cubierta que ya estaba construida y respetando la inclinación de la misma, con el fin de conseguir una integración total de la casa unifamiliar.

- En el propio desarrollo del proyecto fotovoltaico no sólo se ha buscado exclusivamente la producción energética, sino que además se ha tenido en cuenta dada la situación del mismo, que sea un proyecto rentable y recuperable al mediano plazo, no con el fin único ambiental, sino también el financiero propio de un proyecto al mantener un costo muy bajo de \$ 1823 dólares.

5.2. RECOMENDACIONES

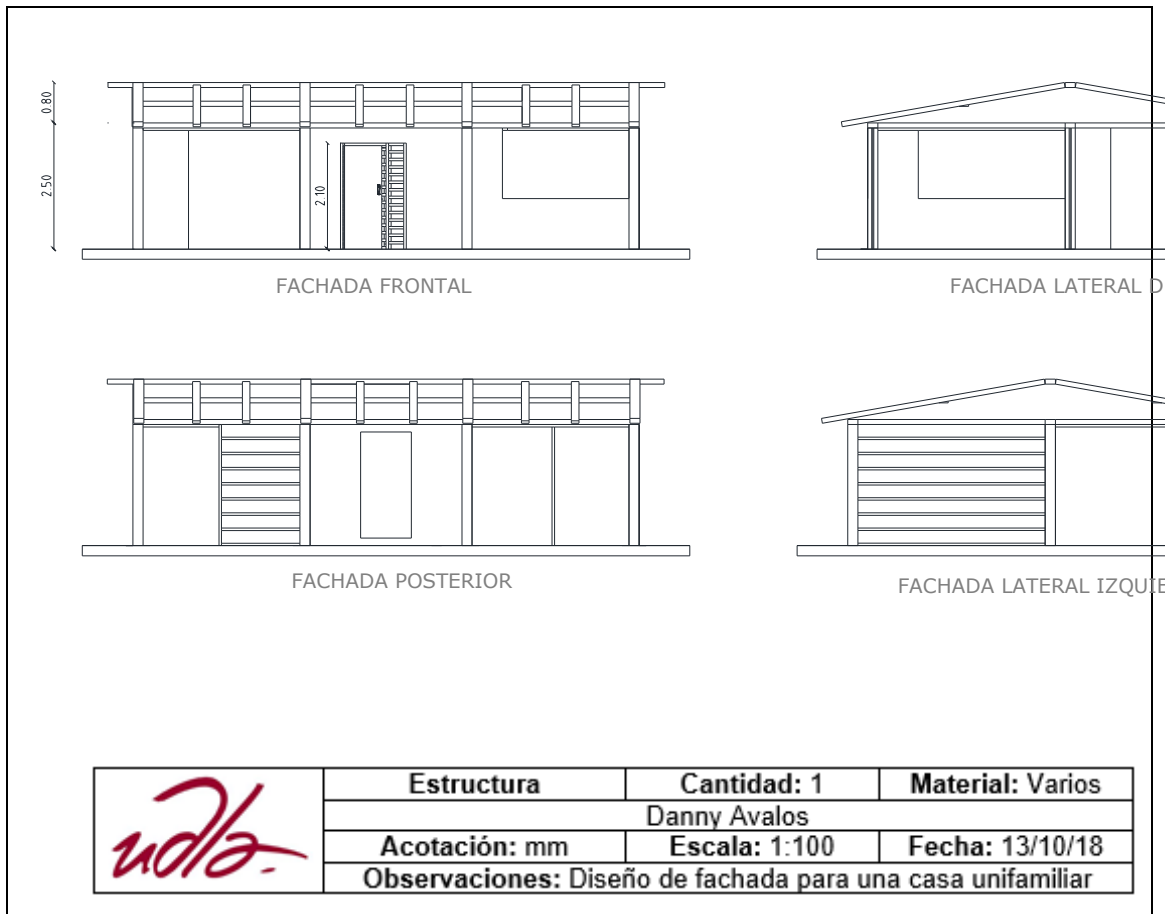
- Los individuos escasean de ideas claras de cómo proceder en el reciclaje de agua para lo cual debe ir de la mano con la instalación de este proyecto, además una charla de concientización del uso de los recursos hídricos en los hogares ecuatorianos sobre todo en Pastaza.
- La idea de este proyecto será integradora y servirá como modelo que concientice en los diversos hogares como una alternativa al consumo tradicional de agua potable al largo plazo.
- Los sistemas fotovoltaicos como medios para generar electricidad son óptimos dada su funcionabilidad, pero dependen en gran forma de la climatología del sector donde se va instaurar, razón por la cual antes de generar este tipo de proyectos se debe analizar la emisión y recepción solar del sector donde se desea realizar un proyecto de estos, con el fin de evitar implementaciones de proyectos no sustentables y peor aún poco rentables.

REFERENCIAS

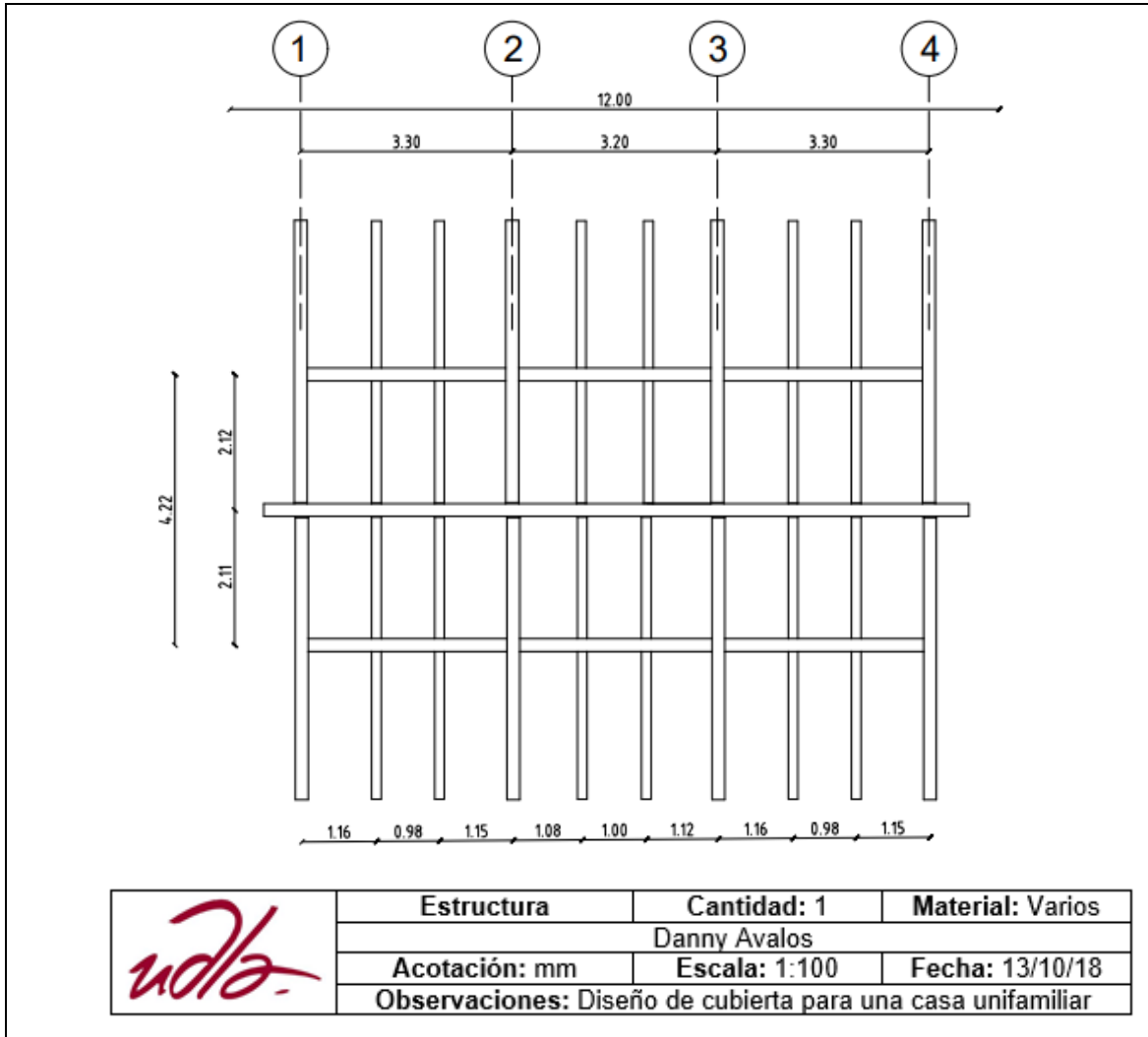
- Atlas pluviométrico del Ecuador. (2017). *Atlas pluviométrico del Ecuador*. Quito - Ecuador: Unesco publicaciones.
- Atlas solar del Ecuador . (2017). *Atlas solar del Ecuador* . Quito - Ecuador: CONELEC publicaciones.
- Cifuentes, A. (2017). *Ventajas de las aguas de lluvia*. México D.F.: Atlas ediciones.
- Dexson. (2018). *Manual de canaletas lisas*. Quito - Ecuador: Dexson manual de insumos.
- Electroprover. (2018). *Manejo de insumos eléctricos*. Quito - Ecuador: Electroprover publicaciones.
- Fernández, M. (2016). *Manejo de pluvial de aguas de lluvia*. Quito - Ecuador: INAMHI publicaciones.
- Ferreteco. (2018). *Manual de insumos de tubería*. Quito - Ecuador: Ferreteco publicaciones.
- Garrido, A. (2017). *Potabilización del agua*. Bogotá - Colombia: Mirkusa ediciones.
- Heredia, M. (2017). *Manejo de sistemas de bombas*. Madrid - España: Orus ediciones.
- INAMHI. (2018). *Informe pluvial de Ecuador*. Quito - Ecuador: INAMHI publicaciones.

