



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA
DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA
FOTOVOLTAICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Boris Ronaldo Espinoza Vera
Pedro José Loor Riascos
TUTOR: José Zambrano García

Guayaquil-Ecuador
2022

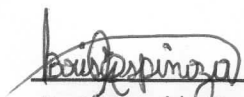
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION

Nosotros, **Boris Ronaldo Espinoza Vera** con documento de identificación N.º **1311829921** y **Pedro José Loor Riascos** con documento de identificación N.º **0922919261**, manifestamos que:

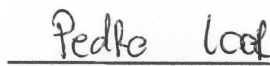
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,


Boris Ronaldo Espinoza Vera

CI: 1311829921


Pedro José Loor Riascos

CI: 0922919261

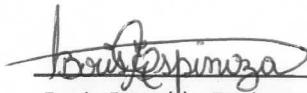
**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABJO DE TITULACION A LA
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Nosotros, **Boris Ronaldo Espinoza Vera** con documento de identificación N.º **1311829921** y **Pedro José Loor Riascos** con documento de identificación N.º **0922919261**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del dispositivo Tecnológico: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

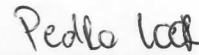
Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,



Boris Ronaldo Espinoza Vera

CI: 1311829921



Pedro José Loor Riascos

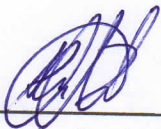
CI: 0922919261

CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, José Alexander Zambrano García, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**, realizado por Boris Ronaldo Espinoza Vera con documento de identificación N.º **1311829921** y por Pedro José Loor Riascos de identificación N.º **0922919261**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Dispositivo Tecnológico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,



José Alexander Zambrano García

Ci: 0703175521

ÍNDICE

I.	RESÚMEN	7
II.	ABSTRACT	8
III.	INTRODUCCIÓN	9
IV.	PROBLEMA DE ESTUDIO	11
IV-A.	Antecedentes	11
IV-A1.	Latinoamérica	12
IV-A2.	Chile	12
IV-A3.	Perú	12
IV-A4.	Colombia	12
IV-A5.	Ecuador	12
IV-B.	Importancia y Alcances	12
V.	JUSTIFICACIÓN	13
VI.	GRUPO OBJETIVOS	14
VI-A.	Objetivo General	14
VI-B.	Objetivos Específicos	14
VII.	HIPÓTESIS	15
VII-A.	Hipótesis General	15
VII-B.	Hipótesis Específicas	15
VIII.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	16
VIII-A.	PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA CON ALTO CONTENIDO EN SALES .	16
VIII-A1.	PARÁMETROS FISICOQUÍMICAS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LA SALI- NIDAD	16
VIII-A2.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	17
VIII-A3.	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS - SDT)	17
VIII-A4.	DUREZA TOTAL (DT)	17
VIII-A5.	ALCALINIDAD TOTAL (AT)	18
VIII-A6.	TEMPERATURA	19
VIII-A7.	pH	19
VIII-A8.	SODIO	19
VIII-A9.	SULFATOS	19
VIII-A10.	NITRATOS	20
VIII-B.	CALIDAD DEL AGUA	20
VIII-B1.	Propiedades físicas	20
VIII-B2.	Características Microbiológicas	20
VIII-B3.	Características Químicas	20
VIII-C.	PRESIÓN	20
VIII-C1.	Tipos de Presión	21
VIII-D.	CAUDAL	21
VIII-E.	MANÓMETRO	21
VIII-F.	DESALINIZACIÓN	21
VIII-G.	MÉTODOS DE DESALINIZACIÓN	21
VIII-G1.	DESTILACIÓN POR MÚLTIPLE EFECTO (DEM)	22

VIII-G2.	DESTILACIÓN A TRAVÉS DEL EFECTO FLASH (DEF)	23
VIII-G3.	ENFRIAMIENTO	23
VIII-G4.	COMPRESIÓN DE VAPOR	23
VIII-G5.	DESTILACIÓN SOLAR	24
VIII-G6.	ELECTRO DIÁLISIS (ED)	24
VIII-G7.	DESTILACIÓN POR MEMBRANA (DM)	25
VIII-H.	ÓSMOSIS INVERSA	25
VIII-H1.	MECANISMO DE TRANSPORTE EN MEMBRANAS	26
VIII-H2.	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	27
VIII-H3.	MEMBRANAS	27
VIII-H4.	CONFIGURACIÓN Y MÓDULOS DE MEMBRANAS	28
VIII-H5.	ENSUCIAMIENTO DE MEMBRANAS Y TÉCNICAS DE LIMPIEZA	29
VIII-I.	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	29
VIII-J.	DEFINICIONES	36
VIII-J1.	SISTEMA FOTOVOLTAICO	36
VIII-J2.	FILTRACIÓN	36
VIII-J3.	SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR	41
VIII-J4.	PANELES SOLARES	41
VIII-J5.	DESALINIZACIÓN SOLAR	44
VIII-J6.	RADIACIÓN SOLAR	44
VIII-J7.	CAPTADOR SOLAR	44
VIII-J8.	ELECTROLISIS	44
VIII-J9.	BALANCE DE ENERGÍA	44
IX.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	45
IX-A.	DISEÑO Y DESARROLLO DE LA MAQUINA DESALINIZADORA	45
IX-B.	FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO	46
IX-C.	DISEÑO MECÁNICO DEL PROTOTIPO	52
IX-C1.	CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	53
IX-C2.	CALCULO Y DISEÑO DEL TANQUE DE LA MÁQUINA	55
IX-C3.	CÁLCULO PARA HALLAR EL PESO DEL TANQUE	57
IX-C4.	CÁLCULO DEL PESO DE LAS TAPAS DEL TANQUE	58
IX-C5.	CÁLCULO DEL PESO DEL TANQUE CON AGUA SALADA	58
IX-D.	CALCULO Y SELECCIÓN DE MEMBRANA	59
IX-E.	DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	60
IX-E1.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS	60
IX-E2.	SELECCIÓN DE BOMBAS	65
IX-F.	DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	65
IX-F1.	CALCULO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	66
X.	METODOLOGÍA	69
X-A.	MARCO METODOLÓGICO	69
X-B.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	69
X-C.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	69
X-D.	DEMOGRAFÍA	69
X-E.	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	69
X-F.	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS	70
XI.	RESULTADOS	71
XI-A.	FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DESALINIZADOR	71
XI-B.	ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL AGUA	71
XI-C.	RESOLUCIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO	72

XII. CRONOGRAMA	73
XIII. PRESUPUESTO	75
XIV. CONCLUSIONES	76
XV. RECOMENDACIONES	77
XVI. APÉNDICES	78
XVI-A. VALORES HSP OBTENIDOS POR EL PROGRAMA PVSYST	78
XVI-B. DIMENSIONES DE LA MEMBRANA DESALINIZADORA	79
XVI-C. PROGRAMACIÓN EN CADENA BLOQUES EN SOFTWARE LABVIEW PARA LA SI- MULACIÓN DEL PROTOTIPO	80
XVI-D. PRUEBA DE ANÁLISIS DE LABORATORIO	87
XVI-E. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y EL TANQUE EN SOLIDWORKS	88
XVI-F. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DESALINIZADOR	90
XVI-G. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO	99
XVI-H. DIAGRAMA ELÉCTRICO	100
XVI-I. DATA SHEET DE LA BOMBA	101
XVI-J. DATA SHEET DE LOS FILTROS	104
XVI-K. DATA SHEET DEL PANEL SOLAR	105

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	a) Transformación de las especies iónicas en relación al pH y b) Etapas en el método de titulación del agua para determinar su alcalinidad.	18
2.	Escala del pH del 0 al 14.	19
3.	Probables combinaciones tecnológicas de los métodos de energías renovables y desalinización	22
4.	Destilación por Efecto Múltiple	23
5.	Destilación por Efecto Flash	23
6.	Diagrama Esquemático de un sistema DEM-CV	24
7.	Diagrama de un destilador solar simple.	24
8.	Diagrama de funcionamiento de un sistema de electro-diálisis	25
9.	Módulo de Destilación por membrana solar	25
10.	Diagrama de procesos de ósmosis y ósmosis inversa	26
11.	a) Ósmosis, b) Equilibrio Osmótico y c) Ósmosis Inversa	27
12.	Representación esquemática de un proceso de separación por membrana	27
13.	Módulo de Placas	28
14.	Módulo Tubular	28
15.	Módulo de espiral	29
16.	Modelo de aplicación FV con baterías que no contengan inversor	35
17.	Modelo de unifilar de una instalación FV con conexión a red.	36
18.	Tipos de partículas comunes en el agua	37
19.	Niveles de tratamiento del agua originaria del mar	38
20.	Aspectos que inciden en filtros	39
21.	Partes del Prototipo desalinizador	46
22.	Flujómetro	48
23.	Manómetro	49
24.	Medidor de pH	49
25.	Medidor de TDS	50
26.	Software PVsyst	50
27.	Filtros de 1era, 2da, 3er etapa	51
28.	Filtros de 4ta, y 5ta etapa con filtro alcalino	52
29.	Simulación del proceso de desalinización en LabVIEW	53
30.	Análisis de deflexión	53
31.	Análisis de Esfuerzo	54
32.	Factor de Seguridad	54
33.	Dimensiones del material de la estructura	55
34.	Distribución de los esfuerzos	55
35.	Análisis de esfuerzo máximo	56
36.	Factor de seguridad en el tanque	56
37.	Análisis de deflexión en el tanque	56
38.	Tanque de agua salada	57
39.	Tapa para el tanque de agua salada	58
40.	Simulación con la membrana seleccionada	59
41.	Tamaño de la membrana	61
42.	Coeficientes de obstrucción	63

ÍNDICE DE TABLAS

I.	Iones mayoritarios y minoritarios en el agua	16
II.	Clasificación del agua TDS	17
III.	Clasificación del agua conforme a su dureza	18
IV.	Clasificación del agua conforme a su alcalinidad	19
V.	Características Físicas del Agua	20
VI.	Características microbiológicas del Agua	20
VII.	Características químicas del agua con repercusión en la salud humana	21
VIII.	Características para diferencias y comprender las diferencias de las baterías	43
IX.	Partes del Prototipo de Máquina desalinizadora	47
X.	Análisis de la calidad del agua para la elección de la membrana	59
XI.	Longitud de tramos de tubería	62
XII.	Equipos que serán usados en el prototipo desalinizador	66
XIII.	N.º de paneles a usar en el prototipo	67
XIV.	Equipos del prototipo de maquina desalinizadora de agua de mar utilizando energía fotovoltaica	71
XV.	Resolución de los análisis experimentales de calidad (TDS = 2100 ppm)	71
XVI.	Resolución de los análisis experimentales de calidad (TDS = 2000 ppm)	71
XVII.	Rango admisible de sólidos disueltos	72
XVIII.	Resolución de los análisis de campo en laboratorio	72

I. RESÚMEN

Este trabajo está enfocado a implementar una maquina portable desalinizadora de agua de mar, creando una fuente alternativa de agua altamente apta para el consumo de la población mediante energía renovable, a partir de identificar las variables vinculadas al proceso de desalinización del agua de mar, desarrollar un prototipo mecatrónico para filtrado y purificación del agua del mar, realizar pruebas de funcionamiento de los sistemas mecánicos, electrónicos, hidráulicos, y de software del prototipo y verificar mediante pruebas desalinizadoras de agua de mar la funcionalidad del equipo. Teniendo como hipótesis que el desarrollo de una máquina desalinizadora que produzca agua purificada o uso agrícola, domestico usando agua marina y energía proveniente del sol es posible porque hay la tecnología requerida y todo el mercado para efectuar dicho estudio, adicional a ello hay una elevada aceptación de las tecnologías para la conservación del ecosistema y los recursos que son renovables, lo que orienta a que este trabajo se considere como tecnológico, rentable y financieramente posible. Como conclusiones se estableció que, se probó la funcionabilidad del sistema por medio de simulación usando el software LabVIEW ya que este nos permite observar con facilidad las diferentes etapas de filtración que presenta el equipo y también se usó el software SolidWorks para el desarrollo de la estructura. De acuerdo a las derivaciones obtenidas se concluye que con un número determinado de membranas se puede conseguir un mejor permeado, es decir si se cuentan con más membranas, más partes por millón serán retenidos y los sólidos disueltos en agua quedaran en las membranas y por lo tanto el permeado será mejor y así se tendrá mejores resultados.

Palabras clave: Desarrollo, Prototipo. Máquina Desalinizadora, Agua De Mar, Energía Fotovoltaica.

II. ABSTRACT

This work is aimed at implementing a portable seawater desalination machine, creating an alternative source of water suitable for human consumption through renewable energy, from identifying the variables linked to the seawater desalination process, developing a mechatronic prototype for filtering and purification of sea water, perform performance tests of the mechanical, electronic, hydraulic, and software systems of the prototype and verify the functionality of the equipment through seawater desalination tests. Taking as a hypothesis that the development of a desalination machine that produces purified water or agricultural, domestic use using seawater and solar energy is feasible because the technology and the market exist to carry out said project, there is also a great acceptance towards green technologies and renewable resources, which means that this project is technologically, economically and financially viable. As conclusions, it was established that the functionality of the system was tested by means of simulation using the LabVIEW software since this allows us to easily observe the different stages of filtration that the equipment presents and the SolidWorks software was also used for the development of the structure. . With the results obtained, it is concluded that with a certain number of membranes a better permeate can be achieved, that is, if there are more membranes, more parts per million will be retained and the solids dissolved in water will remain in the membranes and therefore the permeate will be better and thus better results will be obtained.

Keywords: Development, Prototype. Desalination Machine, Sea Water, Photovoltaic Energy.

III. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto nos permitirá conocer de cerca el proceso de purificación de agua y de sus implicaciones en caso de no ser procesados correctamente.

La propuesta de este trabajo es la creación de un mecanismo de purificación y desalinizador de agua que esté al alcance de los ciudadanos y que no genere gastos de energía eléctrica y que sea de fácil transportación. Este sistema no se quedará estático en una posición, ya que tiene que ubicarse en una zona estratégica donde esta sea alimentada por la luz del sol y pueda activar los mecanismos dentro de la misma que se encargaran de la filtración del agua. Este proceso contiene 4 etapas: desde la eliminación de microorganismos vivos perjudiciales para la salud, hasta residuos los cuales serán eliminados etapa por etapa para que puedan disfrutar de agua fresca y libre de peligro dentro de la comodidad de su casa.

Al momento de realizar este proyecto debemos contar con información necesaria dentro del hogar como lo es el consumo de litros por botellón de agua. Esto garantizará el correcto funcionamiento de los filtros o etapa de filtrado, ya que mientras más litros o más consumo tengan dentro del hogar sea para tomar, cocinar, etc. se deberá tener al tanto el tiempo de duración de cada filtro y cambiarla de acuerdo con la información que debe ser brindada a nosotros como los elaboradores de este. Si usted tiene un uso moderado al no ser o al no contar con una familia muy numerosa, los filtros funcionaran y permanecerán más tiempo limpios y trabajando de manera adecuada ya que no forzara el sistema.

Debido a la alta insalubridad que tienen ciertas empresas que venden agua que es vaciada en botellones de plásticos, es un requerimiento enorme por parte del consumidor a que existan mejores opciones en el mercado en Latinoamérica que garantice la salud como primer punto y brinde agua alcalina sin preocuparse en tener consecuencias de enfermarse a largo plazo o corto plazo, y que responda al progreso de la tecnología que se está efectuando en el mundo. Ya que no van a tener el uso excesivo de luz ya que será un equipo que no necesitara ninguna energía externa, sobre todo innovador ya que va a ser portátil para contar con agua de calidad en cualquier lugar donde vayas a estar.

Gracias a la implementación del sistema desalinizador de agua tendremos algunas ventajas y resultados de inmediato en:

- La facilidad que tendrá de uso sin preocuparse de quedarse sin agua para el hogar en ningún momento.
- Los hogares contarán con un sistema que trabajara de manera eficiente y silenciosa durante todo su proceso.
- La implementación y la innovadora idea de que esta funcione con energía solar sin ser alimentada de manera externa como alguna batería que generaría gran contaminación a nivel mundial.

Con la creación de este trabajo se cambiaría la forma en que dentro del hogar se contara con agua de calidad, demostrando que puede salvaguardar su vida a elegir un sistema de calidad y evitar infecciones dentro de su organismo.

Finalmente, el proyecto busca generar un impacto en la vida diaria de una familia decidida a dar un cambio en su salud y dentro del ambiente de su propio hogar, impulsando a que se invierta de manera eficiente en la salud para contar con resultados efectivos que no sean perjudiciales en su vida. Al alcance de la mano tendremos tecnología y aportaremos a la descontaminación global al implementar el uso de las energías verdes que se adquiere de la radiación del sol a través de un panel solar, mismo que también la convierte en una energía eléctrica.

Con esto también presionaremos a grandes empresas a invertir en sistemas que garanticen calidad en el producto que ellos brinden a los habitantes. Así también, conociendo que, las grandes empresas que se dedican a la comercialización y a la elaboración de todo su proceso de filtración con grandes máquinas que no cuentan con una limpieza y desinfección periódica. Se espera que, Con la ayuda de este proyecto, cambiemos la mentalidad dentro del hogar que haga reflexionar sobre el consumo de agua de calidad ya sea en alimentos o simplemente solo para beberla.

IV. PROBLEMA DE ESTUDIO

La disponibilidad mundial del agua afecta directamente en el crecimiento social y económico de una nación. Alrededor del 75 % de la cavidad terrestre se conforma de agua; pero de dicho porcentaje transformado en un 100 %, el 97,5 % es agua salada y solo el 2,5 % es agua dulce.[12]. El desarrollo industrial urbano, la sobre explotación y las afectaciones por contaminantes a las fuentes de agua agotan los recursos hídricos. No solo las enfermedades afectan a la comunidad, también daña los cultivos y el ganado porque alrededor del 70 % de toda el agua que se extrae de los lagos y de los ríos se la emplea para la utilización del riego, la comida humana y animal se contamina por falta de agua; Sabiendo que hay bastante agua dulce en el mundo para compensar los requisitos de alrededor de ocho mil millones de individuos en el territorio terrestre, está repartida de forma desigual en el globo terráqueo, y la mayor parte se desperdicia y se gestiona de manera insostenible y contaminante.

Las alteraciones al clima es uno de los aspectos que afectan los recursos hídricos, especialmente en los sectores que son considerados como áridos y semiáridos en la que el agua ya se encuentra casi escasa. Por lo tanto, proteger los elementos que provienen del agua dulce del mundo es necesario de un enfoque integrado de los impactos ambientales y climáticos antropogénicos. Las intervenciones en los programas hídricos y ambientales son fundamentales para su sostenibilidad. La deficiente calidad del agua puede tener una serie de afectaciones para la salud y para el medio ambiental, inutilizando los recursos y reduciendo la disponibilidad de agua. De hecho, la contaminación del agua se ha convertido en uno de los mayores riesgos para el suministro y la reutilización de agua dulce. El aumento de la actividad agrícola, la rápida urbanización, la utilización de los fertilizantes, pesticidas, la degradación del suelo y la mala gestión de los desechos afecta el suministro de agua dulce. América del Sur contiene la mayor parte de porcentaje de agua dulce, a pesar de ello Ecuador es una de las naciones que tienen el menor acceso a un agua potable de toda Latinoamérica.

El tratamiento de agua es demasiado costoso, en efecto, se requiere de abordar las problemáticas puntuales en torno a la falta de agua y a la calidad de la misma. El Programa Hidrográfico Intergubernamental (IHP) hace una elevada contribución a la gestión y comprensión de la calidad del agua en los países avanzados. Debido a que el agua de mar constituye el 97 % de todo el agua del mundo y un estimado de mil cien millones de personas en la tierra no cuentan con tanta agua dulce, diseñar y fabricar una máquina de desalinización del agua marina solar con purificador para convertir el agua de mar salada al agua potable limpia ayudará a resolver la problemática mundial de la falta de agua ya que se puede usar y transportar fácilmente ya que solo pesará alrededor de 40 kg y el costo de mantenimiento de este no es tan alto en comparación a otros que son muy costosos, por tal motivo, es necesario tener en cuenta los costos de energía, las necesidades sociales y los recursos masivos, de los cuales la luz solar es la predominante.[30].

IV-A. Antecedentes

Las primeras investigaciones de desalinización vienen desde el tiempo de Aristóteles, en la que la evaporación fue el más fundamental. Fue hasta el siglo XVI en el cual, los árabes recurrieron a ello y buscaron alguna otra opción: la desalinización del agua marina a través de la destilación. Durante el siglo XVII las investigaciones siguieron su curso, cuando se comenzó con el experimento por medio de la filtración de Sir Francis Bacon[49].

A pesar de ello en el siglo XVIII, se evidenció un avance en la tecnología relevante en dicho ámbito, la filtración a través de la membrana, la cual también reconoció la impregnación de la natural membrana. En el año 1840, se registró un mecanismo reconocido también como la Evaporación Multi-Efecto (ME). A finales del siglo XX, expertos provenientes de Japón y de Estados Unidos, principalmente crearon membranas que son semipermeables para las implementaciones industriales, las cuales rápidamente empezaron a utilizarse para una desalinización a través de la ósmosis inversa.[49].

Durante los últimos tiempos, la aplicación de la tecnología de la desalinización se ha incrementado de forma significativa para poder distribuir agua tratada a la población. Dichas tecnologías se aplican para batallar con la

seguía mundial y a la vez encontrar actuales fuentes que sean de agua dulce[51].

IV-A1. Latinoamérica: Partiendo desde los finales del siglo XIX, Latinoamérica ha estado aplicando la desalinización del agua marina. Uno de los primeros países en construir instalaciones para ello, fue Chile. Las naciones que más hacen uso de la desalinización son Chile y Perú.

IV-A2. Chile: El ingeniero sueco Charles Wilson, en el año 1872, instauró una de las primeras plantas de desalinizadora de la energía solar, ubicado en las Salinas, a 112km de la ciudad de Antofagasta. Dicha planta es un mecanismo aplicado para transformar el agua que proviene del mar a un agua totalmente tratada y que sea la idónea para el consumo de toda la población. Se ha instaurado sobre una altura de 4000m2, con una capacidad de desalinización en la temporada de calor, de más de 20.000 litros al día.

IV-A3. Perú: En Perú actualmente existen 8 plantas desalinizadoras de agua, pero solo una es esta destinada para el consumo humano es un proyecto llamado Provisur el cual termino en el 2020 y está ubicada al sur de lima la capital, la capacidad de desalinización es de 34.560 m³/día[50].

IV-A4. Colombia: Se inauguró en Guajira en el año 2015 Primera planta desalinizadora. Esta es la unidad nacional de Gestión de Riesgos y Desastres (UNGRD), a cargo de la Cruz Roja Colombiana, capaz de producir 68.000 litros de agua al día en beneficio de los municipios aledaños[9].

IV-A5. Ecuador: En el año 2019 se inauguró la primera planta desalinizadora en Ecuador, Guayaquil es la primera planta del país funciona por medio de ósmosis inversa y la planta puede producir hasta 60 litros por segundo está ubicada en una parroquia rural llamada isla puna. La isla tiene una superficie de unos 920 kilómetros cuadrados y se abastece de dos pozos poco profundos, cada uno de los cuales produce una media de 3,5 litros de agua, con un tiempo máximo de extracción de 8 horas diarias, pero no apto para el consumo[15].

Esta obra cuenta con dos etapas. La primera etapa contiene una cabida de 1.000 metros cúbicos por día, la segunda fase contiene una suficiencia de 1.500 metros cúbicos. .En la última fase, el consumo de agua Puná se redujo de 8 horas al día a 24 horas al día”[15].

IV-B. Importancia y Alcances

De toda el agua que se encuentra en la superficie terrestre solo el 3 % de esta se señala como agua dulce. Dos tercios de esta agua dulce están presentes en glaciares helados. Se considera que, más de mil cien millones de personas en la tierra no cuentan disponibilidad adecuada a las reservas de agua y más de dos mil setecientos millones de personas enfrentan escasez de agua al por lo menos una vez al mes. Pero también sabemos que el 71 % de la superficie terrestre es agua y el 97 % de esa agua es agua de mar (Salada). Por la relevancia de lo mencionado se plantea como importante la implementación de este proyecto para ayudar y a reducir esa carencia de agua en sectores que no tengan este recurso disponible y también hacer uso de energía renovables como son los paneles.

V. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo pretende la creación de un modelo de maquina desalinizadora para el agua de mar utilizando energía fotovoltaica, con la intención de suministrar un agua que sea totalmente idónea para el consumo de la población y a núcleos familiares con insolvencia de este, se indica que el incentivo de este propósito se centra en el requerimiento denotado a través de distintos órganos y medios de comunicación, este es un indicador alarmante de la limitada disponibilidad de agua potable en las zonas costeras del país.

El consumo de agua es un requerimiento fisiológico humano básico para garantizar la hidratación y el correcto funcionamiento del organismo; volumen de agua calculado a partir de valores de referencia, determinan que el organismo de un ser humano está compuesto alrededor del 58 y 78 % de agua, esto va a depender de ciertos indicadores de la persona como su contextura, esto quiere decir que por ejemplo, según estudios, una persona que es adulta debe consumir dos litros de líquido durante el día, pero esto está sujeto de acuerdo a la actividad que realice, a la climatización, a su dieta, a la edad y el peso.

En base a dicho requisito fundamental, este estudio tiene su justificación desde la norma ecuatoriana definida en la constitución de la república, que indica al acceso al agua como uno de los principales derechos de la población; sin embargo, el acceso a la misma, en ciertos sectores del Ecuador, es escaso. Además, preocupan los altos costos asociados a la escasez de recursos de agua potable.

Finalmente, el estudio aporta académicamente a la formación de una retroalimentación y una transferencia de conocimiento en el área de la tecnología, la ciencia y la innovación, brindando soluciones a los requerimientos más indispensables de la comunidad del agua y promoviendo el diálogo sobre el conocimiento y la innovación social.

VI. GRUPO OBJETIVOS

El proyecto se plantea para brindar soluciones, partiendo de determinar los objetivos orientados en constituir y analizar una propuesta que dé una solución al inconveniente expuesto, teniendo en consideración el modelo señalado. De esta forma se pretende aportar de forma social a un mecanismo que posibilite que haya agua en todos los sectores y que la misma sea apta para que se pueda consumir sin afectaciones a la salud.

VI-A. *Objetivo General*

Implementar una maquina portable desalinizadora de agua marina, creando una fuente de agua alternativa que sea apta para el consumo de la población mediante energía renovable.

VI-B. *Objetivos Específicos*

- Identificar las variables vinculadas al procedimiento de la desalinización del agua marina.
- Desarrollar un prototipo mecatrónico para filtrado y purificación del agua del mar.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los sistemas mecánicos, electrónicos, hidráulicos, y de software del prototipo.
- Verificar mediante pruebas desalinizadoras de agua de mar la funcionalidad del equipo.

VII. HIPÓTESIS

VII-A. *Hipótesis General*

El desarrollo de una máquina desalinizadora que produzca agua purificada o uso agrícola, domestico empleando el agua marina y la energía proveniente del sol es posible porque hay la tecnología necesaria y el mercado para poder efectuar el mencionado proyecto, adicional a ello hay bastante admisibilidad paras las tecnologías verdes y los recursos renovables, por lo tanto, este estudio es tecnológico y financieramente factible.

VII-B. *Hipótesis Específicas*

- El usuario podrá llevar la maquina consigo y así poder beber agua de mar desalinizada.
- El diseño compacto y energizado por luz solar hace que sea de fácil uso y transporte.
- La manufactura será de calidad y dará una desalinización óptima con la pureza deseada.

VIII. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

VIII-A. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA CON ALTO CONTENIDO EN SALES

El agua que contiene sales en elevada cantidad se debe a la presencia de las sales minerales que se denominan como iones. Por esta razón, dichos iones se dividen en iones menores o en iones mayores; debido a su carga se lo segmenta en: cationes (+) y aniones (-); y por el nivel de una oxidación o de valencia; una valencia son los denominados monovalentes y aquellos que son dos, divalentes. Estos que se pueden encontrar en el agua originan un aumento en el valor del flujo eléctrico (CE), así mismo incremento en la densidad de los sólidos que se encuentran esparcidos (SDT), que proviene de la dureza y del nivel de porcentaje de sal. Dichos lineamientos fisicoquímicos se correlacionan de forma directa, de acuerdo a la temperatura y al PH que contenga el agua.

Que la temperatura sea variable es lo que puede incidir en la circulación iónica, lo que originaría un aumento de la CE casi del 12 % de acuerdo a cada nivel (°C). Por otro lado, el pH se podría modificar en la densidad de los elementos de carbono inorgánico, proporcionando alteraciones en la densidad de la alcalinidad y de la dureza. Si alguno de estos dos elementos presenta inconvenientes, así mismo afectará y cambiara las características del agua, alterando la solubilidad de quienes son los iones.

Se muestran en la “Tabla I” los más relevantes mayoritarios iones y también minoritarios que se encuentren presentes con un elevado contenido de sales.

Tabla I: Iones mayoritarios y minoritarios en el agua

IONES MAYORITARIOS		IONES MINORITARIOS	
CATIONES	ANIONES	CATIONES	ANIONES
Sodio (Na^+)	Cloruro(Cl^-)	Estroncio (Sr^{2+})	Bromuro (Br^-)
Potasio (K^+)	Sulfato(SO_4^{2-})	Amonio(NH_4^+)	Fluoruro(F^-)
Calcio(Ca^{2+})	Carbonato(CO_3^{2-})	Bario(Ba^{2+})	Nitrato(NO_3^-) & Nitrito(NO_2^-)
Magnesio(Mg^{2+})	Bicarbonato(HCO_3^-)	Boro(Ba^+)	Silicatos(SiO_3^{2-})
	Hidróxidos(OH^-)		Fosfatos(PO_4^-)

La salinidad del agua depende del tipo y el porcentaje de salinidad que contenga. El agua con alta salinidad se puede segmentar como agua potable, agua salobre, agua de mar o salmueras. Por un lado, la salinidad del agua salobre depende de las condiciones geológicas del subsuelo (carbonatos,

sulfatos, silicatos, etc.), por otro lado, la salinidad del agua de mar está determinada principalmente por el cloruro de sodio (NaCl) descompuesto en el catión sodio (Na^+) y el anión cloruro (Cl^-).

VIII-A1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICAS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LA SALINIDAD: Tanto la CE como lo que es el SDT son dos lineamientos físico químicos que vinculan entre ellos, debido a que un valor estándar de CE está sujeto a una concentración del SDT, esto quiere decir que mientras más concentración de CE haya más SDI. Hay dos lineamientos que se denominan “formas indirectas de la salinidad”, debido a que por una parte se puede obtener una cantidad acerca de que tanta salinidad existe en una solución; no obstante, el tipo de sal es el que no se puede identificar, de acuerdo a cuál es la clase o la cantidad presente en la misma. Ambos lineamientos de igual forma se pueden establecer de forma cuantitativa través de mecanismo que ya están establecidos en la CE y la densidad de los SDT, o mediante una herramienta en este puntual caso el conductímetro. Los lineamientos físicos químicos además de poder verificar la concentración directa también pueden pronosticar las especies que son iónicas y se encuentren presentes en la investigación. Entre los lineamientos físicos, está enfocada a la rudeza total, que principalmente se debe a que estén presentes los cationes divalentes de Calcio (Ca^{2+}) y de magnesio (Mg^{2+}). La total alcalinidad, está sujeta a los carbonatos, hidróxidos y los bicarbonatos. Los cloruros y los sulfatos, los cuales se deben por la fusión entre el sulfato (SO_4^{2-}) y del catión de cloruro (Cl^-).

VIII-A2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE): Es una medida operacional considerable para analizar la eficiencia de la Re-mineralización del agua desalinizada. Los valores comunes ($\mu\text{S}/\text{cm}$) que son enfocados a un agua desalinizada son mínimos, por el otra parte, el agua ya tratada satisfactoriamente debería tener porcentajes mas elevados. Una afectación por contaminantes dentro del destilado o en el filtrado se podría descubrir rápidamente por el alto flujo del agua salada (por ejemplo: $50,00 \mu\text{S}/\text{cm}$). En la representación de la “ecuación1” se observa a la ley de Ohm simplificada, que es importante para calcular de forma teórica el CE.

$$V = R \times I \quad (1)$$

Donde:

V = Voltaje o Diferencia de Potencial [=] (V)

R = Resistencia Eléctrica [=] (Ω)

I=Corriente Eléctrica [=] (A)

VIII-A3. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS - SDT): Los TDS son sustancias dentro del agua inorgánicas y orgánicas las cuales no pueden retenerse en el equipo filtrante. Los TDS es la diferenciación entre aquellos sólidos (TS) y los que son menos sólidos (TSS), generalmente expresados en ppm. En la expuesta ecuación 2 se denota la forma de poder calcular el SDT.

$$SDT = ST - SST \quad (2)$$

Donde:

SDT = Sólidos Disueltos Totales [=] (ppm)

ST = Sólidos Totales [=] (ppm)

SST = Sólidos Suspendidos Totales [=] (ppm)

La “TablaII”explica la organización del agua de acuerdo a cuando contenga de TDS:

Tabla II: Clasificación del agua TDS

Clasificación	TDS (ppm)
Agua de Mar	10,000 - 100,000
Agua Salada	1,000 - 10,000
Salmuera	>100,000
Agua Potable	50 - 1,000

VIII-A4. DUREZA TOTAL (DT): DT o la Dureza Total se define como una solución en la que se encuentran presentes de la forma de los carbonatos (CO_3^{2-}) o bicarbonatos (NaHCO_3) en densidad de los cationes que son divalentes metálicos y no alcalinos. La DT se le atribuye a la creación de las incrustaciones en tomos de recipientes, en las máquinas y en tuberías de uso domestico y de uso industrial, de igual forma como la precipitación de los jabones y de los detergentes que entren en contacto con el agua, lo que altera que se forme la espuma. La consistencia, medida de la densidad del carbonato de Calcio (CaCO_3),tiene que oscilar entre $100\text{mg}/\text{l}$ y los $200 \text{mg}/\text{l}$ para que no exista una corrosión y las incrustaciones. El mecanismo para determinar la DT se rige en lo que la sal disódica del ácido etilen-diamino-tetracético (EDTA) reacciona sobre todo con aquellos que son cationes divalentes de Ca^{2+} y Mg^{2+} formando complejos estables. En la “ecuación3” muestra cómo se genera la DT.

$$DT = D\text{Ca}^2 + D\text{Mg}^{2+} \quad (3)$$

Donde:

DT = Dureza Total [=] (ppm de CaCO_3)

$D\text{Ca}^2$ = Dureza del Calcio [=] (ppm de CaCO_3)

DMg^{2+} = Dureza del Magnesio [=] (ppm de $CaCO_3$)

Una vez que se completa el cálculo, se puede considerar que el agua se clasifica en función de los valores de dureza obtenidos, como se evidencia dentro de la “TablaIII”.

Tabla III: Clasificación del agua conforme a su dureza

Clasificación	Dureza Total (ppm de $CaCO_3$)
Muy Dura	>300
Dura	150 - 300
Medianamente Dura	75 - 150
Blandas	0 - 75

VIII-A5. **ALCALINIDAD TOTAL (AT):** La total alcalinidad (TA) es que tan apta está una solución para poder normalizar los ácidos o aceptar protones, simboliza a toda la sumatoria de las bases que son tituladas y además es proporcional a toda la acidez. La TA se puede delimitar usando dos guías que son: fenolftaleína y naranja de metilo. Las dos maneras se establecen empleando por una titulación con un fuerte ácido (ácido sulfúrico o clorhídrico). Debido a que TA de las aguas que se encuentran en la parte superficial y en la parte terrestre dependen principalmente del contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, se utiliza como una guía de estas especies iónicas, que a su vez se hidrolizan en el agua, y los productos de la hidrólisis producen. Sin embargo, puede haber otras sales de que conforman los ácidos débiles como los silicatos, los boratos, nitratos o los fosfatos, que podrían ser menos propicios para la TA. La “ecuación4” 4 muestra una fórmula general para determinar TA que, al igual que DT, se expresa como ppm de $CaCO_3$, mientras que la “Fig.1” se muestran las especies iónicas que en función del pH y la fase de alcalinidad determinada por la fórmula de la titulación.

$$AT = AF + AAF \quad (4)$$

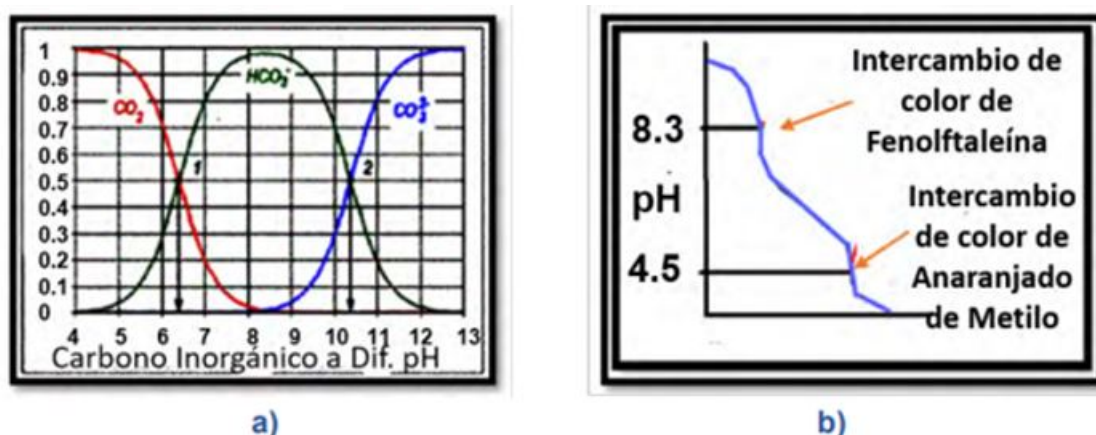
Donde:

AT = Alcalinidad Total [=] (ppm de $CaCO_3$)

AF = Alcalinidad a la fenolftaleína [=] (titular la muestra hasta un pH de 8.3)

AAF = Alcalinidad al anaranjado de metilo [=] (titular la muestra hasta un pH de 4.5)

Figura 1: a) Transformación de las especies iónicas en relación al pH y b) Etapas en el método de titulación del agua para determinar su alcalinidad.



De la misma manera que la dureza, así mismo la alcalinidad se puede clasificar de acuerdo al porcentaje alcanzado, como se puede visualizar dentro de la “TablaIV” expuesta a continuación:

Tabla IV: Clasificación del agua conforme a su alcalinidad

Clasificación	Alcalinidad Total (ppm de $CaCO_3$)
Alta	>150
Media	75 - 150
Baja	<75

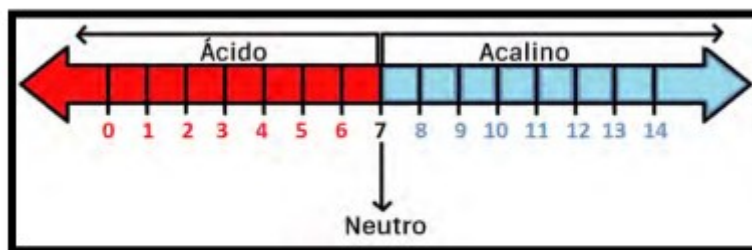
VIII-A6. TEMPERATURA: Es la composición de la energía cinética de una molécula, que señala la cantidad de calor que existe en una solución, la medida se puede efectuar en grados Fahrenheit (F), Kelvin (K) o de los grados Celsius (°C). Una de las mediciones que van a depender de la temperatura es la solubilidad de los minerales (iones), ciertos se disuelven de una manera más fácil en medida que se incrementa la temperatura, tal hecho se reconoce como una directa solubilidad o la solubilidad estándar.

Los parámetros de la temperatura del agua deben oscilar siempre menos de los 25°C y no debe excederse de los 50°C. existe un alto riesgo en medio de estos dos índices, en el que esta propenso a un incremento de bacterias, sobre todo la *Legionella* y va a requerir de un análisis del agua.

VIII-A7. pH: El nivel del pH se usa para poder calcular la acidez que se encuentra en una solución, dado que el pH se relaciona con el pOH. Cuando se tiene el total conocimiento sobre la acidez de una solución, también se podrá conocer su nivel de alcalinidad.

Por ello, la cantidad de pH va a variar entre 0 y 14. Un ejemplo de ello es que una sustancia con pH va a ser de 0 o puede ser más ácida (menor alcalinidad), una sustancia que contiene un pH=7 se considera como neutra y una sustancia que contiene un pH=14 se establece como menos acida (más alcalinidad)[39].

Figura 2: Escala del pH del 0 al 14.



VIII-A8. SODIO: Es considerado como el metal más alcalino que usualmente se encuentra en la composición de las aguas y adicional a ello es el único que está en grandes cantidades en el agua natural. Compone dentro del agua del mar al elemento más abundante, con densidades que oscilan aproximadamente de 10,000 ppm. El efecto que tiene en las membranas es la que no se precipita. Las consecuencias de su presencia en la salud de la humana están vinculados a las afectaciones cardiovasculares. De forma cuantitativa se puede establecer como un mecanismo denominado fotometría de llama.

VIII-A9. SULFATOS: Inciden en la composición de la sal dentro del agua, en ciertos momentos se podría obtener densidades de 2,000 ppm, la cantidad que se permite por normas sanitarias es la de 250 ppm. El inconveniente de

la presencia de los sulfatos dentro del procedimiento de la osmosis inversa es que se podría componer precipitados de calcio y de magnesio en las membranas. A través del mecanismo de la Nefelometría se podría establecer el porcentaje de la presencia de sulfatos dentro del agua.

VIII-A10. NITRATOS: En densidades en el agua que superan los 45 ppm, para el uso del hogar podría ser innecesario, sobre todo para los menores de edad, dado que puede originar cianosis. Este elemento no puede ser eliminado mediante la evaporación, se debe efectuar una desmineralización o al alejamiento a través de las membranas. El número de los nitratos se puede calcular a través de 3 mecanismos los mismos que son: Mecanismos de espectro métrico ultravioleta, mecanismo del electrodo de nitrato y el mecanismo cromatográfico de los iones.

VIII-B. CALIDAD DEL AGUA

La condición del agua se establece conforme a como se la usa, esta investigación se rige en obtener una calidad dentro del agua para que ésta sea apta para el consumo de los ciudadanos, acorde al cuerpo legal de los Recursos Hídricos, utilidad y los beneficios del agua, la misma en la que se establecen las propiedades, los recursos, los elementos básicos y la periodicidad de los sistemas de gestión y el manejo de la condición del agua para el dispendio de las personas[14].

VIII-B1. Propiedades físicas: Para que su condición sea la mejor para el consumo de las personas, el agua no debe de superar los valores que se establecen para cada unas de las propiedades físicas que se determinan dentro de la “TablaV” a continuación:

Tabla V: Características Físicas del Agua

Características Físicas	Representación	Valor máximo de aceptabilidad
Color	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor, Sabor	Aceptable - Inaceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	2

VIII-B2. Características Microbiológicas: las propiedades de están segmentación se deben situar dentro de las siguientes cantidades admisibles para la perspectiva microbiológica, mismos que se determinan tomando en consideración los parámetros de confianza de 95 % y para tácticas con destreza en descubrir de la 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) o de 1 microorganismo dentro de 100 cm³ de la muestra

Tabla VI: Características microbiológicas del Agua

Técnicas Utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia Coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	Aceptable
Sustrato Definido	0 microorganismos en 100 cm ³	0 microorganismos en 0 cm ³
Presencia y Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

VIII-B3. Características Químicas: Las propiedades de esta división dentro del agua para que se pueda consumir por la población, en relación a los compuestos químicos, sus elementos y demás. Deber ser limitado para no comprender afectaciones en la salud de las personas, como se evidencia en la siguiente tabla:

VIII-C. PRESIÓN

Es un porcentaje físico que se representa por la letra p, la cual es una proyección de la potencia que intercede de forma perpendicular en una superficie, por una unidad de áreas[28].

Tabla VII: Características químicas del agua con repercusión en la salud humana

Elementos, Compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos	Expresados como	Valor máximo aceptable (ppm)
Carbono Orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO_2	0,1
Nitratos	NO_3	10
Fluoruros	F	1,0

VIII-C1. Tipos de Presión:

- **Total:** es la fuerza que se ejecuta sobre un cuerpo por la actuación de un objeto, más la potencia atmosférica a la que se está sometiendo (todos los órganos celestes del mundo están regidos por una presión de la atmósfera).
- **Atmosférica:** es la potencia que tienen todos los cuerpos de gases de la atmósfera en la superficie de la tierra y lo que se encuentra en esta. Conforme una persona se va elevando sobre el nivel del mar, ya sea subiendo una montaña o por medio de un avión, la presión de la atmósfera se reduce debido a que existe menos cantidad de aire.
- **Manométrica:** es la potencia que hay encima de la cantidad de una presión de la atmósfera. También establecida como una presión relativa, su valor incide en la diferencia entre lo que es la presión de la atmósfera y la presión absoluta. La presión relativa se puede cuantificar por medio de un manómetro (es por tal razón el nombre) y usualmente se usa en la cotidianeidad.
- **Hidrostática:** es la fuerza a la que se rige un fluido, ya sea por su peso que se encuentre en reposo (hidrostático) o que se encuentre en un constante movimiento (hidrodinámico). Usualmente se mide por la presión promedio que existe entre los dos.

VIII-D. CAUDAL

La expresión caudal quiere decir la dimensión de agua que pasa por una superficie en una establecida duración.[45].

El caudal se puede cuantificar a través de la fórmula: $Q=V/t$, en la cual Q (caudal), V(Volumen) y t (tiempo). Usualmente, la dimensión se puede cuantificar en litros y la duración en segundos.

VIII-E. MANÓMETRO

El manómetro es una herramienta que se usa para poder cuantificar la presión de un fluido o gas dentro de un perímetro. En los ambientes del aire comprimido, son recursos básicos para la información, para la configuración y el manejo de los compresores, filtros o los secadores.

VIII-F. DESALINIZACIÓN

La desalinización del agua marina es un método en la cual se separan las sales minerales y demás sustancias que se encuentran disueltas en el líquido que usualmente es el agua que pasan a través de otra sustancia al evaporarse, el agua se separa bajo la acción de la energía, dejando sales minerales y otras impurezas en el envase. Luego, el vapor se condensa y pasa a través de tuberías con una superficie de temperatura más baja.[35].

VIII-G. MÉTODOS DE DESALINIZACIÓN

Hay muchos argumentos para poder estructurar a los mecanismos de la desalinización. El argumento denominado X los segmenta en dos conjuntos:

1. Mecanismos que funcionan con una modificación de fase la obtención de agua purificada.
2. Mecanismos que trabajan sin modificar la fase

Se denominará W un criterio que los clasifique según el tipo de energía consumida (térmica o mecánica). Los métodos involucrados en las transiciones de fase/energía térmica incluyen:

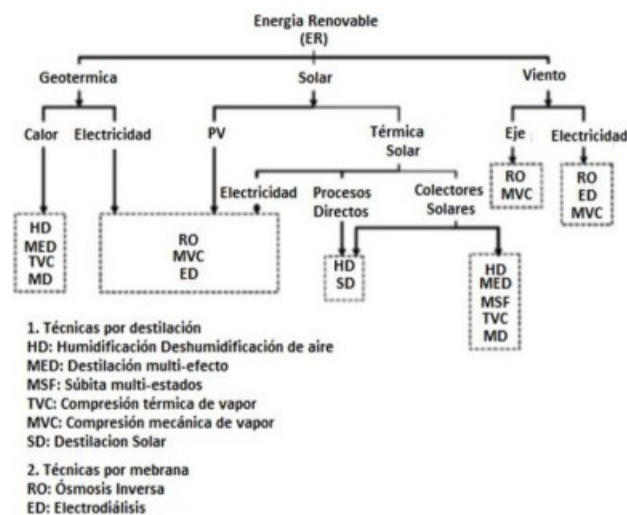
1. Destilación por múltiple efecto (DEM)
2. Destilación a través del efecto Flash (DEF)
3. Enfriamiento
4. Presión de vapor
5. Destilación mediante el sol

Los mecanismos que efectúan transiciones de fase/emplean una única energía mecánica que contiene:

1. Ósmosis Inversa
2. Electro-diálisis

La presión de vapor tiene ambas probabilidades de la energía, por ello puede estar en los conjuntos señalados del criterio W. [54].