- INEC. (2017). *Indicadores demográficos del Ecuador*. Quito - Ecuador: INEC publicaciones.
- Matirelli, V. (2017). *Manejo de factores matemáticos*. México D.F.: Opal ediciones.
- Montero, A. (2017). *Instalaciones de paneles solares*. México D.F.: Zaa&Bell ediciones.
- Murieta, V. (2018). *Manejo energético por medio de radiación solar*. México D.F.: Potrel energy ediciones.
- Naranjo, A. (2017). *Sistemas de captación de lluvia para uso doméstico*. Quito - Ecuador: EPN publicaciones.
- Productos Montreal. (2018). *Listado de productos*. Quito - Ecuador: Productos Montreal listado.
- Riarte, A. (2017). *Manejo de energías renovables*. México D.F.: Atlantis ediciones.
- Rivera, A. (2018). *Manejo estructurales*. México D.F.: Prometeo ediciones.
- Sevillano, A. (2017). *Sistemas de energía solar*. México D.F.: Poker ediciones.
- Streeter, V. (2010). *Mecánica de fluidos*. Illinois: Mc Graw Hill.
- Tomelli, V. (2017). *Mecánica de fluidos*. Illinois - Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Tomich, A. (2017). *La influencia climatológica en Latinoamérica*. México D.F.: UNAM publicaciones.
- Valera, F. (2016). *Manejo de agua potable*. México D.F.: Solaris ediciones.