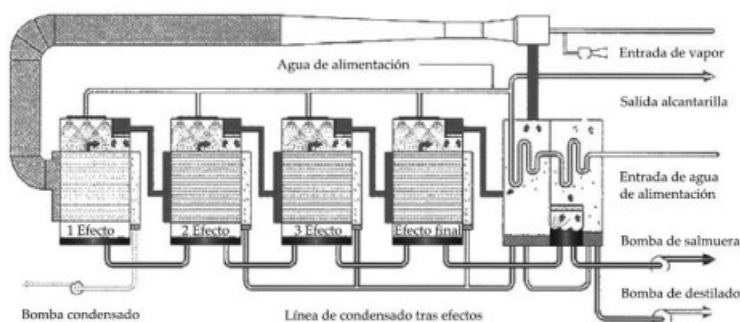
Figura 3: Probables combinaciones tecnológicas de los métodos de energías renovables y desalinización



VIII-G1. DESTILACIÓN POR MÚLTIPLE EFECTO (DEM): La evaporación es la aplicación de energía de grandes a una masa de agua para separar y eliminar moléculas del líquido del agua de la superficie de un líquido.

Si al mismo tiempo se despresuriza la coraza que contiene el volumen de agua, vemos que el proceso de evaporación tendrá lugar a una temperatura más baja[54].

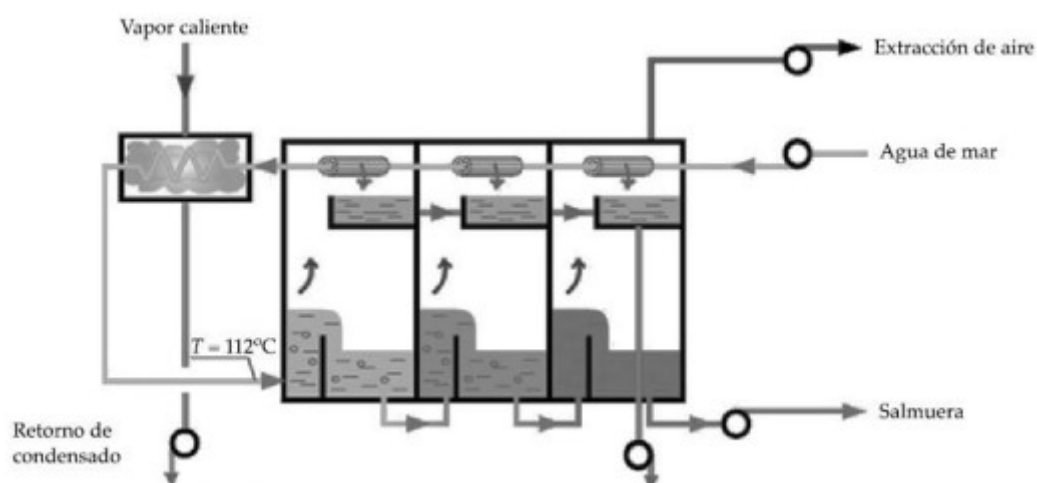
Figura 4: Destilación por Efecto Múltiple



VIII-G2. DESTILACIÓN A TRAVÉS DEL EFECTO FLASH (DEF): El agua se purifica comprimiéndola, calentándola a una temperatura de evaporación (superior a 100°C), cerrando el tanque contenedor para evitar la evaporación, de modo que se pueda aumentar su presión hasta un valor máximo determinado.

Cuando se alcanza la presión señalada, la válvula de alivio se abre y, por otra parte, el agua se empieza a vaporar de forma rápida, alejándose de la salinidad que la acompañan[54].

Figura 5: Destilación por Efecto Flash



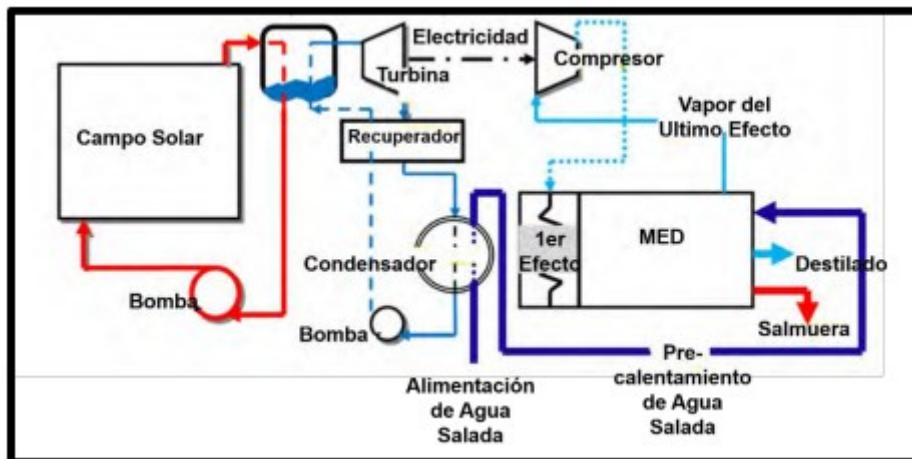
VIII-G3. ENFRIAMIENTO: El agua salada y su congelación ($-1,9$ a -3°C) produce hielo que se aleja de la solución en el momento que el agua se empieza a condensar dentro de la sal.

Los cristales se separan y deben lavarse con agua dulce, lo que reduce mucho la eficacia de la técnica. Asimismo, se desperdicia mucha energía térmica y mucha agua[54].

VIII-G4. COMPRESIÓN DE VAPOR: El procedimiento de la compresión de vapor se emplea usualmente en los métodos de desalinización del agua en pequeñas o en medianas escalas o en conjuntos a diferentes procedimientos (DEM). Opuesto a los previos sistemas, el calor que se evapora del líquido del agua es el resultado de la compresión, mas no del intercambio de vapor directo que proviene de una calefacción. En tales mecanismos, se extrae la ventaja del principio de la disminución del punto de ebullición desde la reducción de la presión [54]. En tal procedimiento, la alimentación del agua que contiene sal se calienta mediante una fuente externa, luego se mecaniza la energía

externa, para poder ubicar los tubos se dirige a los reflujos y se va evaporando de forma parcial. El producto resultante se comprime empleando un método de compresor convencional mecánico (CV), pudiendo incrementar la temperatura del vapor que de esta forma circule a través del evaporador. El final condensado forma parte del agua destilada que resulta, mientras que los residuos de sal no logran la evaporación, envuelve una elevada condensación de sal, denominada como salmuera.

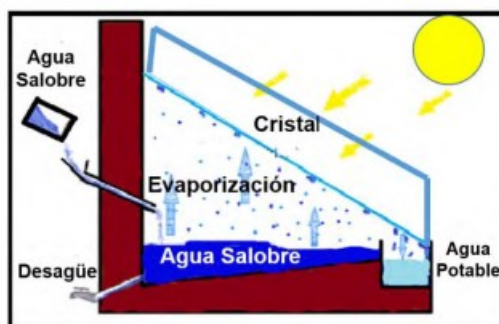
Figura 6: Diagrama Esquemático de un sistema DEM-CV



VIII-G5. DESTILACIÓN SOLAR: Mediante de energía del sol, el agua salada se guarda en las dimensionadas bandejas que tienen una gran superficie y disminuida altura, cubiertas con paneles transparentes que dejan pasar el calor del sol. Las gotas condensadas en los pétalos se fusionan y se dirigen hacia el centro o los lados de la tapa que cubre la articulación.

El agua se recoge de estos puntos de recogida y se dirige a un tanque de almacenamiento de agua de desalinización[54].

Figura 7: Diagrama de un destilador solar simple.

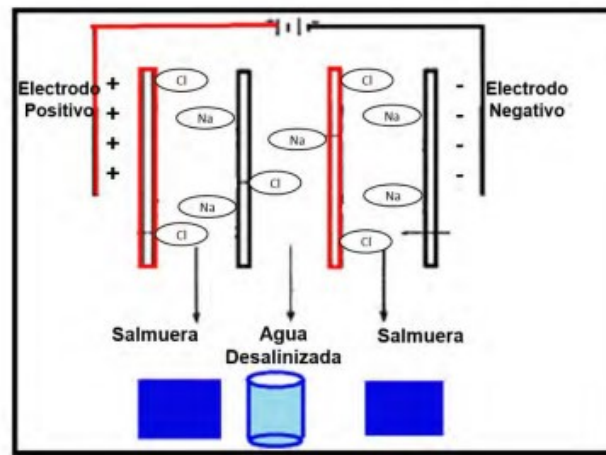


VIII-G6. ELECTRO DIÁLISIS (ED): Posibilita que se separen las mezclas por intercambio iónico mediante las membranas cargadas. El principio de separación surge de la repulsión provocada por las interacciones coulómbicas entre la membrana y los iones que están presentes dentro del agua.

La energía es proporcionada por la acción de un campo eléctrico, no por la presión[54].

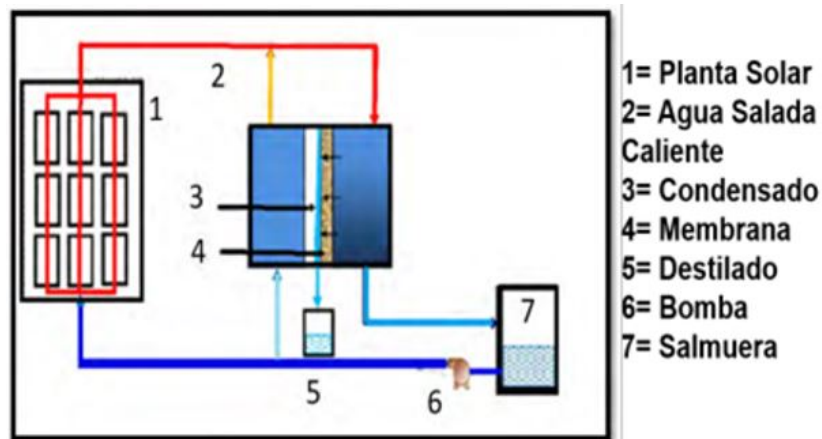
Se recomiendan sistemas solares con paneles fotovoltaicos tengan o no baterías para alimentar el mecanismo ED y sistemas con paneles de configuración fotovoltaica para activar parte del proceso de desalinización[2].

Figura 8: Diagrama de funcionamiento de un sistema de electro-diálisis



VIII-G7. DESTILACIÓN POR MEMBRANA (DM): La destilación a través de la membrana implica la separación de la fase de líquidos de vapor del líquido evaporado. Para alcanzar la separación se emplea por una membrana hidro-fóbica, la cual es una barrera contra la transición de fase líquida y deja pasar únicamente el vapor del agua mediante sus poros. La Separación se obtiene mediante una diferencia de la presión de los vapores entre las superficies de las membranas provocadas por la diferencia de la temperatura. El ofrecimiento de conectar a los módulos que son de destilación de la membrana a los conectores del sol a practica porque los mecanismos MD podrían soportar los elementos de la operación irregular. En la actualidad hay módulos de una destilación a través de la membrana que se encuentran adaptados a los colectores planos solares, los colectores de tubos evacuados de sol, los estanques de sol, los parabólicos colectores y los paneles que son fotovoltaicos[44].

Figura 9: Módulo de Destilación por membrana solar



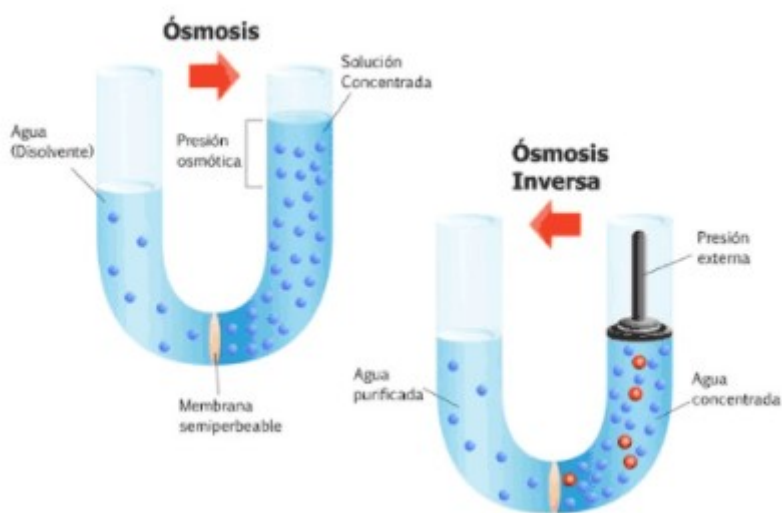
VIII-H. ÓSMOSIS INVERSA

La ósmosis inversa utiliza ciertas características de una membrana que permite que el agua dulce fluya y retenga los minerales en ella.

La ósmosis inversa es un procedimiento que se utiliza una membrana semipermeable para apartar los líquidos de diferentes calidades porque se crea un líquido de elevada calidad conocido como permeado, con un disminuido contenido de sólidos disueltos. El apartamiento se realiza transfiriendo el líquido a través de la membrana a una determinada presión y velocidad.

La membrana tiene orificios que permiten el paso del líquido y atrapan entre el 2 y el 5 por ciento de los sólidos retenidos. El líquido del primer conjunto de membranas luego viaja al segundo conjunto de membranas, por lo que una serie de procesos de filtración de membrana producen una solución salina baja. Luego, se elimina la solución salina que queda en la membrana. Este proceso permite un alto grado de alejamiento de las sales que se encuentran disueltas, de los sólidos en suspensión y de los microorganismos [54].

Figura 10: Diagrama de procesos de ósmosis y ósmosis inversa



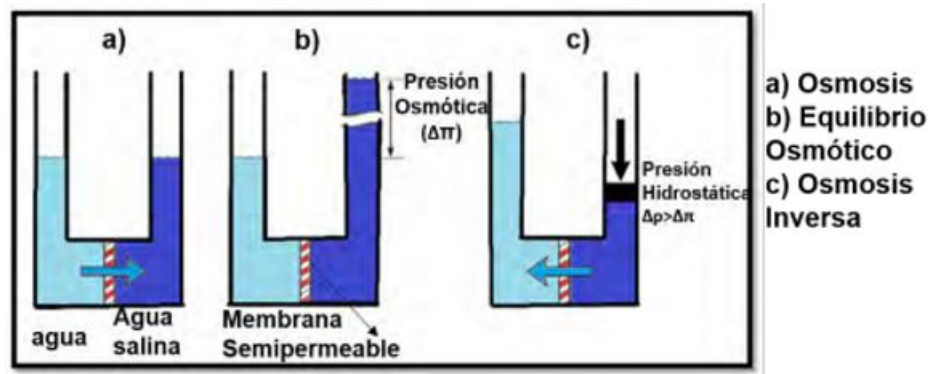
VIII-H1. MECANISMO DE TRANSPORTE EN MEMBRANAS: El diseño del transporte que es admisible que contiene el método de permeado mediante las membranas es denominado como un método de solución y de difusión. Conforme a este bosquejo, el permeado se diluye en los límites de la membrana, luego se prolonga mediante esta y de forma final se disuelve de los bordes de la membrana. La separación se efectúa por la separación de la solubilidad entre las distintas especies, por su lado, y por la desigualdad de los movimientos de estas mediante la membrana, esto se produce de acuerdo a un nivel de concentración. Dado a este nivel de condensación, por las cantidades acontece un transporte de la materia que va desde la parte con más concentración de permeado hacia el área que tenga una disminuida concentración. Cuando dos dimensiones adyacentes con una distinción de densidad de permeado se encuentran separados por medio de una interfaz, únicamente por la desigualdad de cantidades de moléculas entre cada dimensión, una elevada cantidad de moléculas se transportan del lado más concentrado al lado de menos concentración, por otra parte, las moléculas lo realizarán en una contraria dirección. Tal contexto de forma teórica y experimental se reconoció por Fick en el año 1855[20].

La medida promedio de los poros dentro de una membrana es compleja de calcular concretamente y en una gran cantidad de los casos se incide por la dimensión de las moléculas, las cuales permean a la membrana. Las membranas de la osmosis inversa contienen una doble capa que contienen poros que no son se pueden ver, en las cuales sucede dicha operación. En esta clase de membranas, la corriente permeada es menor que en membranas que contienen poros más dimensionados. Las moléculas traspasan a la membrana mediante los libres espacios que se hacen en las bases de un polímero, las cuales están en el nivel del 0.5 nm de un diámetro. Dichas cadenas y los espacios que se realizan se encuentran transientes en el tiempo en la que sucede el proceso de una división,

así mismo se modifica su lugar y su densidad, por ello no se puede determinar que son poros establecidos de un perímetro establecido.

VIII-H2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN: La Ósmosis normal y la osmosis inversa son procedimientos que se encuentran relacionados. Si una membrana que es semipermeable tiene una parte de salinidad y otra de agua natural, el líquido atravesará la membrana de la parte del agua purificada al lado de la salinidad. Dicho procedimiento se denomina ósmosis Normal, si se implementa una presión de forma hidrostática a la parte de la salinidad, el flujo del agua podría ser retardado o incluso puede ser modificado si la fuerza es la suficiente.

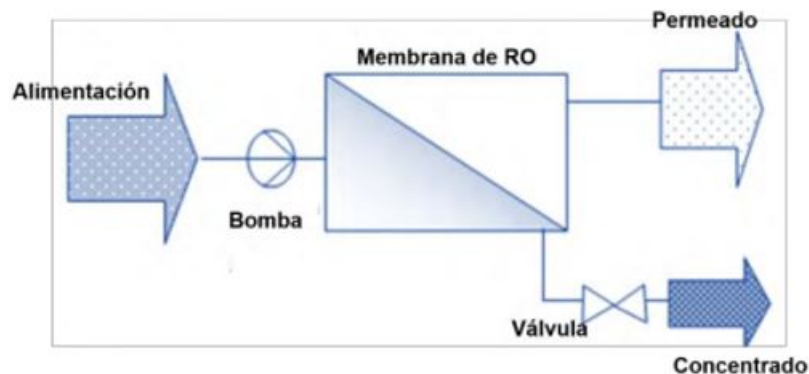
Figura 11: a) Ósmosis, b) Equilibrio Osmótico y c) Ósmosis Inversa



La fuerza hidrostática requerida para poder interrumpir la corriente del agua es denominada como una presión osmótica “figura11b”. En caso de que se implemente una mayor presión osmótica a la parte de la solución de la salinidad, el flujo del agua se altera y el agua comienza a fluir al lado de la solución de salinidad hacia la parte del agua pura. Dicho procedimiento se denomina ósmosis Inversa “figura11c” y es el mecanismo más utilizado para poder generar agua partiendo de las soluciones de sal.

VIII-H3. MEMBRANAS: Una membrana se puede determinar como un obstáculo o una película de permeo entre dos caudales fluidos, que posibilitan el traspaso de puntuales componentes de un lugar a otro mediante la misma y que impida el paso de demás componentes[31]. Dentro de la “figura12”, se señalan un modelo de sistema de separación de la membrana. La subsistencia del agua se realiza un módulo en donde haya una membrana, de dicho módulo se extraen dos corrientes: la parte rechazada, que contiene las sustancias que si pueden traspasar mediante la membrana.

Figura 12: Representación esquemática de un proceso de separación por membrana

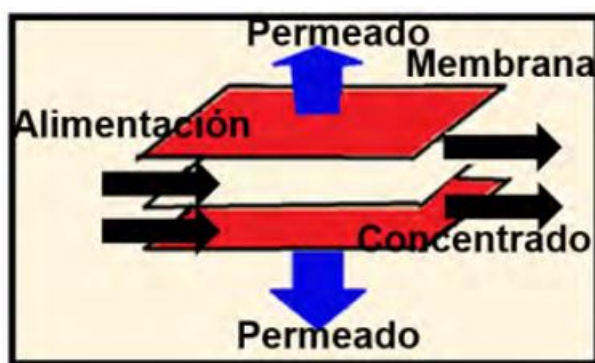


VIII-H4. CONFIGURACIÓN Y MÓDULOS DE MEMBRANAS: Para usar de forma industrial las membranas con el propósito que se puedan tolerar las distintas presiones de las actividades, se debe de colocar con una puntual forma acogiéndose a diferentes maneras o también configuraciones [42]. La parte central de la aplicación de una membrana es el módulo, esta palabra en el área de la tecnología, proviene de modular, debido a que el aforo de producción de una planta de tales propiedades se obtiene aplicando de forma paralela o en serie, diferentes unidades primordiales de la producción o de los módulos. Por ello, “módulo” es la unión de las membranas con un específico ajusta, mismas que conforman a una unidad de elaboración. En el área comercial están disponibles las membranas que se encuentran configuradas con variadas geometrías, como, por ejemplo:[46]

1. Membranas de forma plana
2. Membranas de forma tubular
3. Membranas espirales

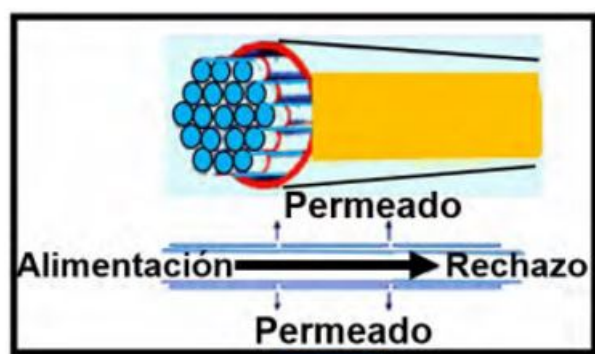
Los módulos de las placas fueron los iniciales y se componen por un conjunto de membranas de forma plana, rectangular o circular, las cuales se respaldan en las mallas de drenaje o en las placas porosas “figura13”. Las membranas se pueden separar mediante espaciadores con un grosor de 2mm [38].

Figura 13: Módulo de Placas



Los módulos de los tubos se elaboran empleando como respaldo a un tubo que está perforado, mismo que por dentro conlleva a dichas membranas. “figura14”

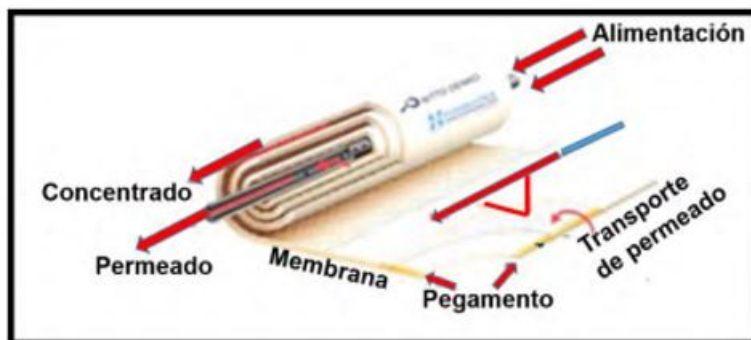
Figura 14: Módulo Tubular



Los módulos en forma de espiral se constituyen a través de las membranas planas, mismas que se enrollan de manera espiral de acuerdo a un tubo central que sea de modo plástico y a su vez contenga orificios. Dentro de la

”figura15, se puede visualizar el modelo y el modo de operar del módulo en espiral [38]. El modulo se conforma partiendo de una membrana que es semipermeable, misma que se pueda doblar por su mitad, de tal manera que la capa que se encuentra activa en quede expuesta. Dentro de ambas mitades se sitúa a un espaciador que posibilita que el permeado de dicha membrana pueda circular y se adjunte a el tubo central. Encima de la capa activa de dicha membrana continua una malla, misma que contiene canales de una distribución, con el propósito de repartir de forma uniforme encima de la membrana el flujo que se va a tratar.