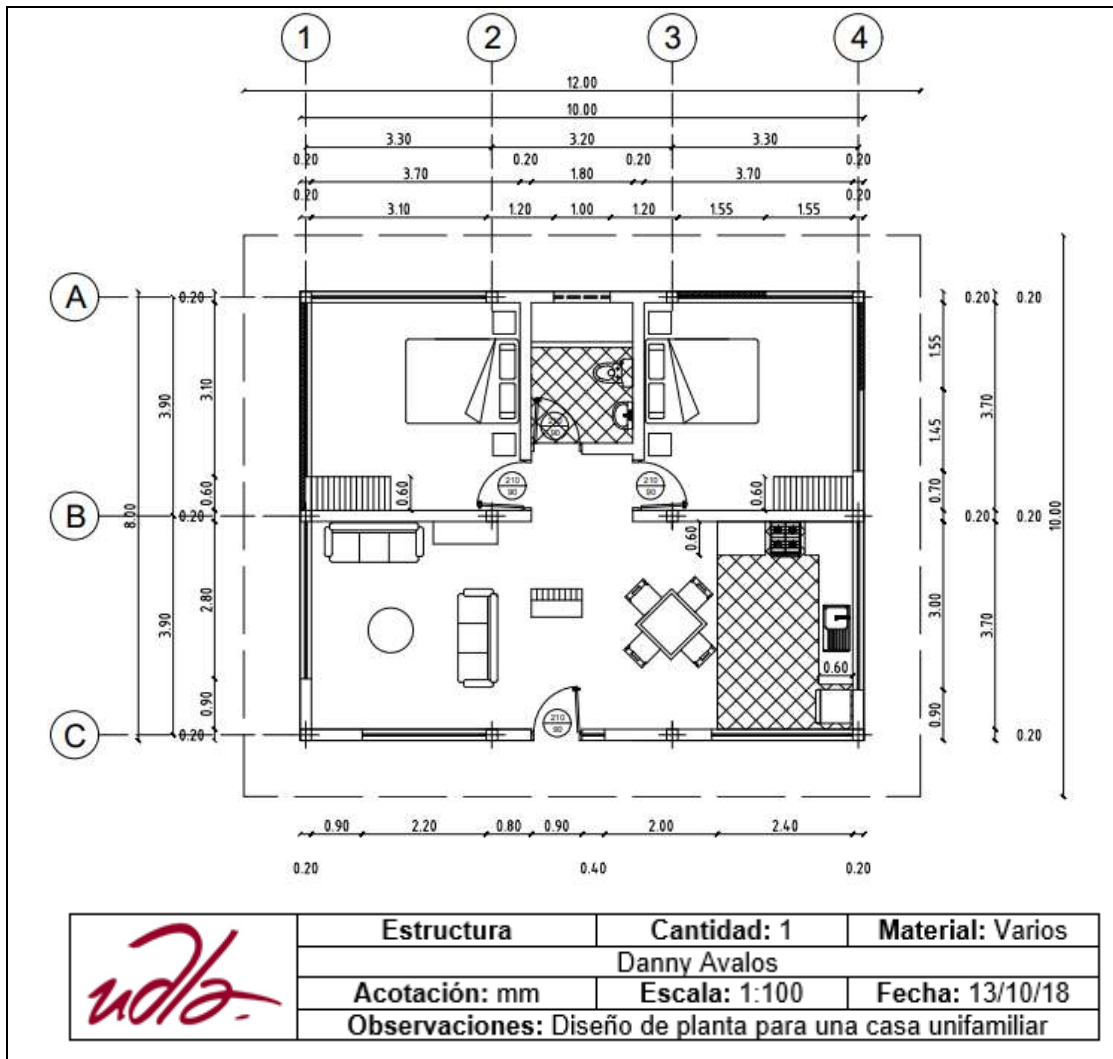
ANEXOS



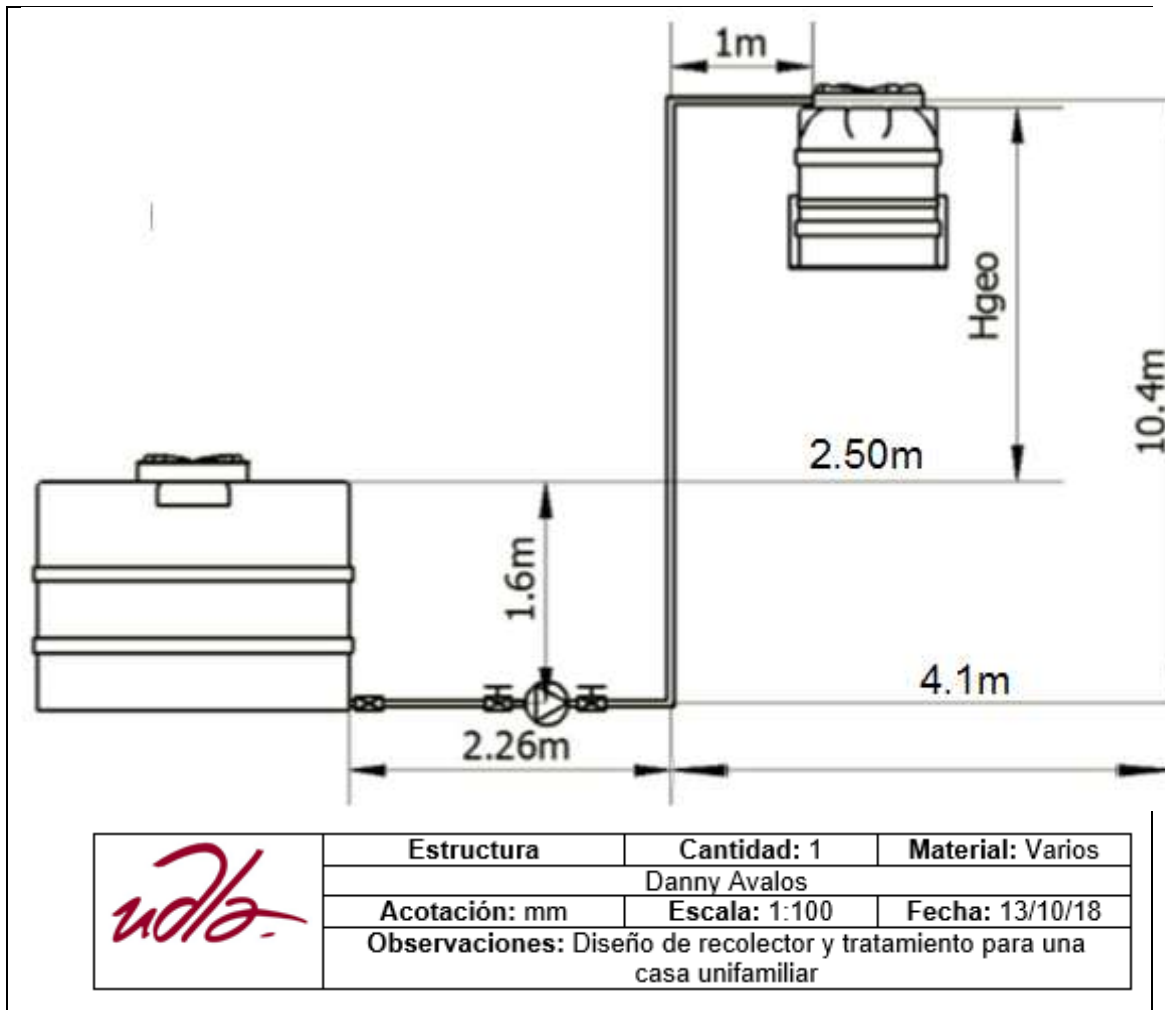
Anexo 1. Fachada de casa unifamiliar



Anexo 2. Cubierta de casa unifamiliar



Anexo 3. Planta de casa unifamiliar



Anexo 4. Planta de casa unifamiliar



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO



**PERFILES ESTRUCTURALES
CORREAS "G"**

Especificaciones Generales

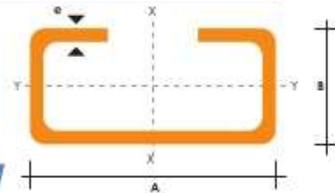
- Norma** INEN 1 623: 2000
- Otras calidades** Previa consulta
- Largo nominal** 6mts
- Otros largos** Previa consulta
- Espesores** Desde 1,5mm hasta 12mm
- Acabado** Natural
- Otro acabado** Previa consulta



CORREAS "G"

DIMENSIONES				PESOS			PROPIEDADES					
A	B	C	e	6metros	1metro	sección	EJE X-X			I		
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	I	W	I	I	W	I
							cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3	16.98	2.83	3.61	18.9	6.3	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.87	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5	126.80	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable





DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

DISERVICIOS

PERFILES LAMINADOS

IPE

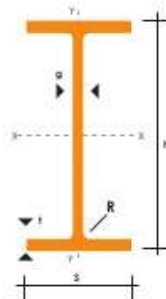
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m y 12.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



IPE

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION cm ²	PESOS kg/mt	TIPOS			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm			I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00





PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma 304, 316, 430
Espesores Desde 0,40mm hasta 15,00mm
Rollos X 1220
Planchas 4 x 8
 Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max.	Mn	P max.	S max.	Ni
Austenite	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00	
Ferrite	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensite	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J2	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen



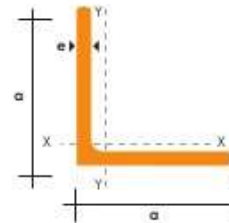
**ANGULOS
EN ACERO INOXIDABLE**

Especificaciones Generales

Norma	ASIS 304
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta



DIMENSIONES		PESO		AREA
mm		kg/m	kg/6m	cm2
a	e			
20	2	0.60	3.62	0.76
20	3	0.87	5.27	1.11
25	2	0.75	4.56	0.96
25	3	1.11	6.68	1.41
25	4	1.45	8.75	1.84
30	3	1.36	8.13	1.71
30	4	1.77	10.63	2.24
40	3	1.81	11.00	2.31
40	4	2.39	14.34	3.04
40	6	3.49	21.34	4.44
50	3	2.29	13.85	2.91
50	4	3.02	18.33	3.84
50	6	4.43	26.58	5.64
60	6	5.37	32.54	6.84
60	8	7.09	42.54	9.03
65	6	5.84	35.25	7.44
70	6	6.32	38.28	8.05
75	6	6.78	40.65	8.64
75	8	8.92	54.18	11.36
80	8	9.14	56.95	11.64
100	6	9.14	56.95	11.64
100	8	12.06	74.05	15.36
100	10	15.04	90.21	19.15
100	12	18.26	109.54	22.56

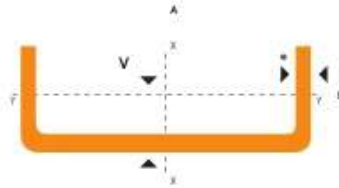




PERFILES ESTRUCTURALES
CANALES "U"

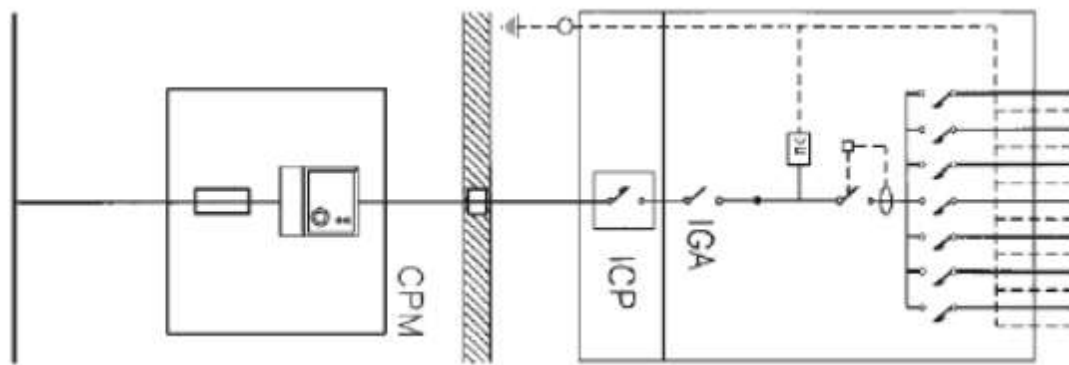
Especificaciones Generales


- Norma** INEN 1 623: 2000
- Otras calidades** Previa consulta
- Largo normal** 6mts
- Otros largos** Previa consulta
- Espesores** Desde 1.5mm hasta 12mm
- Acabado** Natural
- Otro acabado** Previa consulta



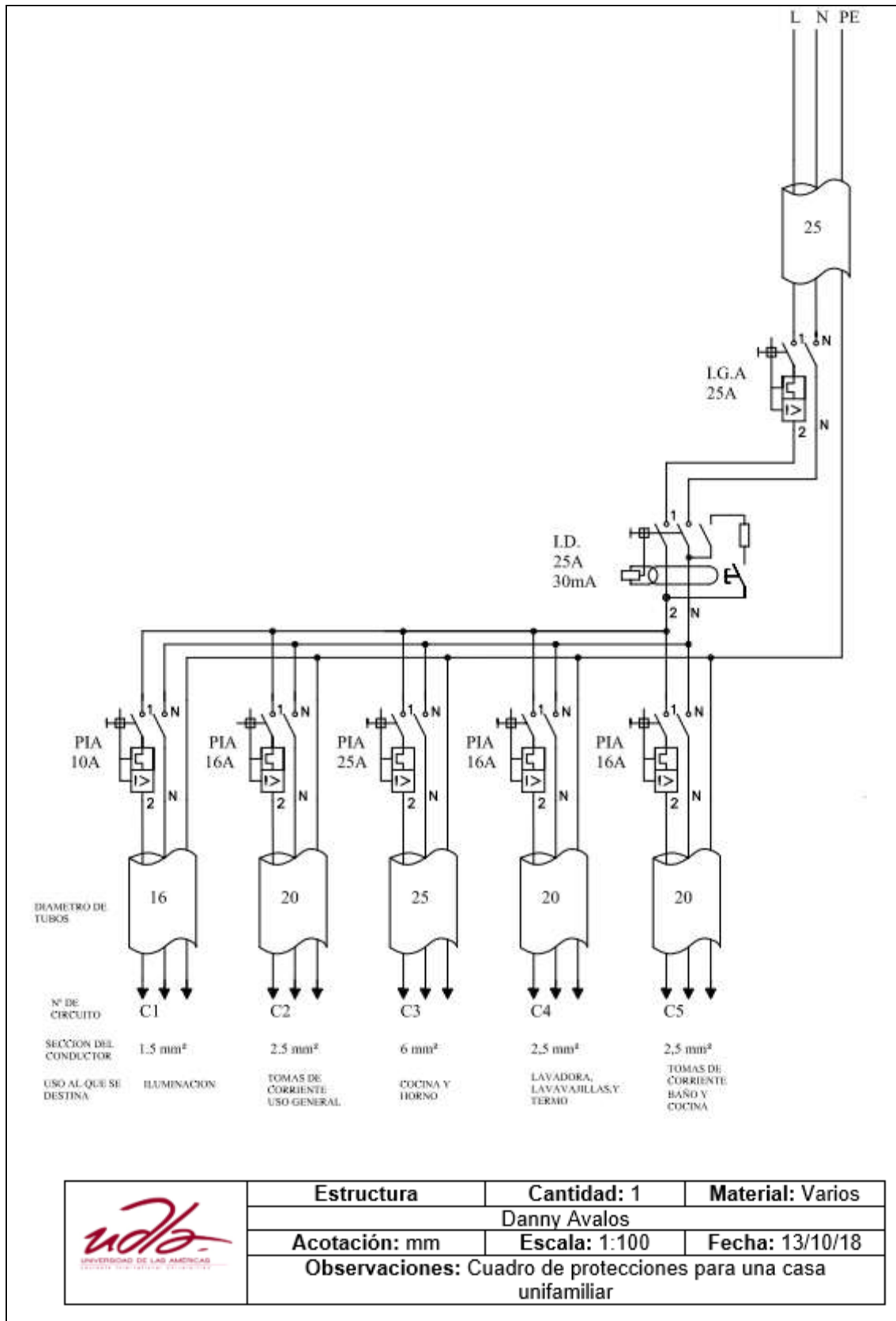
DIMENSIONES			PESOS			TIPOS							
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y				
mm	mm	mm	kg	kg	cm ²	I	W	I	I	W	I	x	
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	
40	25	2	7.86	1.31	1.67	4.20	2.10	1.59	1.06	0.62	0.80	0.79	
50	25	2	8.82	1.47	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72	
50	25	3	12.72	2.12	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77	
60	30	2	10.62	1.77	2.26	12.50	4.16	2.35	2.00	0.93	0.94	0.85	
60	30	3	15.54	2.59	3.30	17.50	5.85	2.31	2.84	1.34	0.93	0.89	
60	30	4	19.80	3.30	4.20	21.10	7.03	2.24	3.51	1.72	0.91	0.95	
80	40	2	14.46	2.41	3.07	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09	
80	40	3	21.24	3.54	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14	
80	40	4	27.66	4.61	5.87	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19	
80	40	5	34.44	5.74	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23	
80	40	6	40.44	6.74	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28	
100	50	2	18.24	3.04	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34	
100	50	3	26.88	4.48	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39	
100	50	4	35.22	5.87	7.47	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44	
100	50	5	43.20	7.20	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	6.19	1.53	1.48	
100	50	6	51.96	8.66	10.82	155.26	31.05	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53	
100	60	4	38.28	6.38	8.13	128.00	25.60	3.97	29.70	7.17	1.91	1.86	
100	60	5	46.86	7.81	9.95	152.00	30.50	3.91	35.70	8.76	1.90	1.92	
100	60	6	57.72	9.62	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.38	1.87	1.93	
100	60	8	74.40	12.40	15.50	22.60	44.52	3.78	52.47	13.32	1.83	2.06	
125	50	2	20.58	3.43	4.37	103.60	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20	
125	50	3	30.42	5.07	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24	
125	50	4	39.90	6.55	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29	
125	50	5	49.14	8.19	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	6.40	1.50	1.34	
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38	
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70	
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75	
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81	
125	80	6	76.44	12.74	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61	
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64	
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74	
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09	
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13	
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17	
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22	
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26	
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.85	54.91	5.7	41.72	9.40	1.81	1.56	
150	60	6	72.12	12.02	15.02	478.93	63.85	5.64	48.70	11.07	1.80	1.60	
150	60	8	93.60	15.60	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74	
150	80	6	83.64	13.94	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43	
150	80	8	108.90	18.15	22.69	760.23	101.36	5.78	139.53	25.09	2.47	2.44	
150	80	10	132.96	22.16	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54	