Figura 15: Módulo de espiral



VIII-H5. ENSUCIAMIENTO DE MEMBRANAS Y TÉCNICAS DE LIMPIEZA: Este ensuciamiento empieza por que crecen celular en la parte de la superficie o porque hay exposiciones del producto cuando el mismo se encuentra sobresaturado, el ensuciamiento se encuentra provocado debido a la deposición y que se haya acumulado el material que se encuentra retenido dentro de la superficie o en los poros de la membrana [7]. Se muestra ya sea en los resultados en la polarización por una concentración, así también por la similitud de los combinados de la alimentación y de la membrana, como lo son los aceites, las grasas, proteínas, etc. Constituye también uno de los más grandes problemas en los procedimientos de la filtración por las membranas. Disminuye el flujo y la tolerancia del rechazo de la salinidad e incrementa el consumo de energía y además la presión de la alimentación. Se puede manejar con un pertinente tratamiento y que se adicione productos químicos, además un correcto funcionamiento del sistema. [46].

Casi de forma inevitable, dentro de los procedimientos de membrana se encuentra el incrustamiento y el ensuciamiento. A medida que transcurre la duración del trabajo, la producción se reduce, la prisa con que se efectúa dicha reducción va acorde con el nivel de ensuciamiento en cada caso puntual. Para poder restituir estas propiedades del funcionamiento de la planta se requiere de efectuar una limpieza constante de las membranas.

La limpieza se la puede efectuar a través de varios mecanismos:

1. **Limpieza mecánica:** se trata de poder pasar una esponja o un cepillo para extraer toda la suciedad que se encuentra en la membrana. Este método no se aconseja debido a que se puede lacerar la capa de la membrana.
2. **Limpieza con permeado a presión:** se basa en que las membranas contengan un permeado que se encuentre alejada de las sustancias, de tal manera que se pueda arrastrar la suciedad.
3. **Limpieza química:** se recircula mediante los módulos de una serie de los productos químicos que están disueltos dentro del agua y que son capaces de poder disolver las precipitaciones o de excluir los depósitos.

VIII-I. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Esta clase de energía es un procedimiento de inversión precisa de las moléculas de la luz, las cuales se denominan fotones, en la electricidad mediante un material que es semiconductor[5].

El semiconductor es el que contiene una conductividad de forma intermedia entre lo que es un aislante y un conductor, y que de acuerdo a sus propiedades a través de un procedimiento de dopado (complemento de las impurezas que perjudican a las características de la electricidad), se puede segmentar en dos clases: prototipo “p” y prototipo “n” [41].

Si se le adiciona impurezas a un boro de silicio, se puede adquirir el semiconductor de un prototipo p, por otro lado, si se le adiciona impurezas de fósforo se puede alcanzar un semiconductor de prototipo n. El incrementado precio de dichos materiales contiene una dinámica de dependencia con un elevado grado de pureza requerida.

La célula fotovoltaica se compone de un disco de característica mono-cristalina de un silicio dopado que se añade a un prototipo n, en el área que está expuesta a la radiación y el de prototipo p, en el nivel inferior complementada a través de vinculaciones eléctricas que posibilitan el paso de la electricidad por un circuito externo.

Un módulo de fotovoltaico está compuesto de las dichas células fotovoltaicas que se conectan usualmente 36, 72 o 10 entre las que son dos láminas de vidrio con el propósito de poder cuidarla de la intemperie. Dicho módulo tiene una capacidad de poder otorgar una constante corriente de 18 V y con la iluminación que es del 1kW/m². Conectándose a una agrupación de módulos que son fotovoltaicos sujeto a un apoyo mecánico que otorga el panel fotovoltaico. De acuerdo a la conexión de estos módulos, ya sea en serie o en paralelo, se puede alcanzar cualquier cantidad de una tensión y de la intensidad de una corriente [21].

El módulo fotovoltaico se protege de lo externo y se relaciona al mismo a través de los siguientes factores estructurales:

- **Revestimiento frontal:** está compuesto de una lámina de vidrio de aspecto transparente que tiene la transmitividad de un 95 % de la radiación externa.
- **Revestimiento posterior:** es una delgada lámina de un polímero la cual atenúa a una radiación solar. Usualmente se instala un polímero que es transparente adjuntando otro para poder alcanzar una completa fusión en la parte externa de la edificación, las cuales tienen aplicaciones a las conexiones de red.
- **Envolvente:** es un polímero que es transparente y que se compone por un etilen-vinil-acetato el mismo que posibilita a una fusión de las células y que las añade entre las que son las dos cubiertas, el oficio de estas es la de prevenir que exista hueco y poder posibilitar a un ensamblaje de todo el módulo.
- **Los denominados Diodos de paso y los Diodos de bloqueo:** los primeros mencionados se instalan de forma paralela de las asociaciones de las células en una serie, para que de esta forma se pueda prevenir que se averíe alguna de las células que se encuentran sombreadas por una descarga de la potencia sobre estas. Los diodos de bloqueo se encargan de poder preservar a los sistemas fotovoltaicos que se encuentran aislados con inversas intensidades que provengan de la batería durante la noche, y adicional que se bloqueen los niveles de inversa intensidad en las ramas que se colocan en conjunto, que estén poco preservadas o se encuentren sombreadas.
- **Marco:** se ubica en los perfiles que están rígidos de aluminio y se encuentran cerrados en base a neopreno y la silicona.
- **Cajones de conexiones:** están ubicados en la parte posterior de un módulo y tienen una parte positiva y una parte negativa.

Es un poco difícil el poder establecer que tanto va a durar un módulo que es fotovoltaico; a pesar de ello un estimado es que podría superar los 30 años si es que se encuentra homologado y tiene una normativa vigente que está cumpliendo, sin embargo, amenora sus prestaciones en el 20-25 % contando desde el primer día, superado los

25 años de duración [6].

El Módulo fotovoltaico es una implementación de forma estratégica que no tiene ni combustibles ni ruido, además de esto no tiene las partes que son móviles, solamente la célula fotovoltaica que está expuesta a una radiación para que pueda extraer la energía que se encuentra en los fotones, los cuales son los que ponen en funcionamiento a los electrones que compondrán un ambiente de electricidad adentro para poder proporcionar un flujo de energía constante en la parte externa de una célula [11].

Este resultado que se ha generado obtiene el nombre de un “efecto fotovoltaico” y tiene un reducido rendimiento, además, suele alcanzar su máximo nivel el cual es del 25 % como aproximado cuando se realiza una transformación de la energía que es luminosa. Este procedimiento de la electricidad alcanzada tiene un reducido nivel de tensión que oscila entre 380 y 800 V en una corriente perpetua. Para la modificación de esta corriente, en cambio, se emplea un inversor.

Es un requisito tener un acumulador en la instalación que es fotovoltaica para de esta forma poder guardar la electricidad que no se aplica en la energía química. Sin embargo, se puede conectar de forma paralela con la red en el caso de implementar la energía de ésta cuando no exista una radiación del sol [48].

Los paneles del sol se deben de aplicar en los lugares que son pertinentes, esto quiere decir que estén situados la mayor parte del tiempo expuestos al sol y con una fija orientación, la cual van a ser aspectos que van a incidir en el rendimiento de la instalación [17].

Los diferentes métodos de poder obtener la electricidad se fragmentan en:

- La electricidad directa
- La electricidad que se almacena en las baterías
- La electricidad que se inyecta en la red

Un incremento en la producción de la energía está relacionado a tres aspectos primordiales: una aminoración en el termostato de los paneles, un enfoque hacia el sur y una gran cantidad de radicación de los posibles incidentes, por ello son dos los propósitos en el modelo de la instalación. En lo que concierne a la ubicación, el funcionamiento se verá afectado si se sitúa en lugares con sombra.

Los factores que se destacan de una instalación de fotovoltaica son: la batería, el regulador de tensión y el inversor. Este último es el que tiene la función de poder modificar la corriente, la batería es la que debe de almacenar y el regulador en que le brinda una protección a la batería y además controla la misma [53].

Hay dos conjuntos de las instalaciones fotovoltaicas:

- **Las aisladas de la red:** que se instalan en ubicaciones en las que la red convencional no tiene el acceso y están listas para poder abarcar las necesidades de la electricidad. Por ejemplo, la señalización, las bombas de agua, telecomunicaciones, etc.

Tiene dos módulos que son fotovoltaicas o las células solares que también incluyen baterías, reguladores e inversores.

- **Vinculadas a la red:** son las que pueden inyectar a la empresa que corresponda la energía que se produce con el alcance de obtener los ingresos por las ventas de esta. Dentro de dichas instalaciones se exhibe de dos

módulos, de un inversor, de protecciones de electricidad y de los contadores. Están regidas a las normativas, debido a que se trasfiere la energía que se crea a la red.

Se podría clasificar en diferentes aplicaciones de fotovoltaica [24]:

- **Escondidos:** en lugares que tienen poco consumo de energía y que requieren de poder acumularla a través de las baterías, como por ejemplo los repetidores de los radios, las televisiones.
- **Utilización rural:** son las que se instalan alejadas de la red y que no necesitan de un almacenamiento. Ejemplo, el riego y la molienda.
- **Auto-generación:** son bases de consumo que se conectan a la red, de los que usan la energía que proviene del solo como una base y como complemento a la red.
- **Centrales de gran amplitud:** son las que crean de forma masiva la energía. Solo se pueden ver en los sitios que comprenden progresos tecnológicos, con la opción de poder afrontar los frecuentes precios tradicionales y que tengan una óptima climatización.

El generador de fotovoltaico se encuentra constituido por una agrupación de módulos que están situados en series y de forma paralela, que convierte a una radiación en energía y que se puede efectuar en los líquidos, en los gases y en los sólidos, de estos quien contiene una mayor eficacia son los sólidos[36].

El procedimiento de la producción de una célula fotovoltaica es difícil y conlleva a un elevado coste, es por esto que en la actualidad se hacen indagaciones que se enfocan en la aplicación de nuevos elementos y en poder incrementar la radiación que existe, con el fin de poder aminorar los precios de dichos recursos. Se ha evidenciado semiconductores con apropiadas características fotovoltaicas y con un precio de producción que está más disminuido del que se usa para el silicio. Por otra parte, se ha implantado células bifaciales que absorben la radiación del sol por las dos caras, y se ha aplicado la visión de las lentes.

Uno de los beneficios de la energía voltaica es que se desarrolla en las limpias energías sin que se emitan residuos, con un almacenamiento inagotable y que posee la energía de forma gratuita, la cual es una que compensa los desequilibrios, debido a que las naciones que son menos avanzados están ya de forma servible y no requieren de importación.

Como problemáticas que engloban están principalmente, una debida exigencia con respecto a lo de la superficie de un territorio que se requiere, un eficiente costo de las instalaciones que se relacione a su rendimiento, más no a la similitud de la radicación, limitando la utilización de a zonas de prolongada duración al sol en el año, los residuos que se transmiten de los paneles y de las producciones o, por otro lado, las alteraciones del entorno por la dimensión de este.

Las distintas porciones de protección que deben de tener las instalaciones de fotovoltaica se fragmentan en dos partes, de un lado están las de corriente constante, que va desde el campo sola hasta el inicio de lo que es el inversor, y de otro lado se encuentra la alterna, que es desde la salida de un inversor hasta una conexión con la base de la electricidad de la organización que distribuye [32].

- Seguridades en la zona de constante corriente:

En las aplicaciones de conexión de la red, los métodos de seguridad que encierra a los paneles y al inversor son estáticos con una mínima protección del IP65, y que tienen la probabilidad de poder resistir a una radiación

solar y contienen tres clases de seguridades dentro del mismo, que son en contra de las sobre-tensiones realizando varistores o los denominados limitadores de tensión, dichos elementos son los que obstaculizan que la tensión entre los dos puntos no sea más que un valor de los límites del agua debajo.

Para poder perfeccionar dicha seguridad contra las sobre-tensiones se sugiere lo siguiente:

- Situar a los cables negativos lo más cercano y los positivos en la zona que es continua.
- Una pertinente superficie que sea equipotencial.
- Que contenga una máxima longitud del 0,5 para ciertos cables que tienen a los varistores junto con la tierra.
- Que se una cada polo junto con un dispositivo que contenga una protección a la tierra de los flotantes sistemas, para que así la protección en contra de las sobre-tensiones no sea diferente.
- Efectuar una protección en contra de las sobre-tensiones alrededor al equipo que se va a proteger.

Se requiere de una protección que vaya en contra de los flujos de una corriente eléctrica incorrecta entre lo que son las hileras, con unas herramientas que se establecen como unos fusibles en la carga y que se rijan de forma intensa a los límites que se indican de parte del fabricante de los paneles. Dichos recursos cumplen con una finalidad de obstaculizar el paso de una corriente en una cantidad límite y tienen la capacidad de poder abrir el circuito, cuando el mismo se encuentre andando con tal intensidad de manera que no se creen los arcos eléctricos. Dicha medida está adherida a un by-pass de una protección que se enfoca en las células de fotovoltaico en contra de una corriente de intensidad y un efecto del punto caliente.

La protección en contra son los inconvenientes de un aislamiento también son requerido en el polo que es negativo o positivo, junto con unos que sean de control para los inconvenientes para poder vigilar que los conectores no estén en algún contacto con la tierra. Se emplean interruptores para poder abrir un circuito y poder enmendar el fallo. Este método también se puede complementar con una disposición de los conectores y de los cuadros eléctricos de tipo II, esto quiere decir, de aquellos creados para que se sometan a pruebas, de tal forma que se garantiza a un aislamiento doble del dispositivo que corresponda. La manera de identificar a dichos elementos se usa con un cuadro doble de concéntrico de acuerdo a un símbolo [26].

Las protecciones que se ubican en la corriente constante, usualmente se complementan de acuerdo a las medidas siguientes:

- Identificación de aviso que existe un riesgo de electricidad en el ámbito solar dentro de la caseta de los inversores.
- Adecuado cerramiento del ámbito solar que incluye una televigilancia para poder imposibilitar el ingreso de las personas o de los animales.
- Cuadros eléctricos, los conectores entre los paneles, los cables y los conductores de la canaleta que a su vez contienen una base eléctrica de una baja tensión y que se crea para poder resistir de las condiciones externas como lo son las temperaturas, la humedad o la exposición al sol.
- Seccionador general en la parte de entrada del inversor para poder reemplazarlos en el caso de ser requerido sin la necesidad de poseer un riesgo eléctrico. Se sugiere que se intercale en cada fila un seccionador de carga para poder reemplazar o enmendar los paneles sin que exista un riesgo cuando la tensión en esa parte

se incrementa, llegando hasta superar los 120 V de forma aproximada.

- Polo positivo y polo negativo que estén flotantes y sin que se conecten a la tierra y que se encuentre señalizados por los colores, lo que concierne a el negro es el polo que es negativo y el rojo para lo positivo.
- Relación equipotencial a la tierra de las masas para las composiciones de la base metálica y del marco de los paneles.
- Formación del soporte y una base que se requiere acorde a lo del CTE, a través de los materiales que toleren las condiciones externas.
- Seguridad y protección a los rayos.
- Conductores que tengan una mínima intensidad del 125 % del valor de la intensidad de un cortocircuito de las bases que correspondan para poder impedir que exista un sobrecargo [25].
- Seguridades de la zona de la corriente alterna:

Se usan varistores para poder restringir tensiones, interruptores que sean magnetotérmicos hacia el exceso de intensidades y los obstáculos de la red e impedimentos en contra de los contactos que son indirectos o defectos del aislamiento [34].

Las seguridades de la corriente que es alterna se integra junto con las medidas a continuación expuestas:

- Inversor que tenga protecciones de alteraciones de tensión y que se encuentren fuera del límite 0.85, 1.1 del registro nominal, alterno a la frecuencia de un nivel de 49 y de 51 Hz, refuerzo del inversor propio y de operatividad en isla.
- Puesta de la tierra que es independiente, dentro de los conductores que son a la salida del inversor alejado de una corriente de masas diferentes, para poder vincularse a un neutro de una red de electricidad.
- Armadura del inversor que se conecte a la toma de la tierra de una estructura y del marco de los paneles.
- Cuadros de electricidad, conectores y los cables que se diseñan para poder tolerar lo externo, internas o que estén debajo de la tierra, y haciendo cumplir ya sea el R.E.B.T, como las normativas de la institución de electricidad de acuerdo a su distribución. No se debe de superar una caída de la tensión que sea mayor de 1.5
- Seccionador a una general de la salida de un inversor para poder sustituirlo en caso de ser requerido.
- Máquinas de medida y la caja que sea para la protección, respecto a lo que concierne los parámetros de la empresa eléctrica y la jurisdicción que se encuentre vigente[19].

Se tiene que efectuar un mantenimiento de prevención y de corrección a las instalaciones como las que se indican en la H5-5 dentro del código técnico de estructuración:

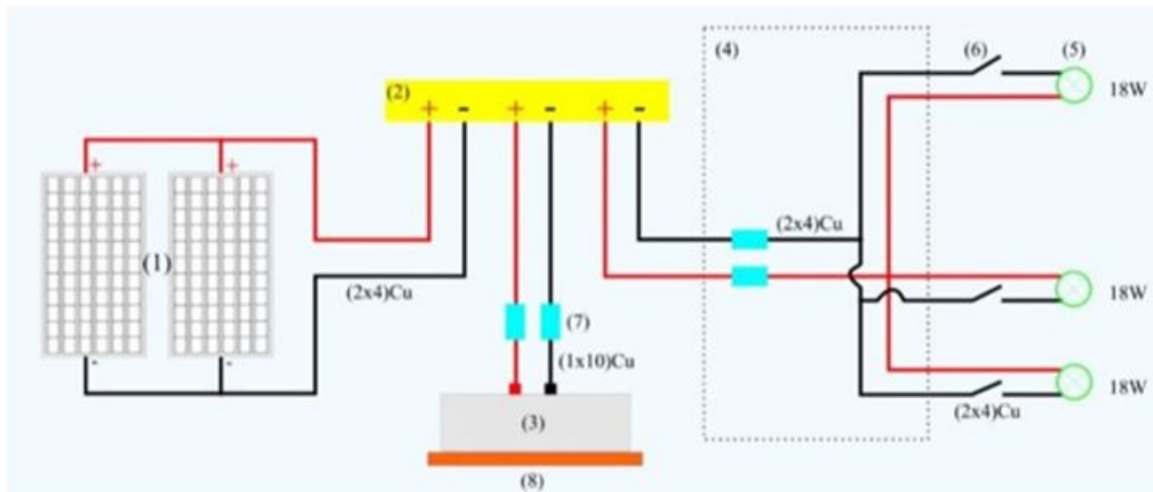
- Corroborar las protecciones de electricidad
- Verificar que se encuentre en correcto estado el inversor

- Evaluar el estado de los cables y de las terminales, como las pletinas y los transformadores
- Evidenciar que tengan una correcta limpieza
- Revisar el estado de los todos paneles y de todas las conexiones

De forma siguiente, se evidencia el ejemplo de una aplicación fotovoltaica de forma autónoma:

A continuación, en la “figura16” se muestra un ejemplo de instalación fotovoltaica autónoma [37]:

Figura 16: Modelo de aplicación FV con baterías que no contengan inversor

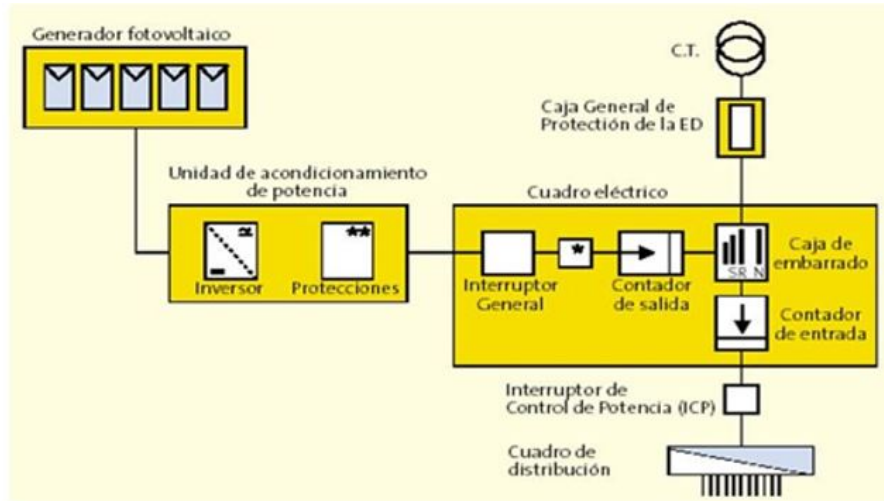


Dentro de la imagen se pueden evidenciar los elementos siguientes:

1. 2 modules fotovoltaicos afines
2. Reguladores con una sonda térmica
3. Baterías
4. Cuadros de la distribución que contenga un fusible o un magneto-térmico
5. 3 bombillas que sean fluorescentes
6. Un interruptor de forma manual
7. Magneto-térmicos o fusibles
8. Soportes de plástico aislante o de madera.

A continuación, se exhibe un modelo de una aplicación fotovoltaica a una conexión de red

Figura 17: Modelo de unifilar de una instalación FV con conexión a red.



VIII-J. DEFINICIONES

VIII-J1. SISTEMA FOTOVOLTAICO: El sistema fotovoltaico es una agrupación de dispositivos que toman la energía del sol y la convierten en energía. Dichos mecanismos se rigen por la capacidad que tienen las células fotovoltaicas para convertir la luz del sol en electricidad [8].