También en galvanizado e inoxidable

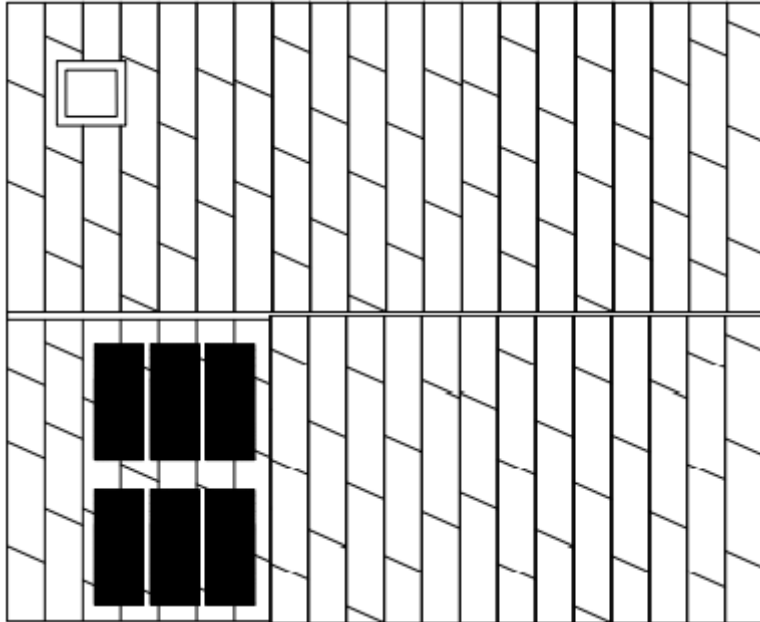



	Estructura	Cantidad: 1	Material: Varios
	Danny Avalos		
	Acotación: mm	Escala: 1:100	Fecha: 13/10/18
	Observaciones: Esquema eléctrico para una casa unifamiliar		

Anexo 6. Esquema eléctrico

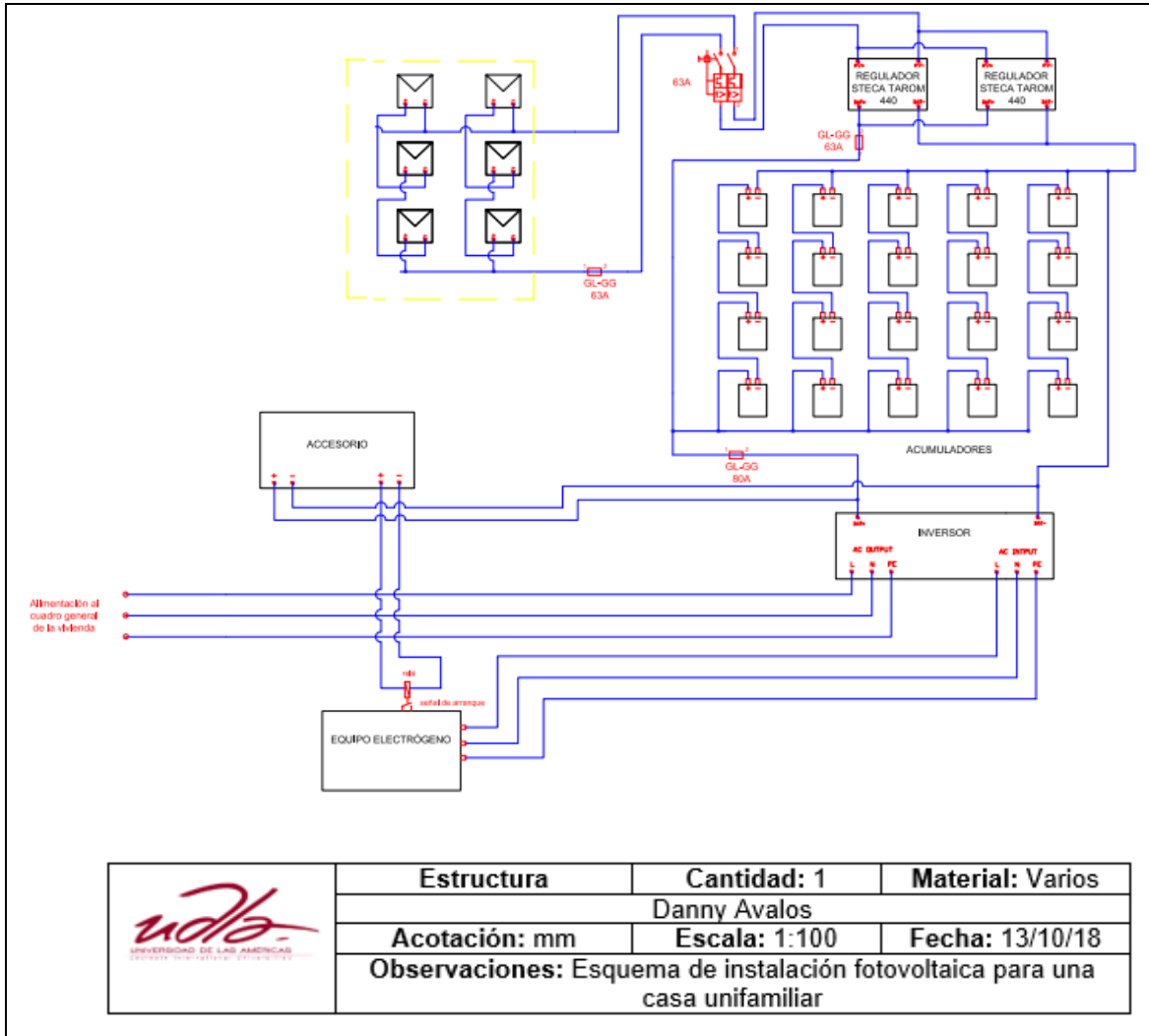


Anexo 7. Cuadro de protecciones

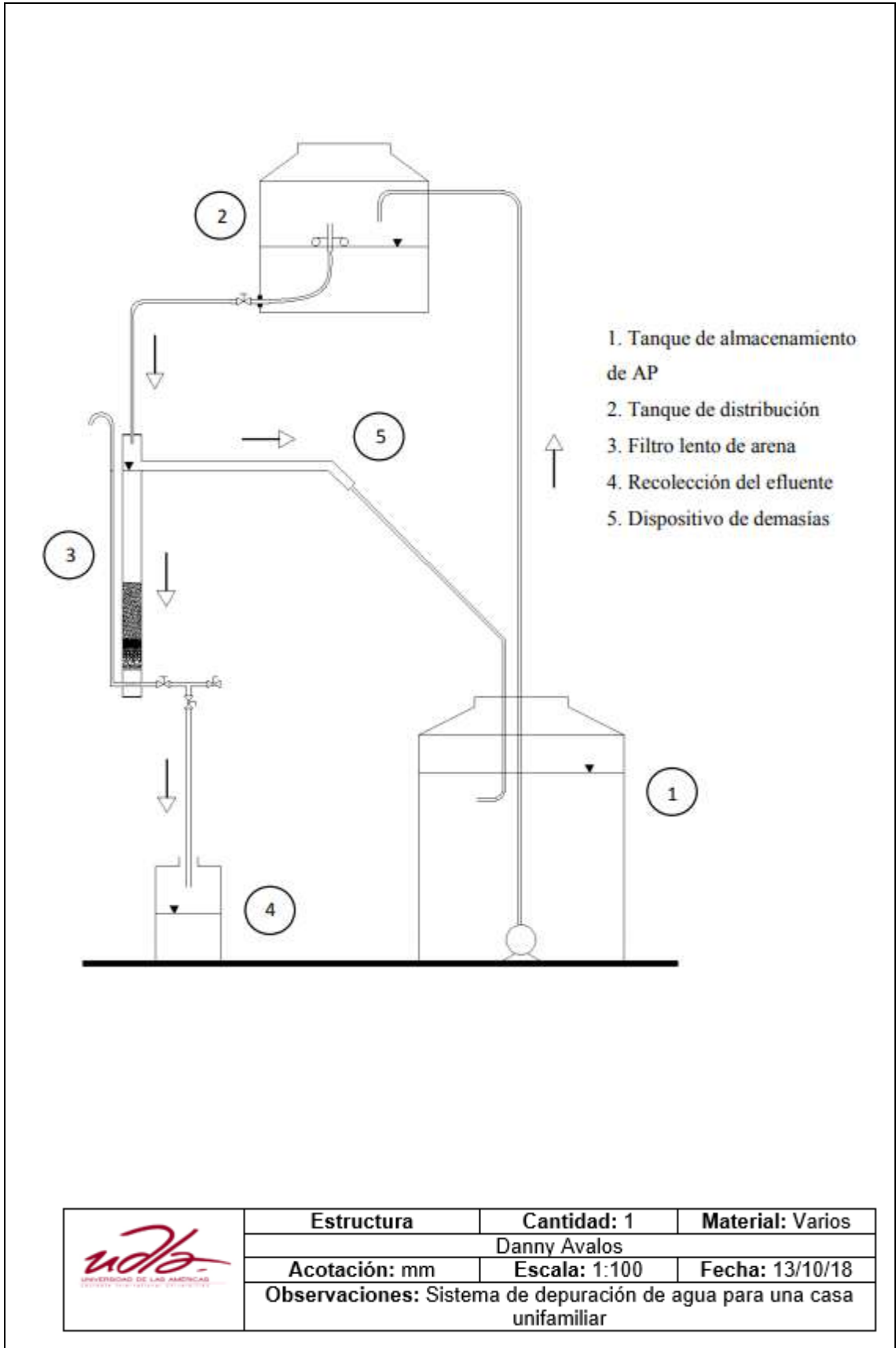


	Estructura	Cantidad: 1	Material: Varios
	Danny Avalos		
	Acotación: mm	Escala: 1:100	Fecha: 13/10/18
	Observaciones: Colocación de paneles para una casa unifamiliar		