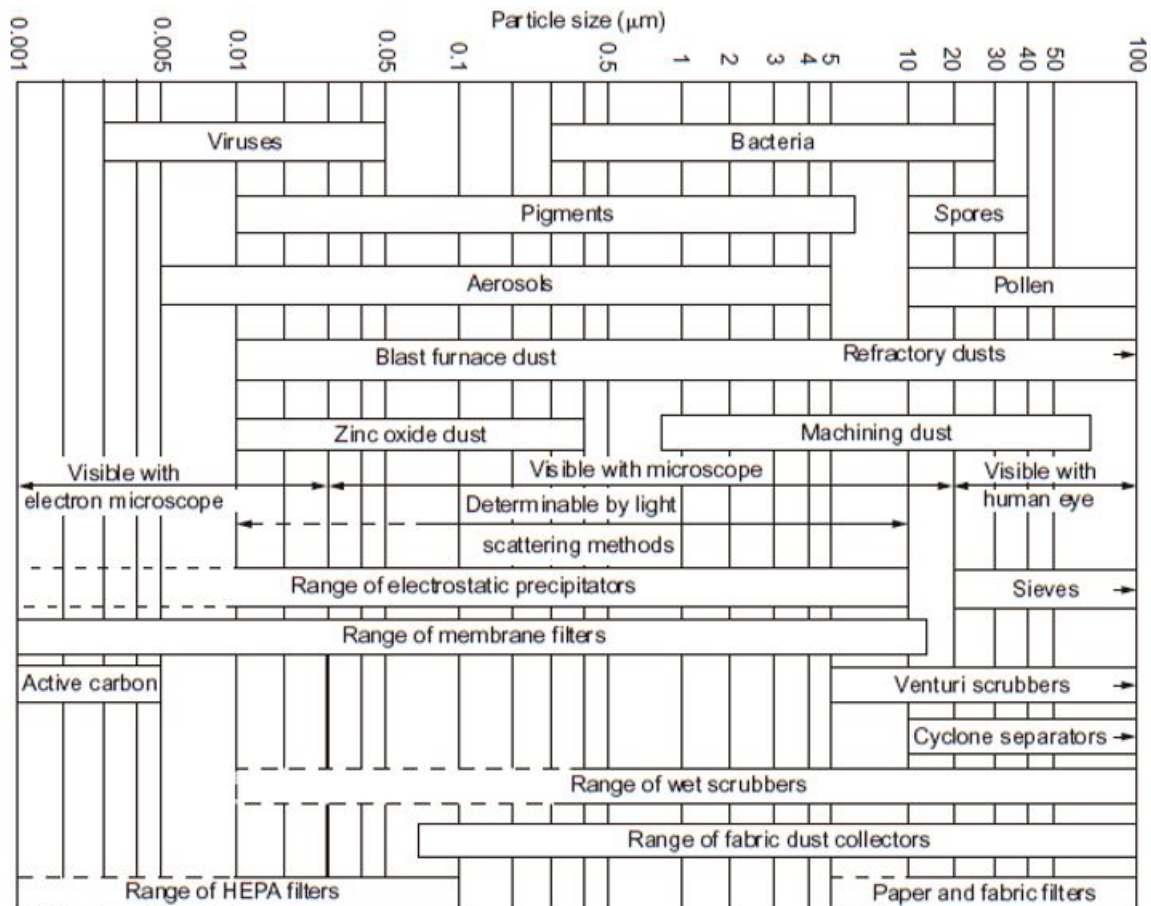
VIII-J2. FILTRACIÓN: Este punto es el concepto básico para poder tener claro el entendimiento de lo planteado más adelante, debido a que se rige para poder desalinizar el agua. La palabra filtración hace énfasis a poder dividir en uno o en varios niveles de una materia, empleados diferencias externas, la cuales podrían ser densidades, cargas de electricidad, partículas, etc. En este estudio se emplea la dimensión de las partículas y de cómo se expone a los rayos que son ultravioleta como los agentes principales de la filtración. A pesar de ello, para poder efectuar una filtración acorde a las dimensiones de las partículas se emplean 3 filtraciones que tienen distintos funcionamientos en el filtrado general del agua. Motivo por el que se emplean 3 filtros, mismos que se pueden visualizar en la “figura18”[13]:

Dentro de la figura se puede evidenciar los parámetros de los diámetros de las partículas que son más comunes y que se encuentran en el agua. Se puede observar que se rige desde los 0.001 diámetros hasta lo que el 100. De la misma forma, para cada dimensión de las partículas, hay diferentes filtros comerciales que se rigen en poder detener partículas de mayores proporciones a su nominal valor [3].

Es por tal razón que el rendimiento de un sistema está regido por el diseño y por la elección de las etapas que se requieren para que una filtración esperada. Para el puntual caso que se basa este estudio, el agua salada proveniente del mar y la parte subterránea es el medio del proyecto, además de su desalinización de la misma solo recae en la implementación de los filtros de una osmosis inversa, misma que es la encargada de desaparecer la salina concentración), a pesar de ello, esta etapa no asegura una garantía de tener un agua que sea saludable y apta para el consumo de los seres humanos. Una reconocida marca, Lennetech que se dedica a la manufactura y a las soluciones de filtraciones, mantiene que es un proceso de desalinización que se basa a un procedimiento de osmosis de forma inversa pero que por su parte no genera agua. Para poder llegar a este punto, se sugiere la siguiente guía [22]:

De esta “figura19” se prevalecen 3 principales pasos para poder obtener una desalinización segura del agua, las cuales son un pretratamiento, una ósmosis inversa y un denominado pos-tratamiento. Este modelo en general evidencia los rigurosos pasos que se requieren en una planta de mayor optimización para poder garantizar un

Figura 18: Tipos de partículas comunes en el agua



eficiente tratamiento. No obstante, conocer la composición del agua es básico para poder seleccionar y que la creación sea eficiente para la empresa. El pertinente proceso para establecer dicha composición es a través de diferentes pruebas sobre todo las químicas las cuales son las que establecen las concentraciones de los distintos agentes, así como elementos biológicos y químicos, tal proceso lo efectúan organizaciones especializadas en ello [47].

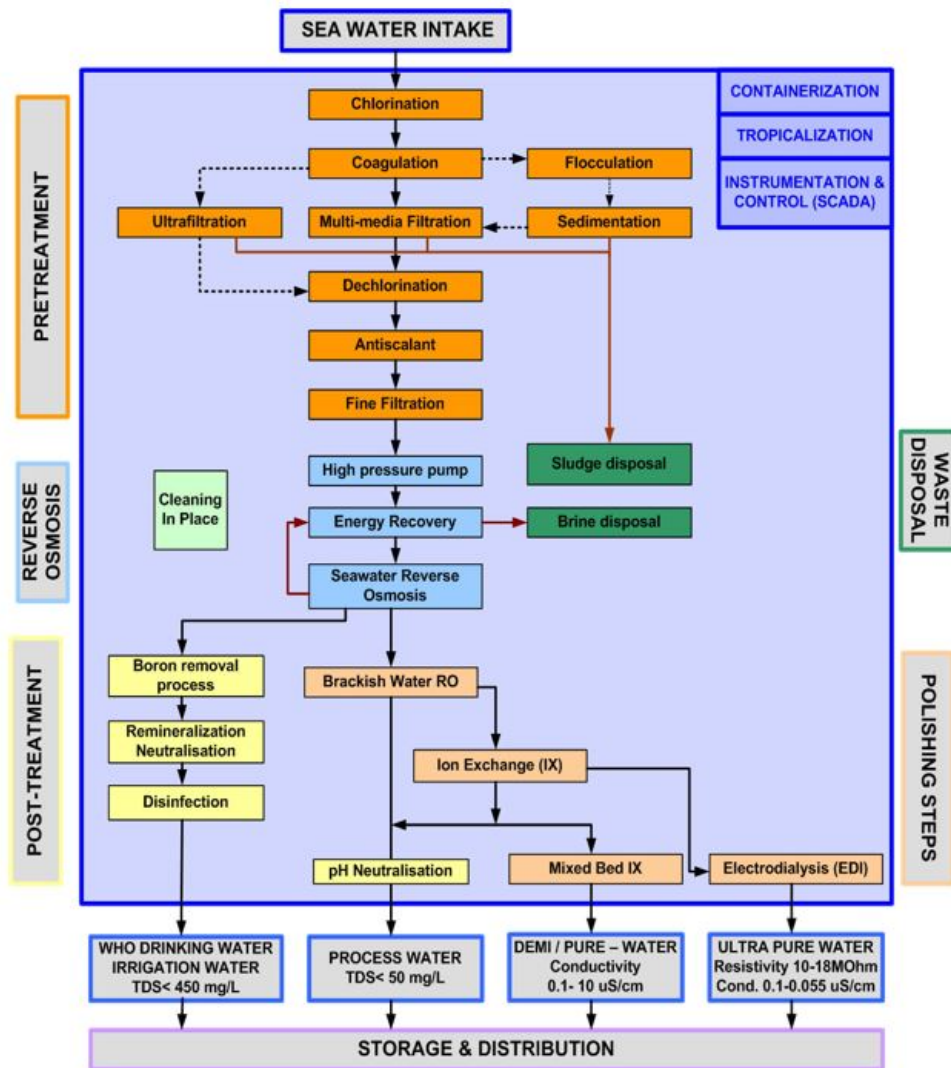
Pretratamiento

La fase del pretratamiento tiene dos fundamentales funciones dentro del sistema. En primera instancia, es la filtración de los microorganismos negativos y las partículas que usualmente tienen dimensiones que no son más que 1 μm y, por otra parte, se encuentra la de poder garantizar una utilidad sostenible para todo el sistema [33].

En términos generales, durante el pretratamiento se emplea el mecanismo de añadirle cloro al agua para de esta forma dejarla libre de virus y de bacterias, a pesar de ello se ha ido corroborando que dicho mecanismo no sería el más eficaz para que estos agentes desaparezcan, para poder lograr aquello se necesita de grandes cantidades de cloro y por efecto de ello, reduce la calidad del agua debido a que deja residuos de cloro por la alta concentración.

En la actualidad, se han sustituido varios tratamientos por la utilización de distintas membranas de filtración, como lo es el micro-filtrado y la nanofiltración, debido a que reduce la dimensión del sistema y además genera un agua que sea de mejor calidad. La implementación del pretratamiento de membranas ya sea química o híbridas va a depender de que tan grande es la planta, dado a que mientras más grande es, mejor sería el usar tratamientos que

Figura 19: Niveles de tratamiento del agua originaria del mar



sean químicos o que sean híbridos. Adicional a ello, se ha empezado a hacer uso del filtro de los rayos UV, los cuales han demostrado ser un agente eficaz en la eliminación de las bacterias y de los virus. Esta clase de filtros usualmente se sitúan dentro de lo que es el post tratamiento en el agua y son un mecanismo alternativo de la cloración.

Los filtros que más se usan en la fase del pretratamiento van a estar sujetos a el agua de alimentación de este sistema. Para el agua marina o la que es debajo de la tierra se usan prefiltros que vienen señalados por los diámetros. Viene en forma de mallas o en los tubos que se requieren en una cubierta denominada housing, la cual debe ser de la misma proporción para que se pueda acoplar al funcionamiento. En la antigüedad se usaban elementos que sean naturales tales como la celulosa, en base a ello, en la actualidad se emplean poliméricos y se debe a la elevada fiabilidad y duración en la dimensión nominal del poro. Se sugiere usar un filtro, cuando se extraiga agua del mar, el cual debe ser uno que englobe la punta de la tubería en donde está la succión e impida que se obstruya el sistema por los grandes elementos, como lo son los peces, la basura, entre otros [52].

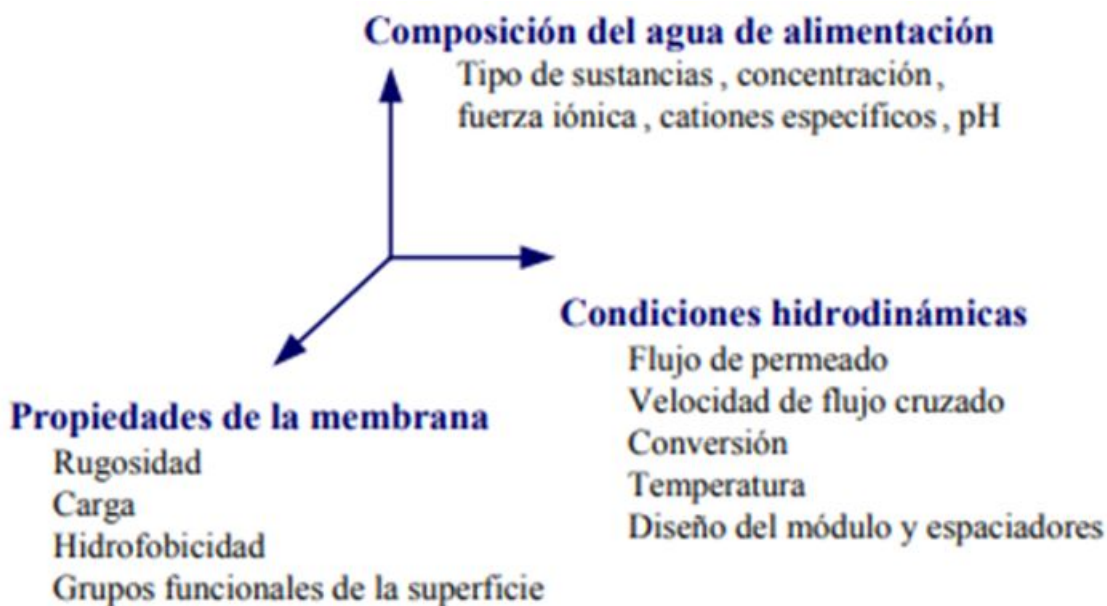
Dentro de la filtración de los gases y de los líquidos hay dos tipos de fundamentales flujos que se usan, uno es el “cross flow” y el que no tiene salida que es el “dead-end”. Dentro del flujo que no tiene salida el método filtrante es recto como el flujo, en el otro, el cruzado, la forma de filtración es de forma paralela a la orientación del flujo.

Los flujos del pretratamiento son de corriente sin salida debido a que retienen todos los agentes sólidos sin tener que desgastar el líquido, esto es lo que, si sucede en la ósmosis, misma que funciona con las corrientes que son cruzadas. Cuando el flujo que tiene una concentración de salinidad atraviesa una membrana que tiene una ósmosis inversa se alcanzan dos tipos de flujo, el cual, uno es de forma concentrada y el otro es un permeado. Esto es por la constitución del fenómeno por el cual trabaja la membrana.

La utilidad del prefiltros finaliza cuando la presión de diferencias que proporciona el equipo haya alcanzado el nivel que ya se ha especificado en la ficha técnica. Cada filtro del equipo y de forma general cualquier equipo en el mismo, es lo que origina que exista una disminución de la presión conforme el mismo avanza por cada fase. Dentro de las puntualizaciones que conforma cada filtro se puede denotar la disminución de la presión en la operatividad usual, el cual va a depender del caudal que se le haya aplicado, la corriente y la temperatura. Conforme el filtro se va usando, la disminución de la presión origina que el sistema se va aumentando por la acumulación de “cake formation”. Dicho fenómeno se evidencia más en los filtros de los flujos sin salida porque posibilita que se acumulen las partículas que están filtradas. Cuando la disminución de la presión trasciende un valor señalado por el proveedor, esto quiere decir que ya se requiere que se lo sustituya o se le haga el mantenimiento respectivo.

El modelo y que tan factible es a futuro durante su funcionamiento y durante su vida útil ha conformado un mecanismo de estudios por las distintas variables que inciden en dicha operación tales como: el método del filtro, el mecanismo elaborado, la temperatura, la presión, la compresión, etc. En la figura que se expone a continuación se puede denotar los diferentes aspectos que inciden que los filtros se llenen de bacterias.

Figura 20: Aspectos que inciden en filtros



Ósmosis Inversa

La ósmosis que es inversa es uno de los mecanismos que más se emplean en todo el mundo como un procedimiento esencial para una desalinización del agua. Dicho fenómeno se sitúa en la composición de una osmosis que sea directa y es muy normal en todos los seres vivos [43].

Se comprende como osmosis a la búsqueda de un equilibrio de energía entre lo que son dos regiones de agua con distintas concentraciones de la sal. Para poder generar una explicación a dicho punto es un requisito el establecer

el concepto de un potencial químico como lo es la energía libre que tienen las sustancias dentro de cada mol. También es relevante el saber reconocer que el agua natural contiene una capacidad mayor que el agua salada, esto se debe al calor que se libera cuando se combina junto con la sal. Una vez que se ha dicho esto, se puede comprender por qué cuando se combinan las dos soluciones del agua con la sal a distintas concentraciones, que se separan por una semipermeable membrana, el agua que pertenece a la menor concentración suele irse al lado con más concentración para poder tener un equilibrio en los potenciales de energía y de química. En el siguiente gráfico se presentan los químicos potenciales del agua junto con la sal y el agua pura [4].

En la ósmosis que es inversa se alcanzan iguales principios de equilibrio de energía solamente que en este punto es un requisito el implementar una función al sistema (incremento de la presión del flujo) para poder invertir al natural proceso y generar un resultado del flujo del agua de menor condensación de la sal. Dicho incremento de presión es una respuesta a la efectiva presión y a la osmótica del proceso. Esto, en otras palabras, es que la presión requerida es proporcional a una densidad de sal que se encuentra presente en los fluidos[40].

Hay distintas clases de modelos para poder determinar la presión osmótica de un flujo, pero para este estudio se usará un recurso que fue creado por Lennotech para poder estimar la presión osmótica de los fluidos del interés. En consecuencia, esto permite como lineamiento la entrada la concentración de las distintas clases de sólidos que están disueltos y a través de una sumatoria y otros métodos se puede calcular el SDT de los fluidos y después se entrega el valor de lo que es la presión osmótica[27].

Ya en la práctica, los filtros de la ósmosis son creados para poder facilitar una presión de operatividad nominal la cual respalda a una retención de sal, una pauta de recuperación, el caudal que este concentrado y el caudal permeado especificado en sus operaciones técnicas. A pesar de esto, todos los lineamientos se modifican si no se trabaja acorde a las recomendaciones.

Filtración biológica con Rayos UV

Las etapas de filtración con los rayos UV en distintos procesos del tratamiento del agua químicos y de demás fluidos, comenzó a tener una elevada recepción por su eficacia desapareciendo bacterias y virus y con un disminuido impacto en el ambiente. Dentro del ANSI 55 de los modelos establecidos dentro de la NSF, se regulan los requisitos que son mínimos requeridos para un sistema de limpieza por medio de los rayos UV dentro del tratamiento de aguas. Dentro de este epígrafe se determinan 2 clases de sistemas que están disponibles los cuales son tipo A y tipo B [5].

- **Tipo A:** son mecanismos que tienen que garantizar una media de intensidad y de saturación de por los menos 40,000 $\mu\text{Wsec/cm}^2$. Se usan para las aguas que no son turbias y para los contenidos moderados de las bacterias y de virus que son letales. No obstante, se señala la parte fundamental de implementar esta clase de filtros solamente como un complemento de los sistemas de los tratamientos de las aguas. También se determina la imposibilidad de poder generar un respaldo a una efectiva esterilización de las aguas que son residuales.
- **Tipo B:** son mecanismos que brindan un respaldo de una mínima tasa de intensidad y de saturación de al menos 16,000 $\mu\text{Wsec/cm}^2$. Se emplean para un tratamiento de lo que es las aguas potables, pero también como uno alterno. Se usan para la desinfección de las aguas con moderados contenidos de las bacterias y de los virus. Una aproximación que se usa es con aguas que emplean concentraciones que son menores a 500 comunidades.

La opacidad del agua es un aspecto nocivo en el rendimiento y la fiabilidad en el tratamiento del líquido con agua de rayos UV. Si la opacidad del líquido es del 5 NTU o, es más, no es una garantía de que esté funcionando de forma óptima el sistema. De igual forma pasa con los SDT, se sugiere obtener órdenes de la magnitud que sean de 10ppm como un modelo del funcionamiento. Es de relevancia es poder conservar estos niveles de suciedad y de SDT, debido a que, si no se efectúa, los rayos UV no pueden acceder a el agua y por ello no se podrá desplazar a

los agentes que son bio-contaminantes.

El inicio del funcionamiento luego de una limpieza por medio de los rayos UV está basado en el aforo que contiene una gama por debajo de los rayos UV para poder invalidar la reproducción de estos pequeños agentes. La radiación ultravioleta de longitud de onda que sea de tipo UV-C (250nm) contiene características exterminadoras. Lo relevante al tener en consideración en el momento de emplearse este mecanismo de limpieza son la densidad y la impregnación en el momento de ostentación del agua[33].

Filtración con carbón activado

Cuando las distintas fases de la filtración anteriormente señaladas suceden, es normal que el agua pese a ser potable y este apta para el consumo, pueda tener un mal sabor, cierta opacidad o se encuentre sin ser tratada. Es por esta razón que se emplean filtros con un carbón que esté activado. Que el agua también tenga calidad es también un importante requisito para poder generar una garantía de un consumo de agua apropiada y además de potenciar a la misma en base a minerales y vitaminas le brinda un valor adicional.

Los filtros de un carbón activado también pueden usarse como mecanismos de absorción de los agentes presentes dentro del agua o de prefiltros, a pesar de ello, dichas aplicaciones son más puntuales y se salen de lo normal de dicho proyecto del grado. Para este mecanismo se empleará un filtro del carbón que se activa creado para poder potenciar el agua, optimizar su sabor y mejorar su aspecto.

VIII-J3. SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR: Sujeto a la implementación que se requiera evaluar englobando a la energía del sol, se tiene que añadir o tener en cuenta diferentes recursos o aplicaciones para poder obtener un mecanismo que sea funcional. Cuando se de mecanismos autónomos, hay 3 configuraciones comunes.

VIII-J4. PANELES SOLARES: Estos paneles solares hay en toda clase de proporciones y de dimensiones. La unidad global para poder clasificarlos sería la potencia pico (Wp) la cual es la potencia que maneja el panel en los ajustes de “estándar de Sol” o también se establece como 1000W por un metro cuadrado. Los módulos dentro del mismo usualmente crean una directa corriente a un voltaje de 12/24V y se pueden modificar de acuerdo a una serie o de forma paralela para incrementar voltajes o también corrientes, esto, va a estar sujeto a las necesidades que se encuentren en el sistema.

La potencia que se deriva de los paneles es proporcional a la concentración de la luz del sol que captan. Debido a ello, es fundamental tener datos del clima que sean confiables del sitio en donde se va a aplicar el sistema para de esta manera desarrollar un mecanismo fiable y de igual forma que sea eficaz. Cuando se obtengan los datos requeridos del lugar, los cuales deben ser de los últimos años, usualmente se busca cual ha sido el día usual que tiene menos radiación y se usa dicho valor para poder multiplicarlo por un factor de un error del 0.85 como la raíz del diseño. Dicha práctica genera un respaldo del mecanismo.

Las baterías son cualquier herramienta que otorgue energía a través de químicas reacciones. Las baterías se componen de celdas, la cual es el bloque de electroquímica que es más básico, cada una de estas contiene un nivel de energía que está establecido de acuerdo a sus características eléctricas implícitas. Por ser un conjunto de celdas contiene corrientes, voltajes y tonelajes establecidos por la configuración de celdas, de acuerdo a se conectan paralelamente, en serie o en dimensiones.

Cada una de estas celdas que se agrupan un forman una batería, tienen un polo negativo y un polo positivo y hay dos formas que poder conectarlas entre sí. Por un parte es cuando el lado positivo de una batería se vincula a el negativo de la que está adjunta, de esta forma se obtiene una relación o conexión en serie. Por otra parte, es cuando se vincula a el polo positivo a el lado positivo de la que le sigue y de esta forma que alcanza una configuración que se denomina, en paralelo. De igual forma se obtiene que los paneles para la luz del sol, cuando en ella, se enlaza las baterías en forma de serie de aumentan los tonelajes y los voltajes, lo cual hace que permanezca

invariable. Por otra parte, cuando se enlazan de forma paralela, los tonelajes se incrementan y el voltaje es inmutable.

Con respecto a las baterías, éstas se diferencian de acuerdo a las características siguientes:

Tabla VIII: Características para diferencias y comprender las diferencias de las baterías

Característica	Unidad	Descripción
Voltaje nominal	v	Es en la cual la batería proporciona su energía y al que se sujeta cuando se encuentra cargada.
Voltaje de carga	V	Es un voltaje mínimo que se permite en las baterías y en la que se determina si está o no, vacía
C-rate	N.A.	Es un índice de la tasa a que se descarga una batería que es relativa a su máxima proporción. Cuando se refiere de 1C concierne a que, externo a su capacidad de la batería, la misma se puede descargar en 1 hora. Un ejemplo de esto es que para una batería de Ah. Un 1C, quiere decir el descargar la batería a unos 100 amperios. Para este mismo argumento, 5C concierne al descargar una batería a 500 Amperios en una duración de 100/500 horas o de 12 minutos.
Cabida	Ah	Hace énfasis a cuantos amperios-hora dispuestos que puede proporcionar una batería C-rate puntual desde toda su carga y hasta que se alcanza un voltaje de corte. Su proporción es medida, multiplicando a la corriente de una descarga por la duración de descarga de acuerdo a las horas y disminuye cuando el C-rate aumenta.
DOD	%	Hace énfasis a la cantidad de descarga que se maneja dentro de una batería. Conforme se usan porcentajes de la descarga más elevados, menos utilidad va a presentar la batería. En términos generales, sujeto a la clase de baterías también contiene curvas de una utilidad vs distintos DOD

Para obtener una información más detallada de lo expuesto, se sugiere leer la referencia a continuación:

Hay dos fundamentales formas de hacer operar a una batería y es de forma cíclica o de suspensión. En la primera manera la batería se carga y así mismo se descarga hasta que llegue al DOD cíclico para sustituir las implementaciones requeridas, un ejemplo de ello es el de proporcionar electricidad a una edificación en la noche empleando una energía solar. La segunda forma de poder aplicar, es decir, por suspensión se usa baterías como una base de energía que respalda un umbral de una potencia necesaria para que así opere en ciertas máquinas electrónicas. Constantemente la batería es cargada por una fuente de electricidad y se descarga por el mismo sistema, pero permanentemente sostiene su máxima carga. Es la clase de utilidad que se le debe dar a las baterías, en este estudio. Es relevante recalcar que dicho mecanismo otorga el seleccionar paneles, baterías y los reguladores de las cargas óptimas para el sistema.

La única forma en que un conjunto de baterías puede ser funcionable en la forma de suspensión es si la fuente de electricidad podría recargar de forma completa a las baterías mientras se encuentren operando y si la demanda de la potencia junto con las pérdidas de energía es menor a la que genera la electricidad.

Los reguladores de las cargas son equipos de electricidad que se usan puntualmente para desarrollar la energía generada por una fuente de energía, en este aspecto, los paneles solares y ajustarlas para poder cargar las baterías. Usualmente el voltaje y la corriente que se extrae de un panel no se alcanza en lo que se requiere para poder cargar una batería de forma óptima. Por tal razón se implementan los reguladores de carga que posibilitan determinar una corriente y también un voltaje de carga puntual para la batería aplicada. Así mismo se los usa debido a que la energía que se extrae de los paneles no es una muy constante por lo variable que es la naturaleza, por ello, el regulador es el encargado de manejar dichas variaciones para poder distribuir un flujo constante y sólido a la batería.

VIII-J5. DESALINIZACIÓN SOLAR: Este Proceso se basa en el proceso de la evaporación del agua con el propósito que poder alejar las sales y demás impurezas y así obtener agua pura.

VIII-J6. RADIACIÓN SOLAR: La radiación del sol es la energía que emana la estrella mediante ondas de modo electromagnéticas, de éstas son las que la vida en la tierra está sujeta. Además de determinar la dinámica y las tendencias atmosféricas y climáticas, también realiza la fotosíntesis en las plantas y otros procesos[23].

VIII-J7. CAPTADOR SOLAR: Es un panel solar que capta la radiación del sol y la transforma en calor. Es por ello que a esta fuente de energía renovable se la denomina energía del sol térmica[29].

VIII-J8. ELECTROLISIS: La electrólisis es el proceso químico de separación de los elementos de un compuesto por corriente eléctrica. Este proceso consiste en liberar electrones de una fuente eléctrica, como una batería, en disolución a través de dos electrodos[16].

VIII-J9. BALANCE DE ENERGÍA: En la vinculación que se basa en la energía que ingresa por la que sale dentro del sistema, esto quiere decir, es un estudio del cambio de energía del sistema. Se guía por la primera norma de las termodinámicas, las jurisdicciones de la conservación de toda la energía que determina que la energía ni se crea ni tampoco se puede destruir[1].

IX. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

IX-A. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA MAQUINA DESALINIZADORA

Para alcanzar los objetivos generales, el desarrollo del proyecto se divide en tres etapas:

Etapla 1. Desarrollo del Prototipo

Teniendo en cuenta los factores anteriores, desarrollar un prototipo de desalinización para garantizar la provisión de materiales para la futura construcción. Las funciones realizadas incluyen:

- Investigar diferentes sistemas de colectores solares y determinar qué sistema proporciona las mejores condiciones y cumple con las condiciones especificadas.
- Diseño del prototipo utilizando herramientas (software CAD) de diseño.

Etapla 2. Construcción y prueba de prototipo

Teniendo en cuenta los factores previos que no originan un alto costo de fabricación y se cumple el objetivo de producir agua purificada de manera positiva. Las siguientes funciones a desarrollar en esta etapa son las siguientes:

- Determinar el material a utilizar en el prototipo.
- Elección y adquisición de los elementos con base a los costos y adaptándose a las especificaciones del prototipo.
- Elaboración de las piezas necesarias según sus especificaciones.
- Construcción y ensamble del prototipo.
- Realizar pruebas de funcionamiento en cada uno de los sistemas.

Etapla 3. Verificación

A través de la evaluación de los procesos químicos de la calidad del agua de entrada y salida, se realizarán ensayos para evaluar la eficacia del proceso de desalinización para determinar si es ideal para el consumo de los seres humanos. Esta última fase del proyecto se desarrolló de la siguiente forma:

- Realizar pruebas de calidad para medir el pH y la pureza del agua.
- Realizar análisis de calidad para determinar si el producto final es el apropiado para ser consumido por la población

IX-B. FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

La idea principal del proyecto es desarrollar y construir un prototipo de desalinización del agua marina que sea apropiada para el consumo de la población. El prototipo de desalinización diseñado tiene una estructura dimensional de 158 x 150 x 77 cm, y tienen como soporte unas ruedas las cuales miden 12,7 cm, y cada una soporta unos 125 kg y la membrana tiene 100 cm de largo. Con relación a la “figura21”, la misma estructura cuenta con un ingreso de alimentación y tres salidas de producto, una seria la de permeado y las otras dos son de desecho.

Figura 21: Partes del Prototipo desalinizador

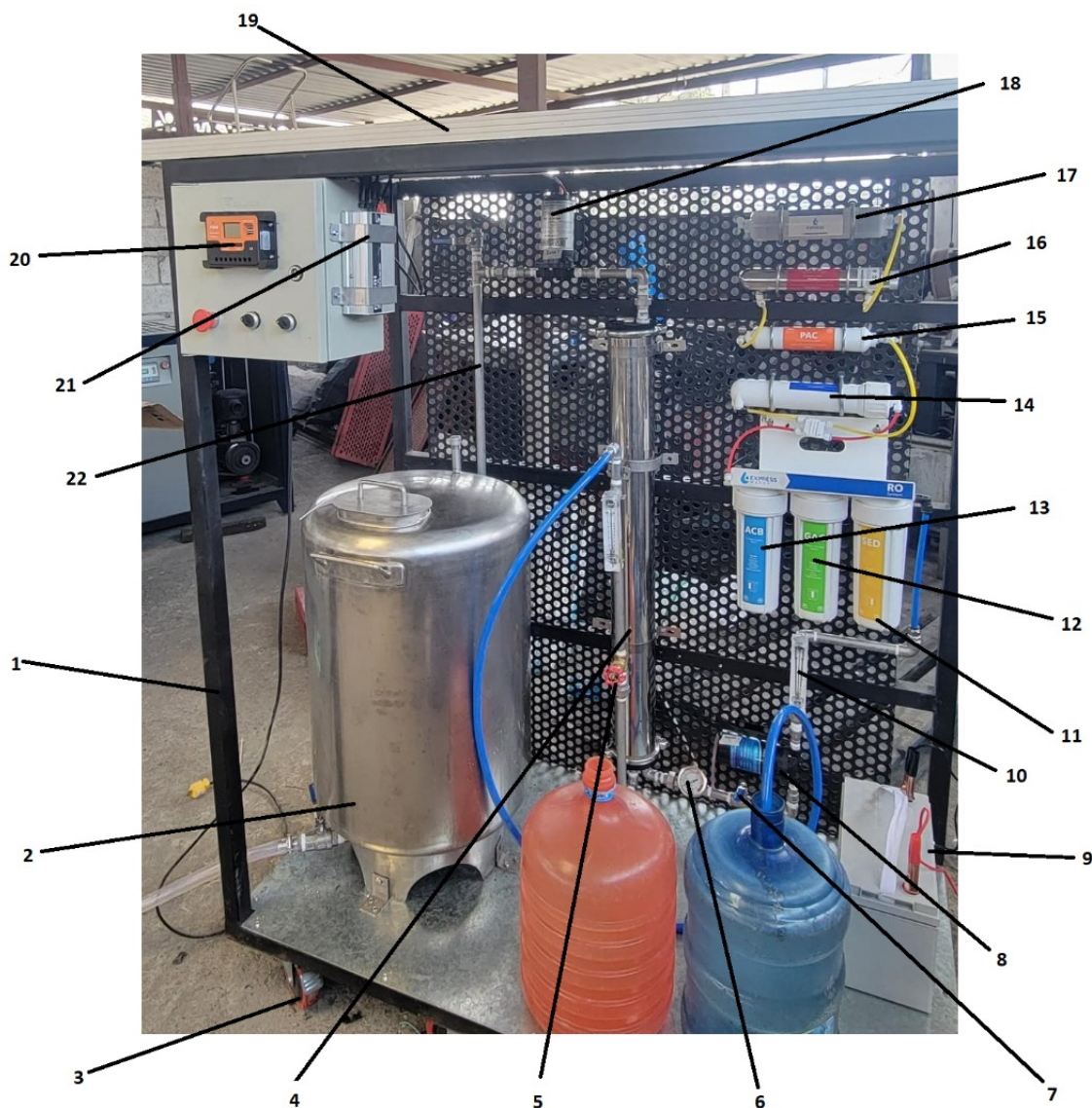


Tabla IX: Partes del Prototipo de Máquina desalinizadora

Partes del Prototipo de Máquina desalinizadora	
Número	Equipo
1	Estructura metálica de hierro negro
2	Tanque de almacenamiento de Acero inoxidable
3	Ruedas de transporte
4	Membrana desalinizadora
5	Válvula de Compuerta
6	Manómetro de Presión
7	Válvula de bola
8	Bomba de Diafragma 30 W
9	Batería en gel
10	Flujómetro
11	Filtro SED
12	Filtro GAC
13	Filtro ACB
14	Filtro ROM
15	Filtro PAC
16	UVS
17	Filtro ALK
18	Bomba de diafragma 120 W
19	Panel Fotovoltaico
20	Controlador de Carga
21	Inversor de Corriente
22	Tuberías de Acero Inoxidable

El proceso funciona recolectando agua salada para almacenarla en el tanque, luego se asegura la línea de paso de agua, ya que esta va a soportar una presión de 250 psi. Se abre la llave de paso y comenzara la inyección de agua salada en alta presión hacia la membrana de ósmosis inversa; una vez que esta pase por ella, el agua permeada pasara por el sistema de filtración que son 6 filtros de tratamiento de agua que nos ayudaran a obtener un mejor filtrado, en caso de que la membrana no nos bote un correcto permeado se regulara manualmente para que tenga un buen funcionamiento, una vez haya pasado por todo el sistema se obtendrá agua purificada y también se realizaran pruebas de pH y TDS.

El diagrama se puede observar en el “Apéndice XX-G.”

A continuación, se detallan las funcionalidades de los instrumentos utilizados:

FLUJÓMETRO: El flujómetro se colocó en la salida para poder medir el caudal del permeado que tiene un rango de -5 a 5 GPM, se empleó la técnica volumétrica y se estimó un error relativo del $\pm 5\%$.

Figura 22: Flujómetro



MANÓMETRO: Para medir la presión del equipo se colocaron 2 manómetros diferentes, uno a la entrada de la de la membrana el cual tiene una medida de 0 – 350 PSI para poder saber a qué presión está ingresando y la otra se colocó entre el flujómetro y el regulador de presión y este puede llegar a medir de 0 -150 PSI para saber a qué presión sale el permeado.

Figura 23: Manómetro



MEDIDOR DE pH: Se utilizo para calcular la operatividad de iones de hidrógeno en el agua así podemos determinar la acidez o la alcalinidad que existe y poder determinar si el producto es el esperado para poder ser apto para el consumo humano.

Figura 24: Medidor de pH



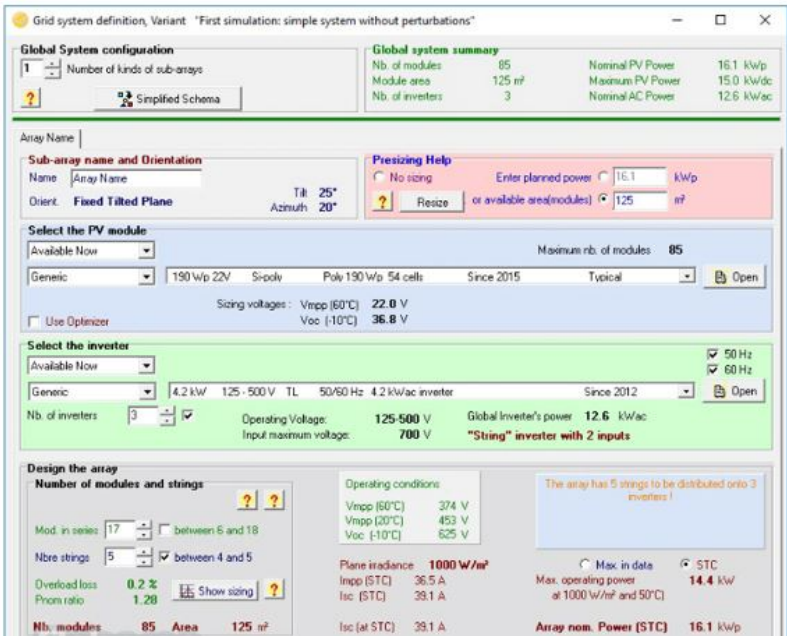
MEDIDOR DE TDS: Utilizamos para medir los parámetros de los sólidos disueltos totales un medidor de TDS, con este podemos saber las partes por millón que se encuentran en nuestra agua con una exactitud de $\pm 2\%$.

Figura 25: Medidor de TDS



SOFTWARE PVSYS: Se utilizo un software libre llamado Pvsyst para poder medir la radiación solar y también saber las horas solar pico (HSP) que tiene nuestra región y así poder calcular el número de panes requeridos en nuestro sistema con una incertidumbre del $\pm 3\%$.

Figura 26: Software Pvsyst



FILTROS DEL PROCESO DE DESALINIZACIÓN

SED (FILTRO DE SEDIMENTOS): Este filtro es la primera etapa de filtración ya que nos va ayudar a remover óxido, suciedad, arena y otros sedimentos.

GAC (FILTRO DE CARBÓN GRANULADO): Este filtro realiza la segunda etapa de filtración y este nos ayudara a remover cloro, pesticidas, sabores y olores no naturales, y otros productos químicos orgánicos.

ACB (FILTRO DE BLOQUE DE CARBÓN ACTIVADO): Este filtro se encuentra en la etapa tres de filtrado y este se encargará de eliminar lo que la segunda etapa no pudo remover como: cloro, insecticidas, benceno, sabores, olores y otros productos químicos orgánicos.

Figura 27: Filtros de 1era, 2da, 3er etapa



ROM (FILTRO DE ELEMENTO DE ÓSMOSIS INVERSA): Este es la etapa 4 de filtrado y esta se encargará de eliminar el 99 % de los contaminantes como lo es plomo, fluoruro, cloro y los TDS, etc.

PAC (FILTRO DE CARBÓN POST-ACTIVADO): Esta es la etapa final de filtrado el cual está hecho de 100 % carbón de cascara de coco el cual nos ayudara a mejorar el sabor del agua purificada al finalizar la filtración.

ALK (FILTRO ALCALINO): Este filtro es para mejorar el pH del agua también nos ayudara a mineralizar el agua como antioxidantes, potasio, calcio, magnesio, etc.

Figura 28: Filtros de 4ta, y 5ta etapa con filtro alcalino

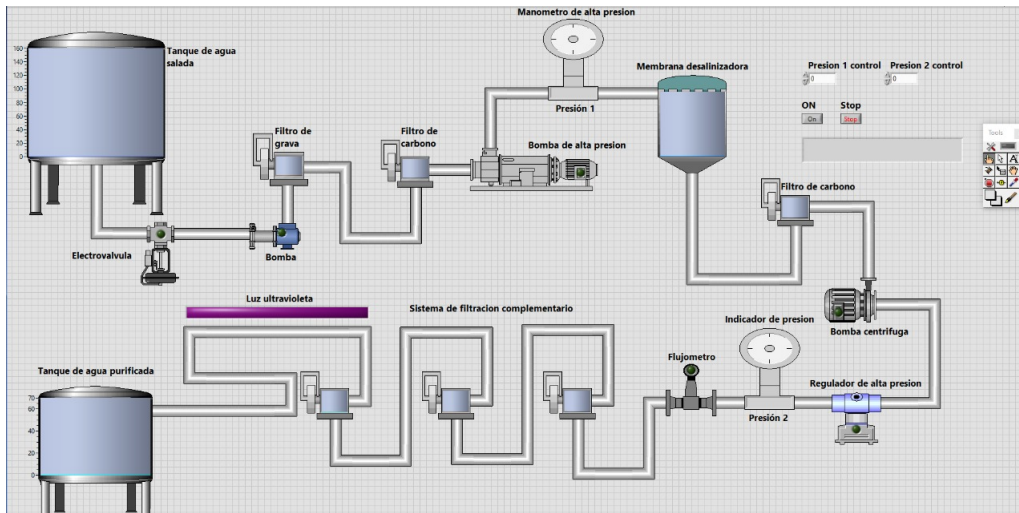


IX-C. DISEÑO MECÁNICO DEL PROTOTIPO

El prototipo se desarrolló utilizando softwares como SolidWorks y LabVIEW. Ya que es necesario para nosotros tener un prototipo portátil y sólido; es importante que sea resistente a las condiciones ambientales como el sol, la lluvia y el frío.

Lo que se realizó en la programación de LabVIEW se utilizó una estrategia llamada máquina de estados finitos ya que el programa se divide en lo que es la programación modular, lo que realizamos es sacar una parte del proceso para irlo programando gradualmente; nosotros estamos simulando el proceso, en este caso sería el desalinizador.

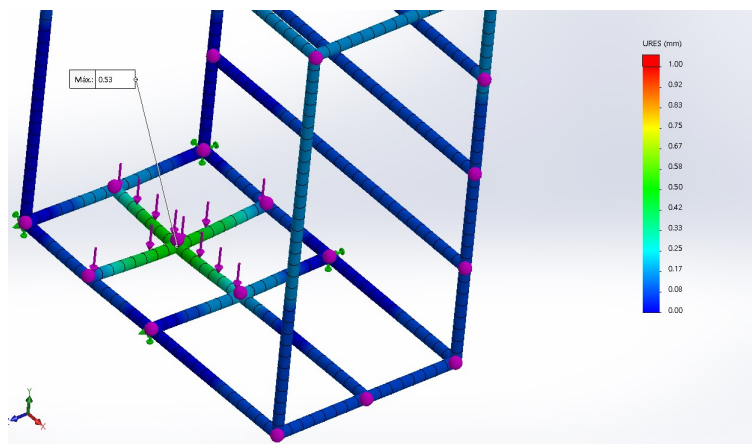
Figura 29: Simulación del proceso de desalinización en LabVIEW



Los datos de la programación se encuentran adjuntados en el “Apéndice XX-C.”.

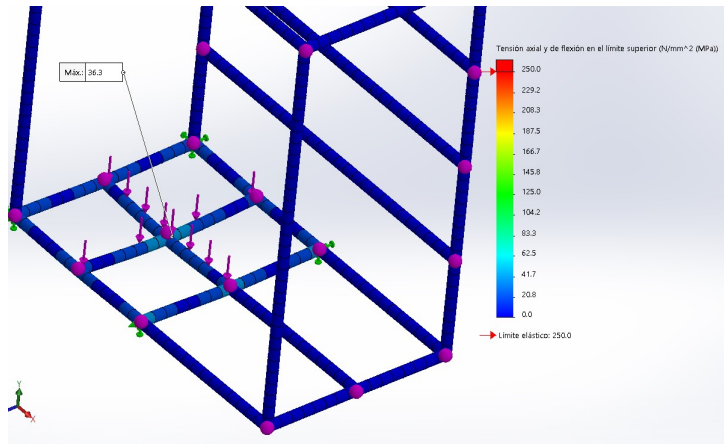
IX-C1. CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA: Se realizó un análisis de esfuerzo de nuestra estructura en SolidWorks para poder corroborar las fuerzas aplicadas en la estructura que queremos diseñar y así podremos estimar cuanta carga puede soportar y si se presentará alguna deformación apreciable al momento de cargarla con peso de nuestro tanque y otros equipos.

Figura 30: Análisis de deflexión



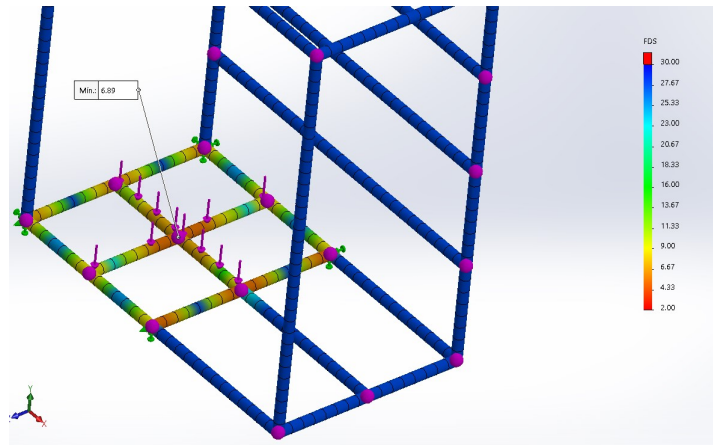
Muestra la DEFLEXION máxima que va a tener la estructura una vez ya aplicada la carga. La deflexión máxima permisible es $L/1000$, ósea $1370/1000$ que sería 1,37mm y la deflexión máxima que experimenta es 0,53 lo cual demuestra que estamos dentro del límite permitido.

Figura 31: Análisis de Esfuerzo



Muestra el esfuerzo máximo que se va a aplicar en la zona donde va a estar ubicar el tanque que es de 36.3 MPa como el material del tubo es acero A36 y su resistencia a la fluencia es de 250 MPa, entonces la estructura va a resistir los esfuerzos aplicados.

Figura 32: Factor de Seguridad



Esta figura nos muestra el factor de seguridad mínimo de la estructura que es de 6,89.

Peso del armazón del prototipo

Material: Hierro Negro

$$Peso = L_{Total} \times \frac{masa}{m}$$

$$Peso = 18m \times 2,31 Kg$$

$$Peso = 41,58 Kg$$

Datos necesarios para más información en el (Data Sheet) que proporciona el distribuidor, la cual seleccionamos para la construcción de la estructura se exhibe dentro de la siguiente “figura33”.