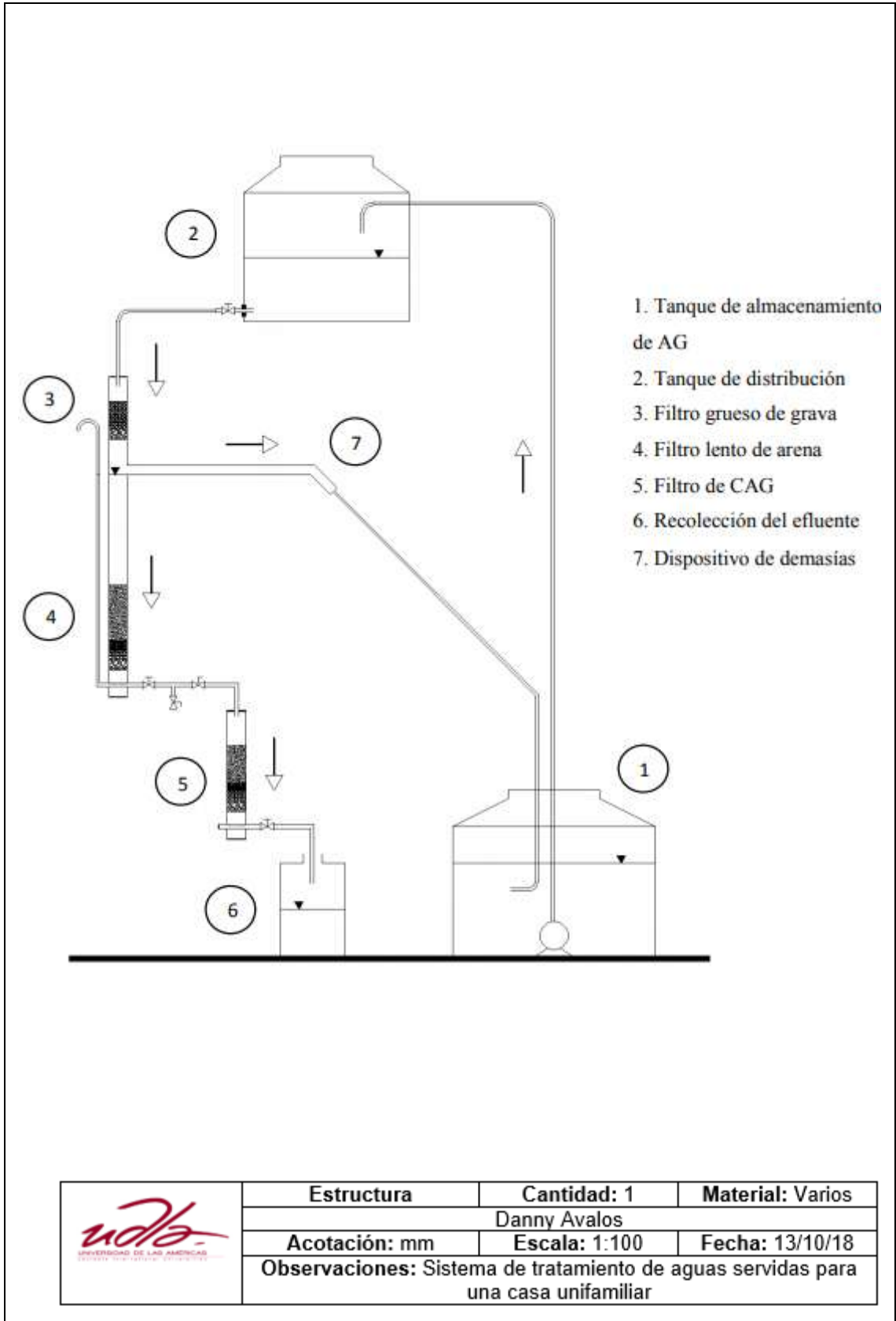
Anexo 8. Colocación de paneles



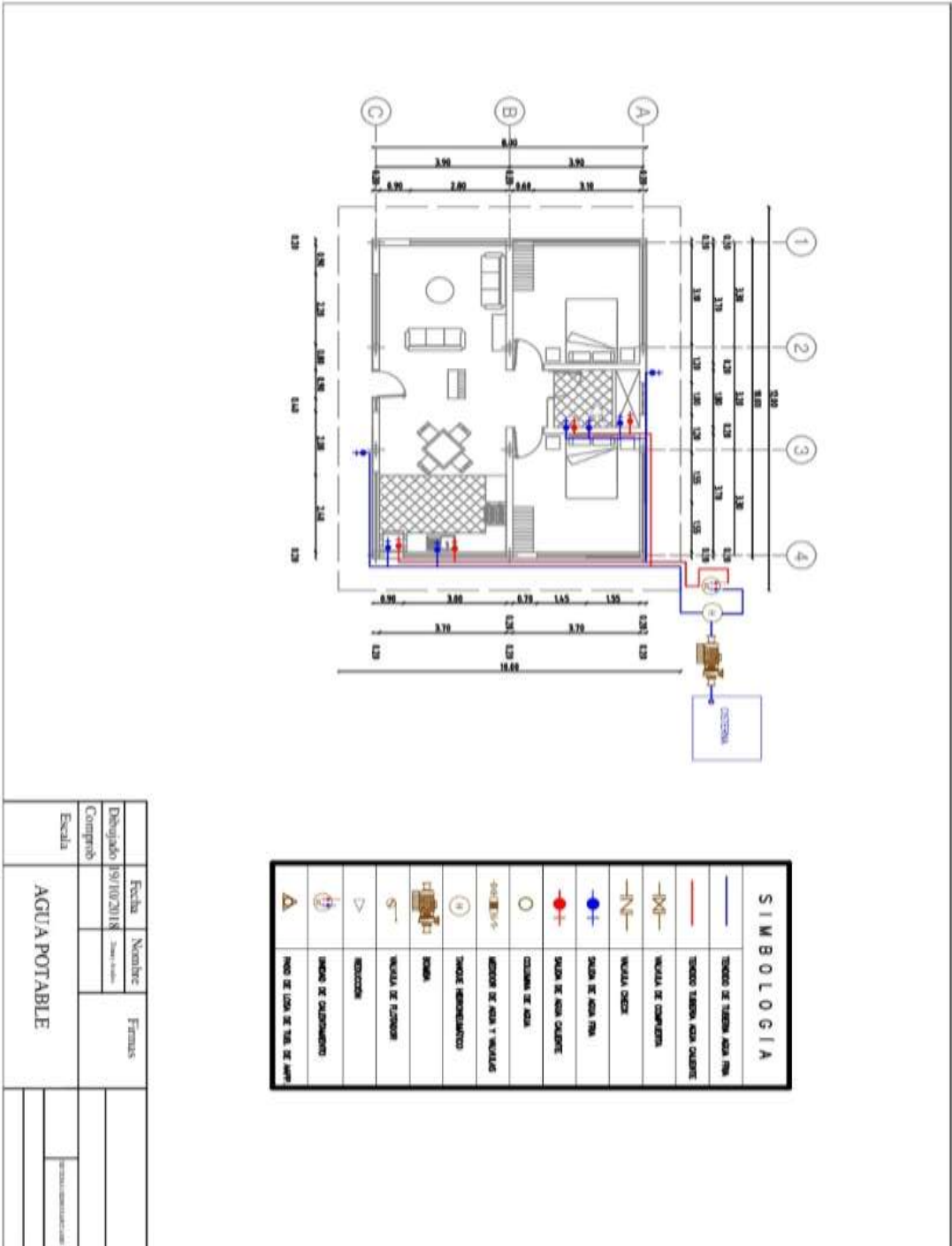
Anexo 9. Esquema de instalación fotovoltaica