Figura 33: Dimensiones del material de la estructura

Tubo Estructural Cuadrado

Largo Normal:

6 m

Recubrimiento:

Negro o Galvanizado

Norma de Fabricación:

ASTM A 500 Gr.A, B ó C

Norma de Galvanizado:

NTE INEN 2415

Espesores:

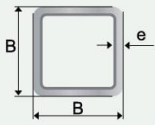
ASTM A 123

Observaciones:

Desde 1.50 a 6.00 mm

Otras dimensiones y largos

previa consulta



Dimensiones		Área	Peso
B	e	A	P
mm	mm	cm²	kg/m
20	1.50	1.05	0.83
	2.00	1.34	1.05
25	1.50	1.35	1.06
	2.00	1.74	1.36
30	1.50	1.65	1.30
	2.00	2.14	1.68
	3.00	3.01	2.36
	1.50	2.25	1.77
40	2.00	2.94	2.31
	3.00	4.21	3.30
50	1.50	2.85	2.24
	2.00	3.74	2.93
	3.00	5.41	4.25
	1.50	3.45	2.71
60	2.00	4.54	3.56
	3.00	6.61	5.19
75	2.00	5.74	4.50
	3.00	8.41	6.60
	4.00	10.95	8.59
	2.00	7.74	6.07
100	3.00	11.41	8.96
	4.00	14.95	11.73
125	2.00	9.74	7.64
	3.00	14.41	11.31
	4.00	18.95	14.87
	6.00	27.63	21.69

IX-C2. *CALCULO Y DISEÑO DEL TANQUE DE LA MÁQUINA:* En este apartado se realizó un análisis de esfuerzo en el tanque en donde se almacena el agua con salinidad, mismo que se puede apreciar en las siguientes figuras:

Figura 34: Distribución de los esfuerzos

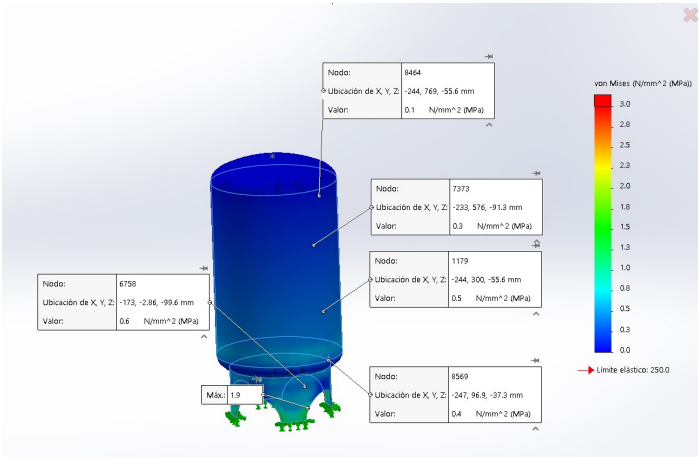
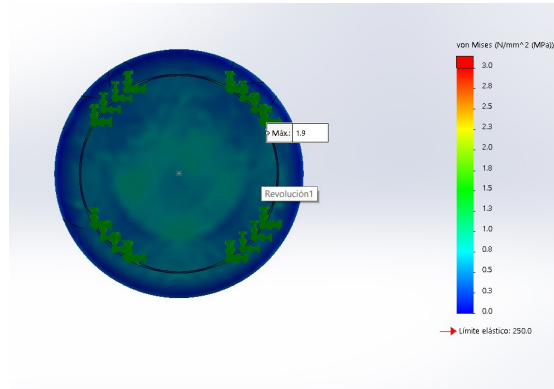
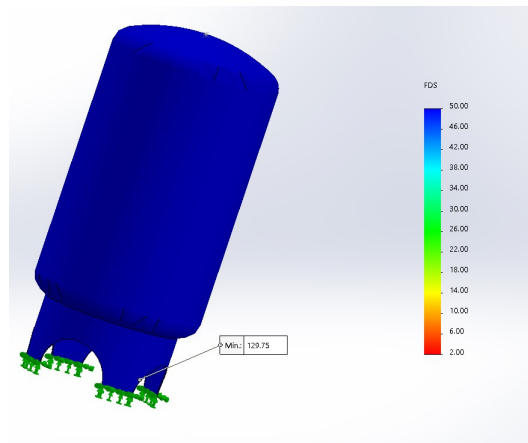


Figura 35: Análisis de esfuerzo máximo



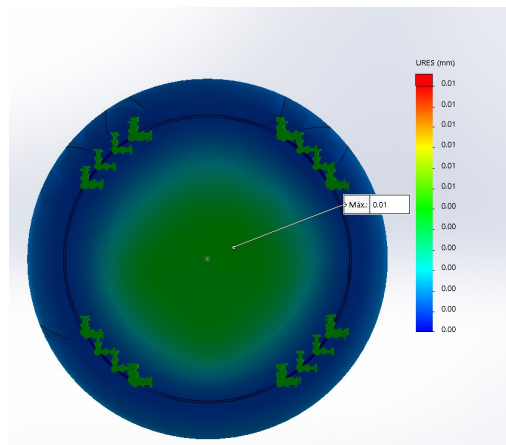
Las "Figuras 34 y 35" muestran el análisis de esfuerzo máximo y distribución de esfuerzos a lo largo del tanque.

Figura 36: Factor de seguridad en el tanque



En esta imagen se aprecia que el factor de seguridad en el tanque es alto, a medida que la corrosión desgaste el espesor de la plancha, este factor de seguridad ira disminuyendo.

Figura 37: Análisis de deflexión en el tanque



En esta imagen se puede apreciar la deflexión máxima del tanque la cual se produce en el fondo.

IX-C3. CÁLCULO PARA HALLAR EL PESO DEL TANQUE:

Material : AceroInoxidable

Densidad = 7930 Kg/m³

Ancho: 500 mm

Altura: 700 mm

$$P = \frac{\pi \times (D + \text{espesor}) \times L \times e \times P}{1000000000}$$

$$P = \frac{\pi \times (500 + 3) \times 700 \times 3 \times 7930}{1000000000}$$

$$P = 26,31 \text{ Kg} \quad \text{Peso del tanque sin agua y sin tapa}$$

$$V = \pi \times r^2 \times h = \pi \times (25)^2 \times 70$$

$$V = 137,44 \text{ Litros}$$

Figura 38: Tanque de agua salada



El tanque fue diseñado con acero inoxidable ya que garantiza una elevada asepsia debido a que impide que se formen bacterias, bloquea a los rayos ultravioleta por comprender una gran resistencia muy buena a la filtración de luz solar.

IX-C4. CÁLCULO DEL PESO DE LAS TAPAS DEL TANQUE:

$$P = \frac{\pi \times D^2 \times e \times P}{4 \times 1000000000}$$

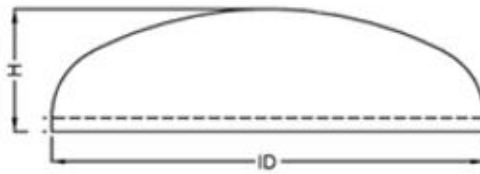
$$P = \frac{\pi \times (542)^2 \times 3 \times 7930}{4000000000}$$

$$P = 5,55 \text{ Kg por tapa}$$

$$P_{Total \text{ de Tapas}} = 11,10 \text{ Kg}$$

$$P_{Total \text{ del Tanque}} = 37,409 \text{ Kg}$$

Figura 39: Tapa para el tanque de agua salada



IX-C5. CÁLCULO DEL PESO DEL TANQUE CON AGUA SALADA: Donde:

Densidad del agua salada = 1027 Kg/m³

$$P = \frac{\pi \times D^2 \times 1027}{4000000000}$$

$$P = 141,15 \text{ Kg}$$

IX-D. CALCULO Y SELECCIÓN DE MEMBRANA

Generalmente la selección de la membrana se basa conforme a las propiedades del influente a procesar basados en el análisis de calidad del agua, por ello se debe elegir el tipo de membrana a utilizar, se eligió una membrana de mediana presión para desalinizar agua de mar. Se realizó una simulación para la elección de la membrana OR, con el software libre WAVE, ya que este programa cuenta con el tipo de membranas para realizar el funcionamiento correcto.

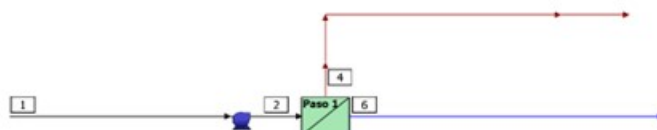
Se realizó un muestreo de agua salada que utilizaremos en nuestra máquina, con la ayuda de la compañía de agua de Durán llamada SurfWata, y este denotó los valores que están expuestos a continuación en la “TablaX”.

Parámetros	Concentrado (ppm)
Bicarbonatos	494
Carbonatos	< 0,185
Sulfatos	774
Calcio	48,8
Sodio	454,5
TDS	1512
pH	8,45

Tabla X: Análisis de la calidad del agua para la elección de la membrana

Con los datos obtenidos del análisis de agua se seleccionó la membrana BW-4040, a presiones medianas desarrollando una simulación y se encontró que se requerir una bomba para manejar presiones superiores a 200 así como se puede visualizar en la “figura40”.

Figura 40: Simulación con la membrana seleccionada



#	Descripción	Caudal (gpd)	TDS (mg/L)	Presión (psi)
1	Alimentación cruda al sistema de RO	2.400	32.881	0,0
2	Alimentación neta al paso 1	2.399	32.899	191,4
4	Concentrado Total del paso 1	2.039	35.973	186,6
6	Producto neto del sistema de RO	360,0	15.464	0,0

Algunas propiedades de la membrana seleccionada son:

- Porcentaje de caudal del filtrado = 2400 gpd - 9.1 m3/día
- Tasa de desechos de las sales = 99.50
- Superficie real de la membrana = 90 ft2 - 8.4 m2

- Presión de trabajo 200 PSI
- máx. flujo de agua de alimentación = 16 gpm - 3.6 m³/h
- Flujo específico para membrana de 4" = 13 gfd [18]

Donde:

Calculo para el número de membranas a utilizar (N_e)

Caudal del permeado requerido (Q_p) = 2400 gpd

Flujo específico (f) = 13 gfd

Superficie de la membrana (A) = 90ft²

$$N_e = \frac{Q_p}{f \times A}$$

$$N_e = \frac{2400}{13 \frac{g}{ft^2 d} \times 90 ft^2}$$

$$N_e = \frac{2400}{1170}$$

$$N_e = 2,05 \approx 2 \text{ membranas}$$

Nuestro prototipo cuenta con solo una membrana ya que por límites de presupuesto no se pudo adquirir una segunda pero contamos con un sistema de ultra filtración que nos va ayudar a conseguir un permeado óptimo.

Datos necesarios para más información en el (Data Sheet) que proporciona el distribuidor se encuentra adjuntado en el "Apéndice XX-B."

IX-E. DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

IX-E1. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS: Para realizar los cálculos hidráulicos los haremos por 2 partes: primero será encontrar las perdidas en cada sección de nuestras tuberías, y después haremos los cálculos de perdidas por cada accesorio que vayamos a utilizar. En la primera parte, la fórmula que nosotros usaremos para encontrar las pérdidas de carga en nuestro proyecto de titulación se mostrará a continuación:

$$h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

también se le puede expresar de la siguiente manera:

$$h = 0,0820 \times f \times \frac{Q^2}{D^5} \times L$$

Donde:

h: Es la perdida de carga (m)

f: Es el coeficiente de fricción

L: Es la longitud de la tubería (m)

D: Diámetro interno de la tubería (0,014 m)

r: Radio interno de la tubería (0,007 m)

v: Velocidad (m/s)

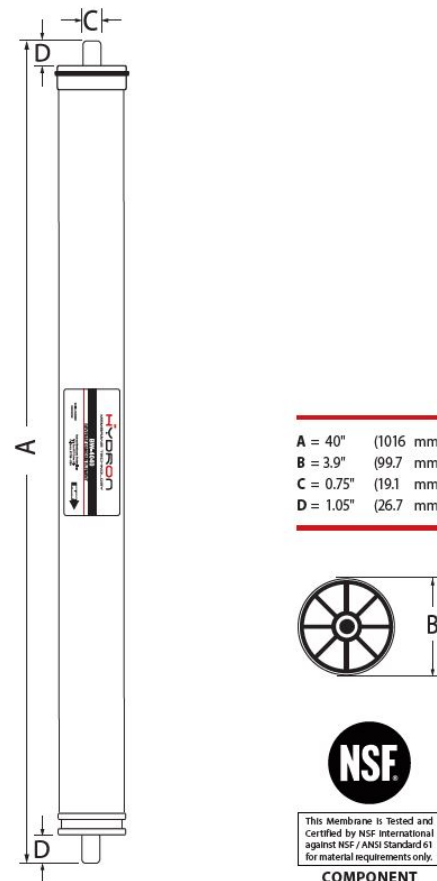
g: Gravedad (9,81 m/s²)

Q: Caudal (6,30833 × 10⁻⁵ m³/h)

ρ: Densidad (1030 Kg/m³)

Re: Número de Reynolds

Figura 41: Tamaño de la membrana



μ : Viscosidad dinámica (0,85 25°C)

Lo primero que haremos es sacar la velocidad en las tuberías a través de la siguiente formula:

$$V = \frac{Q}{\pi \times r^2}$$

$$V = \frac{6,30833 \times 10^{-5}}{\pi \times 0,007^2}$$

$$V = \frac{6,30833 \times 10^{-5}}{\pi \times 0,000153}$$

$$V = 0,412 \frac{m}{s}$$

Luego de hallar la velocidad realizaremos los cálculos por cada sección o tramo de tuberías que tengamos en nuestro proyecto como se evidencia en la "tablaXI" que se visualiza a continuación:

Tabla XI: Longitud de tramos de tubería

N. de tramos	Longitud (m)
1	1,17
2	0,115
3	0,17
4	0,125
5	0,08
6	0,37
7	0,11

Aplicaremos Reynolds para encontrar el coeficiente de fricción aplicamos la siguiente fórmula para tubos lisos:

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$$

$$Re = \frac{1030 \times 0,41 \times 0,014}{0,85}$$

$$Re = 6,955$$

Una vez encontrado el número de Reynolds aplicaremos la fórmula del coeficiente de fricción:

$$f = 0,3164 \times Re^{-0,25}$$

$$f = 0,3164 \times 6,955^{-0,25}$$

$$f = 0,1948$$

Una vez encontrado todo desarrollaremos las pérdidas de presiones por tramos:

$$h_1 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 1,17$$

$$h_1 = 0,13831 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,115$$

$$h_2 = 0,01359 \text{ m}$$

$$h_3 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,17$$

$$h_3 = 0,02009 \text{ m}$$

$$h_4 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,125$$

$$h_4 = 0,01477 \text{ m}$$

$$h_5 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,08$$

$$h_5 = 0,00945 \text{ m}$$

$$h_6 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,37$$

$$h_6 = 0,04374 \text{ m}$$

$$h_7 = 0,0820 \times 0,1948 \times \frac{(6,3090 \times 10^{-5})^2}{0,014^5} \times 0,11$$

$$h_7 = 0,013 \text{ m}$$

La suma total de cada tramo se realiza sumando todas las cargas obtenidas en las ecuaciones anteriores:

$$h_{total} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7$$

$$h_{total} = 0,13831 + 0,01359 + 0,02009 + 0,01477 + 0,00945 + 0,04374 + 0,013$$

$$h_{total} = 0,25295 \text{ m}$$

La siguiente parte es calcular las pérdidas de carga por cada accesorio que usaremos en nuestro sistema desalinizador, la fórmula que utilizaremos es la siguiente:

$$h_i = K_i \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Donde:

h_i : Pérdida de carga por accesorio

K_i : Factor de obstrucción del flujo

En la "figura 42 "se mostrarán los factores de obstrucción por accesorios obtenidas en el software Pipe Flow:

Figura 42: Coeficientes de obstrucción

Symbol	Type	Metric	Imperial	Description	K value	Qty
	SB	15 mm	0.50"	Standard Bend	0,8100	5
	Gate	15 mm	0.50"	Gate Valve	0,2200	1
	BallFB	15 mm	0.50"	Ball Valve Full Bore	0,0900	4
	ChSw	15 mm	0.50"	Check Swing Valve	5,1000	1
	BT	15 mm	0.50"	Branch Tee	1,6200	1

1. Codo de ½"

$$h_i = 0,81 \times \frac{0,41^2}{2 \times 9,81}$$
$$h_i = 0,00693 \text{ m}$$

Este valor se multiplica por la cantidad de codos utilizados:

$$h_i = 0,00693 \times 5$$
$$h_i = 0,03725 \text{ m}$$

2. T de ½"

$$h_i = 1,62 \times \frac{0,41^2}{2 \times 9,81}$$
$$h_i = 0,01387 \text{ m}$$

3. Válvula Check de ½"

$$h_i = 5,1 \times \frac{0,41^2}{2 \times 9,81}$$
$$h_i = 0,04369 \text{ m}$$

4. Válvula de Compuerta de ½"

$$h_i = 0,22 \times \frac{0,41^2}{2 \times 9,81}$$
$$h_i = 0,00188 \text{ m}$$

5. Válvula de bola de ½"

$$h_i = 0,09 \times \frac{0,41^2}{2 \times 9,81}$$
$$h_i = 0,00077 \text{ m}$$

Este valor se multiplica por la cantidad de codos utilizados:

$$h_i = 0,00077 \times 3$$
$$h_i = 0,00231 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga se suman junto a las pérdidas de los tramos de tuberías más las perdidas por los accesorios.

$$h_{i\text{total}} = 0,03725 + 0,01387 + 0,04369 + 0,00188 + 0,00231$$

$$h_{i\text{total}} = 0,099 \text{ m}$$

$$h = h_{\text{total}} + h_{i\text{total}}$$

$$h = 0,25295 + 0,099$$

$$h = 0,35195 \text{ m}$$

Haciendo la conversión de mca a psi obtenemos que:

$$h = 0,35195 \text{ mca} \times \frac{1,422 \text{ psi}}{1 \text{ mca}} = 0,5000 \text{ psi}$$

A este valor se le suman las caídas de presión de la membrana y los filtros:

$$h = 0,5000 + 15 + (3 \times 6) = 33,5 \text{ psi}$$

La pérdida total de carga de nuestras tuberías contando con la membrana y el sistema de filtración es de 33,5 psi que sería un 3,5 % más de lo esperado.

IX-E2. SELECCIÓN DE BOMBAS: En función de las propiedades del agua a procesar con los datos obtenidos anteriormente de las caídas de presión obtendremos que las presiones de funcionamiento deben ser mayor a 200 psi, que es la presión de trabajo perfecta para la membrana, lo cual es lo ideal trabajar con una bomba de estas características. Usando la ecuación a continuación, se obtuvo la capacidad de trabajo de la bomba.

$$P = Q \times p$$

Donde:

La potencia vendrá dada en Watts:

P = Presión [=] (N/m²)

Q = Caudal que se desea obtener en m [=] (m³/s)

N = Potencia [=] (W)

El caudal que nosotros utilizaremos para nuestro prototipo es 0,00015 m³/s ya que esperamos llenar unos 20 galones al día.

$$P = 0,00015 \frac{m^3}{s} \times \left(1,782295 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \right)$$
$$P = 267,34 \text{ W}$$

La membrana que se seleccionó en este calculo trabaja con una presión superior a los 200 PSI, una bomba de 267,34 W de potencia es suficiente para producir una presión de operación y así trabajar con un buen rendimiento, pero por tenemos presupuéstaes nosotros adquirimos una bomba de diafragma de 120 W que puede ser regulada hasta 300 psi.

IX-F. DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Se requiere asegurar un funcionamiento óptimo del prototipo desalinizador de agua de mar utilizando energía fotovoltaica, ya que los equipos eléctricos como lámparas UV y bombas, ya que el panel solar es el que los va alimentar con corriente alterna, ya que contamos con el inversor.

Ecuador cuenta con una radiación solar promedio de 2,9 kWh/m²/día según el Atlas Solar del Ecuador[10], y la ciudad de Guayaquil cuenta con un promedio anual de 4.3 kWh/m²/día.

Debido a la necesidad de que el sistema de desalinización deba producir la energía requerida, el cual está conformado por, baterías de almacenamiento, paneles solares, inversor de corriente y un controlador de carga que nos aseguran no recurrir frecuentemente una red de electricidad y proporcionar la energía necesaria para la operatividad óptimo del mecanismo. A fin de tener una buena evaluación del sistema fotovoltaico, se debe realizar lo siguiente:

- a) Desarrollar una modelo de consumo de la energía
- b) Calcular la cantidad de paneles necesarios.
- c) Encontrar la cantidad de baterías requeridas.
- d) Encontrar la corriente mínima requerida para operar el controlador de carga.

e) Calcular la potencia mínima necesaria para el funcionamiento del Inversor.

En la “TablaXII” se muestran los equipos que se van a usar, el número de días de uso a la semana, la potencia y la energía demandada:

Tabla XII: Equipos que serán usados en el prototipo desalinizador

Equipo	N.º	P(Watt/unidad)	t(h)	Uso (días)	Días/Semanas	E(kWh/día)
Bomba de Diafragma (a)	1	120	5	5	7	428,57
Bomba de Diafragma (b)	1	28,8	5	5	7	102,85
Lámpara UV	1	16	5	5	7	57,14
PT		164,8			Total	588,56

En la tabla se muestran los equipos que usarán la energía en el prototipo de máquina desalinizadora, que serán entregados por el sistema fotovoltaico, conforme a los equipos y el tiempo que se utilizarán se genera una demanda energética de 588,56 kWh/día, este se obtendrá por medio de un panel solar de 200 W con dimensiones de 163 x 67 x 3,5 cm. Valores obtenidos con la siguiente ecuación:

IX-F1. CALCULO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS: Número de Paneles solares

La cantidad de paneles a utilizar en el prototipo se obtiene mediante la ecuación a continuación:

$$N^{\circ} \text{ de panel} = \frac{E_T \times F_s}{HSP \times \text{Potencia del Panel}}$$

Donde:

E_T = Energía total demandada [Wh]

HSP = Horas solares Pico [h]

F_s = Factor de seguridad = 1.15

El factor de seguridad va a estar sujeto a los parámetros en el que esté la radiación solar en nuestro caso optamos por un factor medio que sería de 15 % ya que si los datos fueran tomadas en malas condiciones (invierno) usaríamos del 10 %.

$$N^{\circ} \text{ de panel} = \frac{588,56 \times 1,15}{5 \times 200W}$$

$$N^{\circ} \text{ de panel} = \frac{676,844}{1000}$$

$$N^{\circ} \text{ de panel} = \frac{676,844}{1000}$$

$$N^{\circ} \text{ de panel} = 0,676 \approx 1$$

Tabla XIII: N.º de paneles a usar en el prototipo

Panel Solar	Valores
Potencia	200 W
Corriente	12,82 A
Voltaje	12 V
N.º de Panel	1

Cantidad de baterías

El siguiente paso a seguir luego de haber calculado el número de paneles solares que se utilizarán en el prototipo de desalinización, también debemos calcular la cantidad de baterías que necesitamos para un almacenamiento adecuado de la energía, ya que la demanda total de energía es de 588,56 kWh/día, el voltaje de salida es 12V, con un margen de descarga de 90 % al 95 %, el factor de eficacia para la batería es 0.9, autónomo por 1 día, y la capacidad de la batería es 100 Ah, y obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

$$Ahr = \frac{E_T}{F_e \times V_s}$$

Donde:

E_T = Energía total demandada [Wh]

Ahr = Capacidad promedio diaria [Ah]

V_s = Voltaje de salida [V]

F_e = Factor de eficiencia = 0.9

$$Ahr = \frac{588,56 \frac{Wh}{dia}}{0,9 \times 12V}$$

$$Ahr = \frac{588,56 \frac{Wh}{dia}}{10,80}$$

$$Ahr = 54,4962 \frac{Ah}{dia}$$

$$N^o \text{ Baterias} = \frac{Ahr \times dias \text{ de autonomia}}{limite \text{ de descarga} \times capacidad \text{ de bateria}}$$

$$N^o \text{ Baterias} = \frac{54,4962 \frac{Ah}{dia} \times 1dia}{0,95 \times 100Ah}$$

$$N^o \text{ Baterias} = \frac{54,462Ah}{95Ah}$$

$$N^o \text{ Baterias} = 0,5736 \approx 1 \text{ Bateria}$$

Proceso del controlador de carga

Para que los dispositivos como los paneles solares, el inversor y las baterías estén protegidos se debe calcular la capacidad mínima de corriente para el controlador de carga, la cual obtuvimos en la siguiente ecuación:

$$I_c = I_s \times F_s$$

Donde:

I_c = Corriente del controlador de carga [A]

I_s = Corriente de salida [A]

F_s = Factor de seguridad = 1,20

$$I_c = 12,82 \times 1,20$$

$$I_c = 15,384 \text{ A}$$

El controlador de carga debe tener una corriente con capacidad mínima de 10 amperios para funcionar correctamente.

Cálculos para hallar el inversor de corriente

El inversor debe tener la suficiente demanda de potencia para tolerar las potencias que se ha consumido de acuerdo al regulador de la carga, las bombas y las lámparas UV para un funcionamiento óptimo. El cálculo para obtener la capacidad para el inversor se muestra en la siguiente ecuación:

$$P_I = P_T \times F_s$$

Donde:

P_I = Potencia del Inversor [W]

P_T = Potencia total demandada [W]

F_s = Factor de seguridad = 2

$$P_I = 164,8W \times 2$$

$$P_I = 329,6W$$

El Inversor tiene que contar una potencia mínima de 329,6 W para funcionar correctamente.

X. METODOLOGÍA

X-A. MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación comprende una metodología de modo básica o fundamental la misma que pretende un avance en la ciencia y aumentando los conocimientos de forma teórica en el aspecto del diseño de una máquina desalinizadora. Este es un trabajo formal que se encuentra limitado a las pruebas dentro laboratorio.