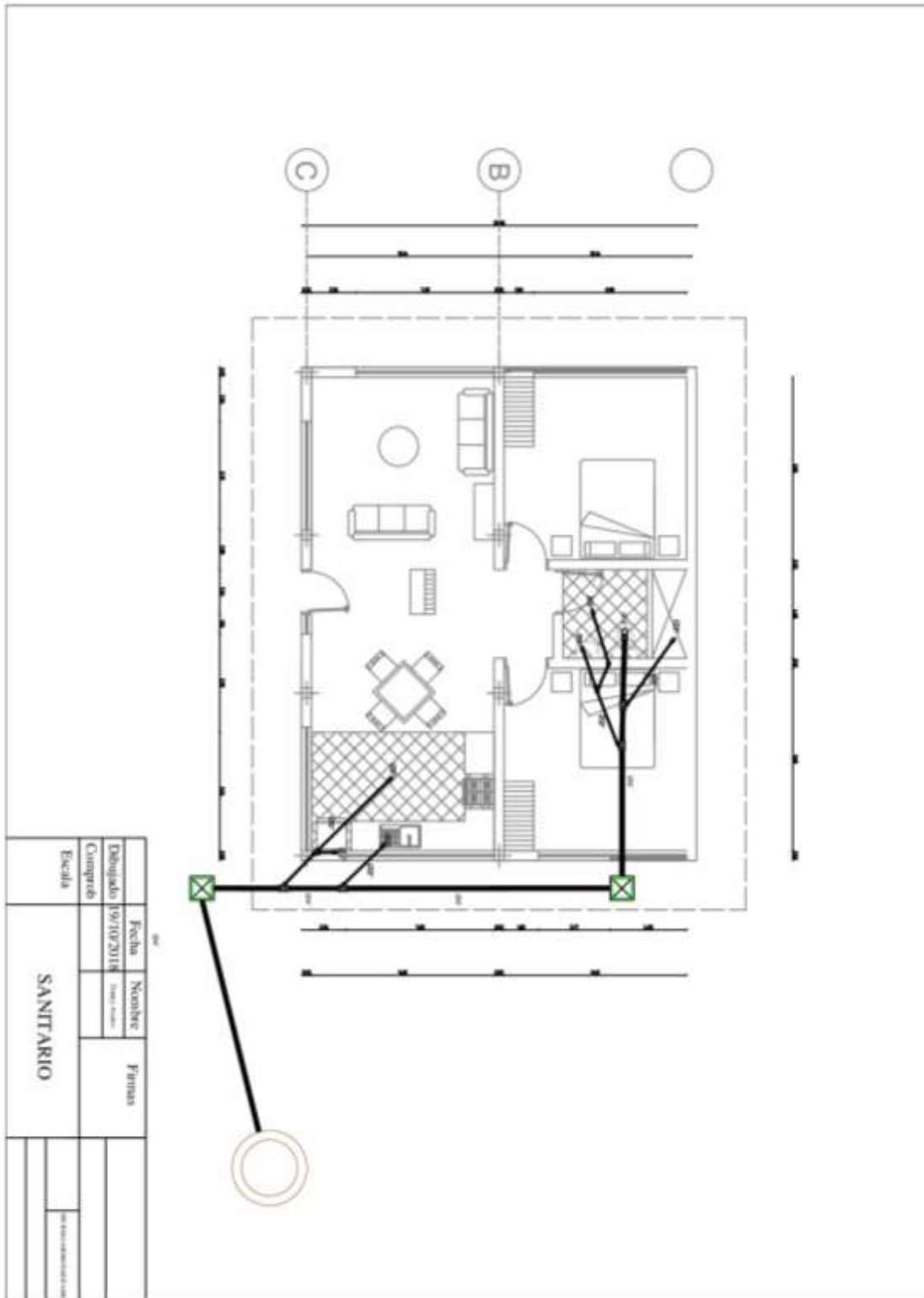
Anexo 10. Sistema de depuración



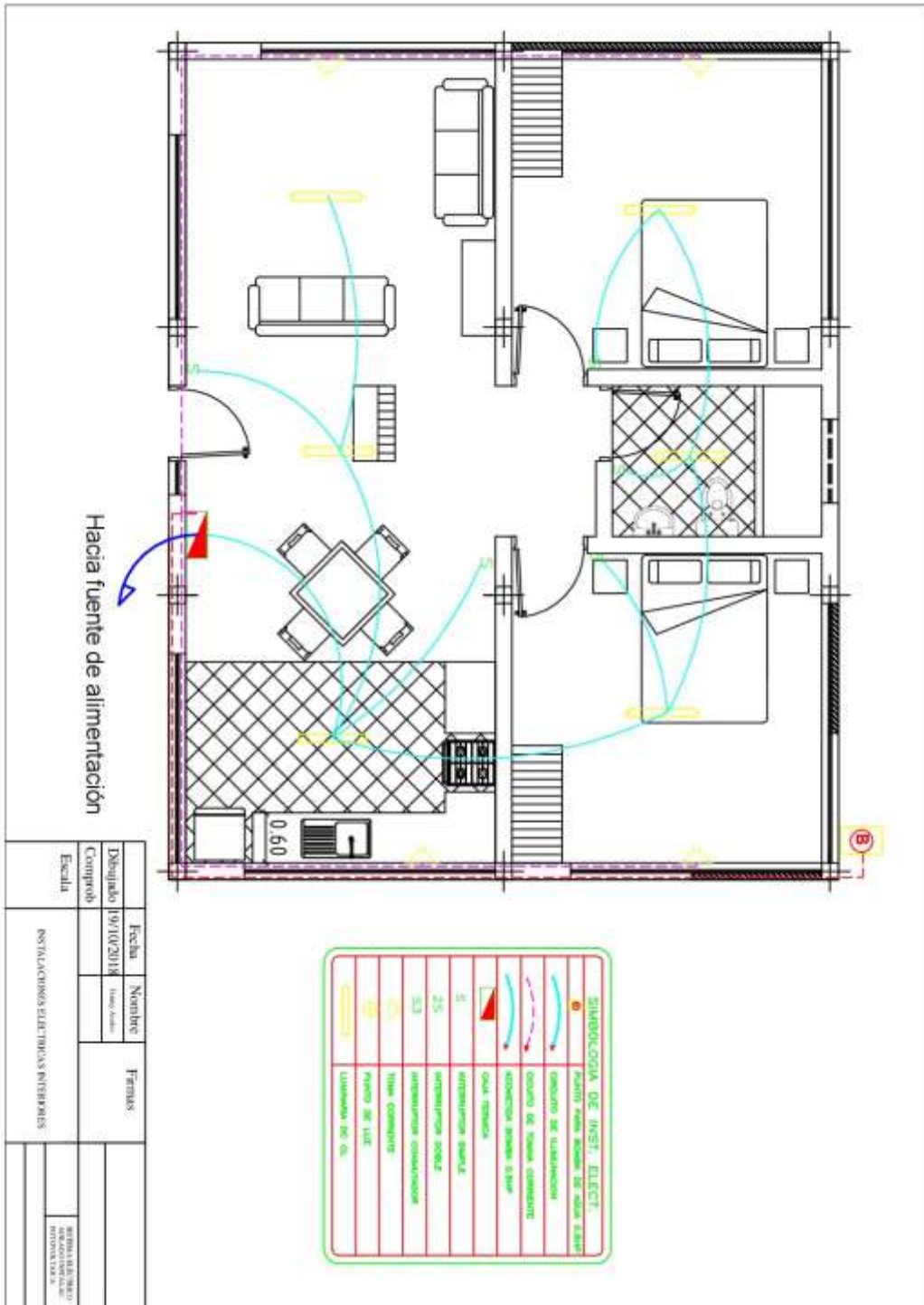
Anexo 11. Sistema de tratamiento de aguas servidas



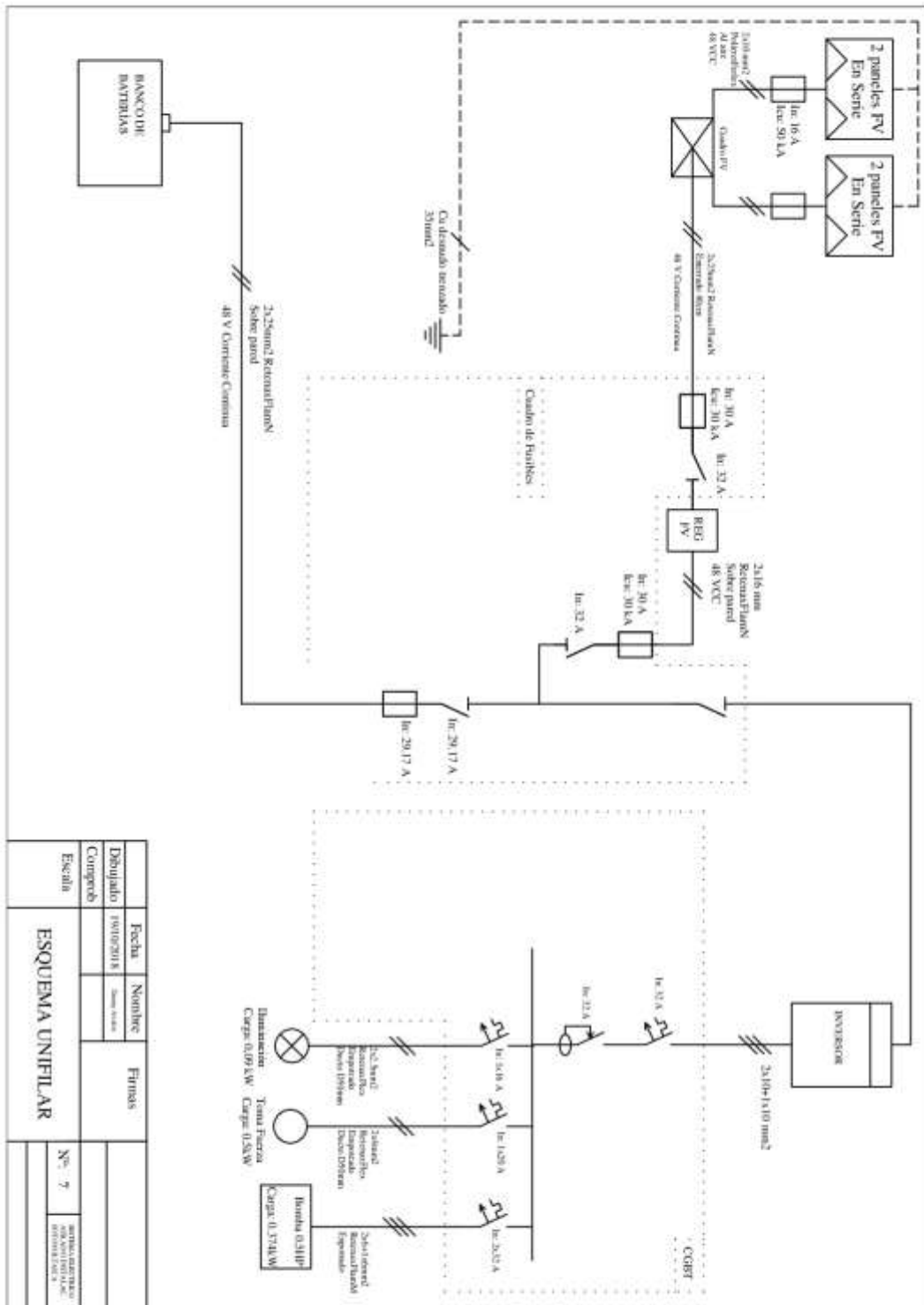
Anexo 12. Sistema hidrosanitario Agua Potable



Anexo 13. Sistema Hidrosanitario Sanitario



Anexo 14. Sistema eléctrico



Desarrollado	Fecha	Nombre	Firmas
Comprobado	15/02/2015		
Escrita	ESQUEMA UNIFILAR		
			Nº 7
			INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Anexo 15. Diagrama Unifilar