X-B. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Sigue un diseño de investigación de métodos mixtos, ya que combina métodos cualitativos que incorporan aspectos culturales que necesitan de métodos de investigación de modo no cuantitativo y cuantitativos debido a que posibilita tener una percepción mas precisa al valorar las propiedades numéricas que son medibles, mismas como la eficiencia del del prototipo desalinizador.

X-C. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para que se pueda desarrollar se aplica un método mixto que se oriente a una investigación de forma exploratorio con los registros cualitativos y los análisis de forma estadística para que se puedan cumplir los propósitos trazados.

X-D. DEMOGRAFÍA

Este Proyecto tiene un efecto limitado al trabajo de laboratorio y, como tal, no tendrá un impacto inmediato en poblaciones específicas, no obstante, estos proyectos pueden dar lugar a estudios futuros recomendando lugares específicos de la costa ecuatoriana donde el agua no es de fácil acceso.

X-E. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las herramientas de la agrupar los datos para que el proyecto se pueda desarrollar tienen como apertura la evaluación del documental a través de la construcción de tablas de comparación ya que permitirá determinar el mejor método para implementar en el prototipo. Dichos datos proporcionarán la requerida información para la realización de la etapa dos y la etapa tres, en las que intervendrán técnicas de observación, que facilitarán el registro de los cambios a realizar, ya sea en el modelo como en la elaboración del prototipo, así mismo, para cumplir con el objetivo general de este trabajo, al finalizar la etapa tres, se efectuarán pruebas dentro del laboratorio para verificar la operatividad del desalinizador de agua. Finalmente, se realizará la observación experimental a través de la creación de ensayos químicos, físicos y microbiológicos del agua, donde se obtendrá información para verificar la efectividad del proceso de desalinización del agua.

Por consiguiente, tendremos las fuentes de información, ya que la información se recopilará de libros, trabajos de tesis y revistas científicas. Conforme progreso de la elaboración del proyecto, dichas bases de información serán necesarias debido a la información que se proporciona en cada etapa, las fuentes de información serán:

1. Etapa 1: Fuentes secundarias: Se utilizará la base de datos de la Universidad Estatal de la Península de Santa Elena (UPSE), Universidad Politécnica Nacional (UPN), así como diversos trabajos y artículos expuestos por las diferentes universidades de nivel mundial. Adicional a ello se consulta la información vertida por instituciones como VEOLIA, Mc Water, Ministerio de Ambiente del Ecuador, Organización Mundial de la Salud (OMS), Etc.
2. Etapa 2: Fuentes secundarias: Se utilizarán tablas que comparen los resultados de la evaluación de la información recolectada en la etapa 1..

3. Etapa 3: Fuente principal: Se aplicará el modelo del prototipo, previamente estipulado, así como los resultados que se han producido mediante evaluaciones de modo físicas, mecánicas y de operación del modelo.
4. Etapa 4: Fuente principal y secundaria: Trabajaremos sobre los resultados alcanzados mediante pruebas experimentales dentro del laboratorio llevadas a cabo en el agua antes y después de ser tratado por la máquina desalinizadora y se tomará como el nivel de comparación de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de los recursos hídricos que están determinadas por Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador.

X-F. TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

El proceso de los registros cuantitativos, dado a mínima cantidad que hay de las variables a analizar y sobre todo por que se emplean datos de modo descriptivo, mismos que sirven para estructurar, describir y señalar los registros cuantitativos se efectuar de forma manual.

Estas variables serán:

- Funcionabilidad del equipo.
- pH del Agua
- Calidad del agua (ppm).

XI. RESULTADOS

En esta sección, se demuestran los resultados alcanzados en la construcción del prototipo de máquina desalinizadora, tales como las pruebas de operación, y las pruebas químicas con respecto a la calidad del líquido, cabe recalcar que al ser un prototipo y por variables de costos de fabricación, este no llega a un rendimiento del 100 %.

XI-A. FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DESALINIZADOR

Nuestra máquina está conformada por 1 membrana desalinizadora, una estructura de hierro negro 40 mm x 40 mm, un tanque de 104 l, una bomba de diafragma 200 PSI, un controlador de carga, un inversor de corriente, 1 panel fotovoltaico y 1 batería en gel. La siguiente “tabla XIV” se pueden visualizar los equipos del desalinizador y sus valores.

Tabla XIV: Equipos del prototipo de máquina desalinizadora de agua de mar utilizando energía fotovoltaica

Número	Equipos	Capacidad
2	Bomba de Diafragma	200 - 150 PSI
1	Paneles fotovoltaicos	200 W
1	Baterías en Gel	100 Ah
1	Controlador de Carga	20 A
1	Inversor de Corriente	500 W
1	Membrana desalinizadora	
1	Tanque de almacenamiento de agua salada	104 litros

XI-B. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL AGUA

Se analizaron dos clases diferentes de calidad de agua, los valores teóricos experimentales en los sólidos disueltos del análisis de campo, son los siguientes 2100 ppm y 2000 ppm. En los ensayos, las pruebas se elaboraron, al principio, mitad y final del análisis. Estos ensayos se realizaron para asegurarnos que el concentrado este con un límite de margen de ± 10 ppm con relación a los valores promedios.

En las siguientes tablas se evidencian los resultados de cada evaluación que se realizó, también fueron enviados a laboratorios para la verificación de calidad de las pruebas. Se adjuntan pruebas en el “Apéndice XX-D.”

Tabla XV: Resolución de los análisis experimentales de calidad (TDS = 2100 ppm)

Análisis de las pruebas de calidad - 31/08/2022				
Nº Pruebas	Pruebas	pH	TDS(ppm)	T(°C)
1	Influente	8.60	2100	27
	Permeado	7.5	<150	25

Tabla XVI: Resolución de los análisis experimentales de calidad (TDS = 2000 ppm)

Análisis de las pruebas de calidad - 12/09/2022				
Nº Pruebas	Pruebas	pH	TDS(ppm)	T(°C)
2	Influente	8.65	2000	28
	Permeado	7.65	<400	25.5

En la siguiente "tablaXVII" se encuentra el rango admisible de sólidos disueltos donde podemos comparar nuestros muestreos para verificar si están dentro del rango establecido.

Tabla XVII: Rango admisible de sólidos disueltos

TDS	Admisibilidad
0 a 300	Nivel de calidad Excelente
300 a 600	Nivel de calidad Bueno
600 a 900	Nivel de calidad Aceptable
900 a 1200	Nivel de calidad No recomendable
>1200	Nivel de calidad Inaceptable

Pudimos observar que solamente el 70 % del agua que se obtiene del tanque es agua purificada y resto es el rechazo. A medida que se realizaban las pruebas los resultados fueron variando, ya que las partes por millón (ppm) aumentaban por el hecho que la membrana se iba saturando ya que no tenemos una bomba de recirculación que nos ayude a limpiar la membrana y los químicos necesarios para tener un alto rendimiento.

La ósmosis inversa no retiene por completo el flujo de sólidos ya que son aptos para pasar a través de la membrana con distintas tasas de transferencia en el filtrado. Si nosotros usáramos más membranas y tuviéramos más presión la calidad de nuestro filtrado sería mucho mayor.

En la experimentación pudimos observar que a menores presiones la calidad del filtrado es baja teniendo valores TDS mayores a 600 ppm en el filtrado; pero con el mismo influente a presiones altas se obtuvo un filtrado con TDS menores a 100 ppm como se puede ver en la "TablaXV"

XI-C. RESOLUCIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se analizaron tres clases diferentes de calidad de agua, los valores teóricos experimentales en los sólidos disueltos del análisis de campo, son los siguientes 2200 ppm, 2300 ppm y 2500 ppm. En la siguiente "TablaXVIII" ; se puede observar la resolución del análisis de laboratorio, las pruebas fueron tomadas por nosotros como análisis de campo en la ciudad de playas.

Tabla XVIII: Resolución de los análisis de campo en laboratorio

Nº Pruebas	Pruebas	TDS(ppm)	T(°C)
1	Influente	2200	28
	Permeado	<100	25.5
2	Influente	2100	30
	Permeado	<100	26
3	Influente	2220	27
	Permeado	<100	26,4

Los resultados de las pruebas de laboratorio dieron como resultado que nuestras pruebas experimentales tenían un pequeño margen de error con lo cual nuestro producto es apto para el consumo humano.

XII. CRONOGRAMA

En pocas palabras, un cronograma es un calendario de trabajo que le permite predecir las fechas que se empieza y se concluyen todos los pasos necesarios para completar un proyecto. Su función es ayudar a planificar y completar el trabajo a tiempo.

El cronograma de nuestras actividades es el siguiente:

XIII. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE TESIS			
sede:	Guayaquil	estudiante Autor (1):	PEDRO JOSE LOOR RIASCOS
campus:	Centenario		
carrera:	mecatrónica	estudiante Autor (2):	BORIS RONALDO ESPINOZA VERA
periodo:	2021-2022		
TEMA DE TRABAJO DE TITULACION		"DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MAQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGIA FOTOVOLTAICA "	
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACION		ING. JOSE ZAMBRANO GARCIA	
No.	DESCRIPCION		PRECIO
1	TRANSPORTE		\$75
2	HOSPEDAJE		\$150
3	ALIMENTACION		\$100
4	MEBRANA SEMIPERMEABLE		\$400
5	HOUSING DE LA MEMBRANA SEMIPERMEABLE		\$300
6	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA SALADA		\$200
7	BOMBA DE DIAFRAGMA (2)		\$300
9	BATERIA		\$100
10	KIT PANEL SOLAR		\$300
11	FILTROS DE REPUESTO		\$200
12	FILTROS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DE FILTRADO		\$280
13	MANOMETRO DE PRESION DE AGUA		\$160
14	REGULADOR DE PRESION DE AGUA		\$100
15	UNIONES DE ACERO INOXIDABLE		\$200
16	MEDIDOR TDS (SOLIDOS DISUELTOS TOTALES)		\$120
17	FLUJOMETRO O CAUDALIMETRO (2)		\$200
18	VALVULA DE PASO DE AGUA (2)		\$60
19	CABLEADO		\$50
20	PLANCHA GALVANIZADA 1,4MM		\$75
21	TUBO CUADRADO A36 2MM (3)		\$80
22	FUENTE DE ALIMENTACION 12VDC/110-240VAC		\$100
23	RUEDAS DE TRANSPORTACION (6)		\$100
24	TUBERIAS DE ACERO INOXIDABLE		\$400
25	IMPORTACION		\$600
26	MEDIDOR TDS		\$200
27	MEDIDOR DE pH		\$100
28	VÁLVULA CHECK		\$60
TOTAL			\$5010.00

XIV. CONCLUSIONES

Con relación a los objetivos planteados al iniciar el proyecto, se describirán las conclusiones más importantes de este proyecto de grado:

- Se cumplió con los objetivos principales que eran diseñar y construir un prototipo de maquina desalinizadora de agua de mar utilizando energía fotovoltaica.
- Se probó la funcionabilidad del sistema por medio de simulación usando el software LabVIEW ya que este nos permite observar con facilidad las diferentes etapas de filtración que presenta el equipo y también se usó el software SolidWorks para el desarrollo de la estructura.
- Con los resultados obtenidos de nuestro proyecto concluimos en que con un número determinado de membranas se puede conseguir un mejor permeado, es decir si se cuentan con más membranas, más partes por millón serán retenidos y los sólidos disueltos en agua quedaran en las membranas y por lo tanto el permeado será mejor y así tendremos mejores resultados.
- El presente estudio necesita de mas tiempo para su desarrollo y su aplicación, ya que se puede mejorar mucho más, algunas inconsistencias del trabajo radican en que no hay experiencia y alcance del proyecto ya que la falta de recursos nos limitó para obtener el rendimiento deseado.

XV. RECOMENDACIONES

- Debido a que el sistema de desalinización de agua funciona a presiones muy elevadas se necesita una bomba de alta presión, las cuales nos van ayudar a impulsar nuestra presión al nivel requerido por la membrana (400 a 800 psi).
- La cantidad de agua de ser suficiente para que la bomba y los filtros puedan funcionar correctamente, ya que al no tener el volumen necesario de agua tendremos pérdidas de permeado y esto es lo que provocaría el daño de los filtros y la bomba.
- Debemos tener una presión adecuada para pasar por todas las capas de la membrana OI ya que es la primera etapa de desalinización del sistema ya que al tenerla los filtros se saturarían.
- Si se requiere tener gran cantidad de filtrado en el sistema de desalinización se debe instalar la válvula mariposa en el efluente para elevar la presión en el interior de las membranas.
- Para tener un buen diseño fotovoltaico debemos realizar los cálculos con ayuda de un software para determinar las horas solar pico (HSP) y así poder calcular la potencia y número de paneles requeridos en el sistema desalinizador.
- Se debe realizar una buena gestión en la elección de los materiales necesarios durante el desarrollo del proyecto, ya que la importación puede tener retrasos aduaneros y esto puede generar inconvenientes al momento de elaborar su proyecto.
- Se realiza un cambio de filtro de acuerdo al tiempo de funcionamiento que desempeñen pueden ser de 6 meses a 1 año de óptimo rendimiento o si tienen un funcionamiento no requerido la duración de los filtros se reducen en un 50 por ciento.
- Este proyecto da para una segunda fase de mejora en algún proyecto futuro implementándole más membranas de ósmosis y bombas de alto rendimiento.

XVI. APÉNDICES

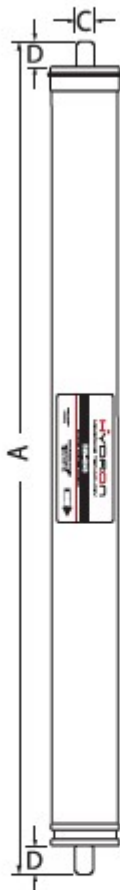
XVI-A. VALORES HSP OBTENIDOS POR EL PROGRAMA PVSYST

	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del viento
	kWh/m ² /día	kWh/m ² /día	°C	m/s
Enero	3.97	2.79	27.6	2.72
Febrero	4.20	2.66	25.5	1.80
Marzo	4.38	2.78	25.2	1.77
Abril	4.62	2.56	26.4	1.89
Mayo	4.01	2.40	28.2	2.50
Junio	3.48	2.21	26.6	2.47
Julio	3.90	2.27	25.9	2.98
Agosto	4.48	2.11	27.5	3.04
Septiembre	5.04	2.69	25.6	3.24
Octubre	4.89	2.59	26.4	3.15
Noviembre	4.75	2.74	26.9	3.29
Diciembre	4.29	2.66	26.9	3.11
Año ?	4.33	2.54	26.6	2.7

XVI-B. DIMENSIONES DE LA MEMBRANA DESALINIZADORA



BW-4040 - DATA SHEET HYDRON COMMERCIAL MEMBRANES



A = 40"	(1016 mm)
B = 3.9"	(99.7 mm)
C = 0.75"	(19.1 mm)
D = 1.05"	(26.7 mm)



This Membrane is Tested and Certified by NSF International against NSF/ANSI Standard 61 for material requirements only.

COMPONENT



HYDRON Commercial Membrane Elements with their hard shell fiberglass exterior provide outstanding performance for Commercial systems. HYDRON Membranes are manufactured in a State-of-the-Art, ISO-9001-2000 certified automatic rolling facility which provides you with a precise and advanced membrane element. HYDRON Membranes not only deliver an attractive cost to benefit ratio, but also gives you a membrane that has consistently high quality and performance.

HYDRON Commercial Membrane Elements can be used in a variety of mid sized Commercial applications, such as car wash, bottling, manufacturing, water stores, food processing, and many other applications where a reliable, performance membrane is needed.

MEMBRANE TYPE	Polyamide Compound	
TESTING CONDITIONS		
Testing Pressure	225 psi	(1.55 MPa) (15.5 bar)
Temperature of Testing Solution	77 °F	(25 °C)
Concentration of Testing Solution (NaCl)	2000 ppm	
pH Value of Testing Solution	7.5	
Recovery Rate of Single Membrane Element	15%	
EXTREME OPERATION CONDITIONS		
Max. Working Pressure	600 psi	(4.14 MPa) (41.4 bar)
Max. Feedwater Flow	16 gpm	(3.6 m³/hr)
Max. Feedwater Temperature	113 °F	(45 °C)
Max. Feedwater SDI	5	
Single Membrane Max. Pressure Drop	15 psi	(1.0 MPa) (1.03 bar)
Residual chlorine Concentration of Feedwater	<0.1 ppm	
pH Range of Feedwater during Continuous Operation	3-10	
pH Range of Feedwater during Chemical Cleaning	2-12	

Model #	Applied Pressure psi (bar)	Average Permeate Flow gpd (m³/d)	Stable Rejection Rate (%)	Active Membrane Area ft² (m²)	Max. Feed Temp. °F (°C)
BW-4040	225 (15.5)	2400 (9.1)	99.5	90 (8.4)	113 (45)

IMPORTANT INFORMATION

Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, HYDRON recommends removing residual free chlorine by pre treatment prior to membrane exposure. Any specific application must be limited within the extreme operating conditions. We strongly recommend you to refer to the latest edition of technology manual and design guide prepared by HYDRON Membrane Technology or consult experts proficient in membrane technology. In case the customer fails to follow the operating conditions as specified in this manual, HYDRON Membrane Technology will assume no liability for all results. The permeate flow listed in this table is the average value. The permeate flow of single membrane element is within a tolerance not exceeding ±20% of nominal value. Discard the RO-filtered water produced during the first one hour after system start-up. During storage time and run time, it is strictly prohibited to dose any chemical medication that may be harmful.

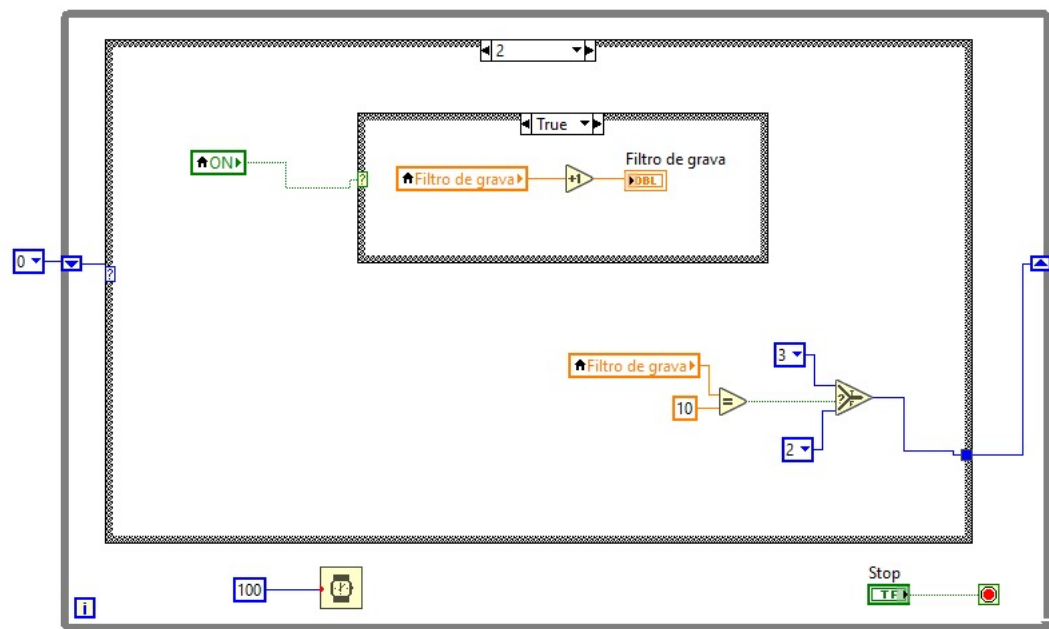
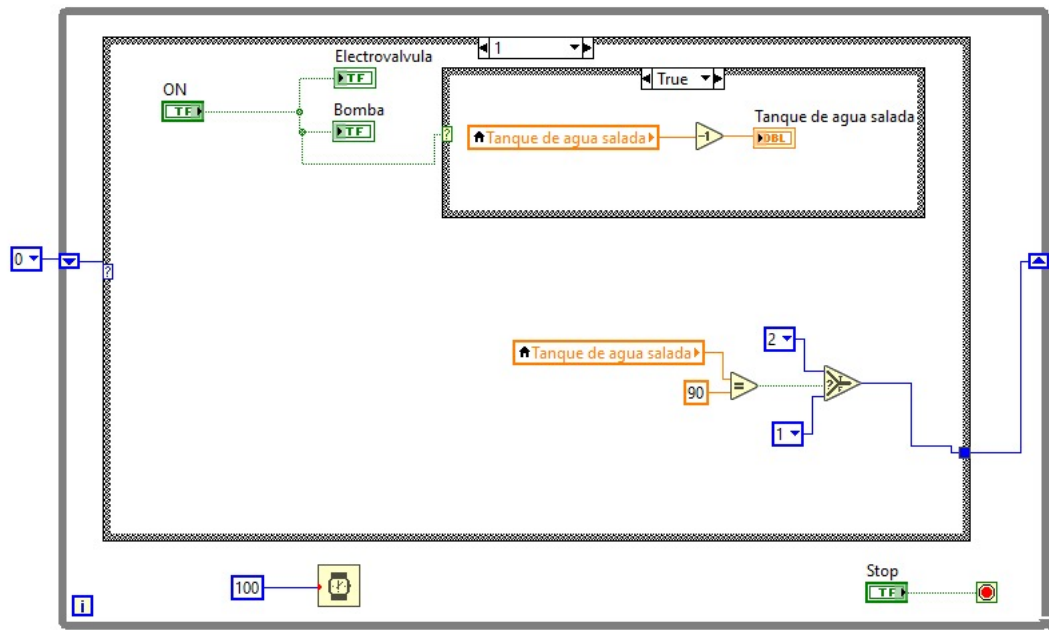
UT-BW-4040-DS 10/02/18

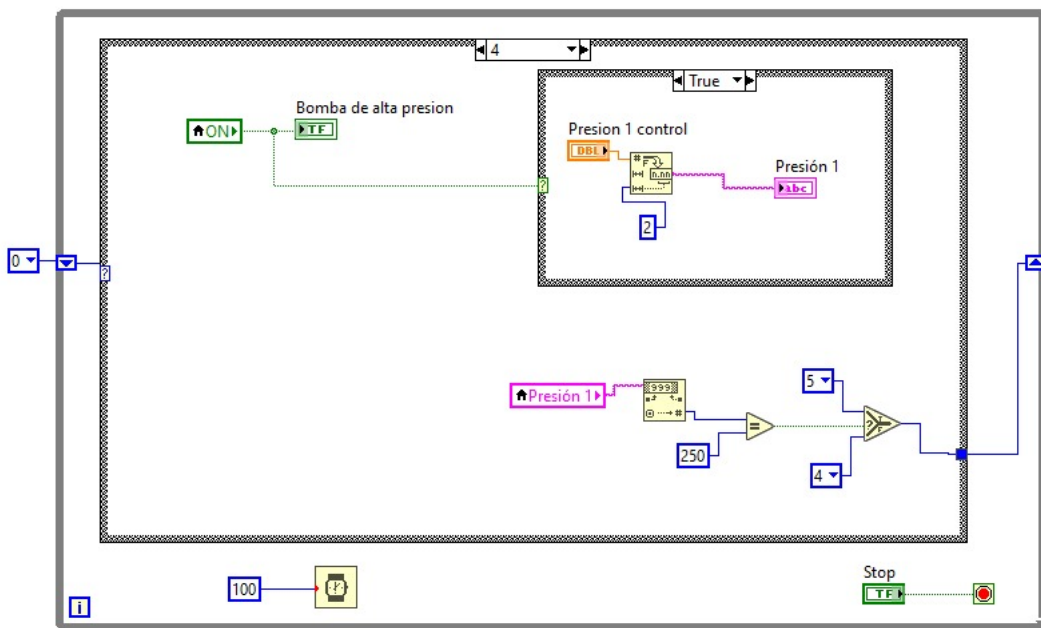
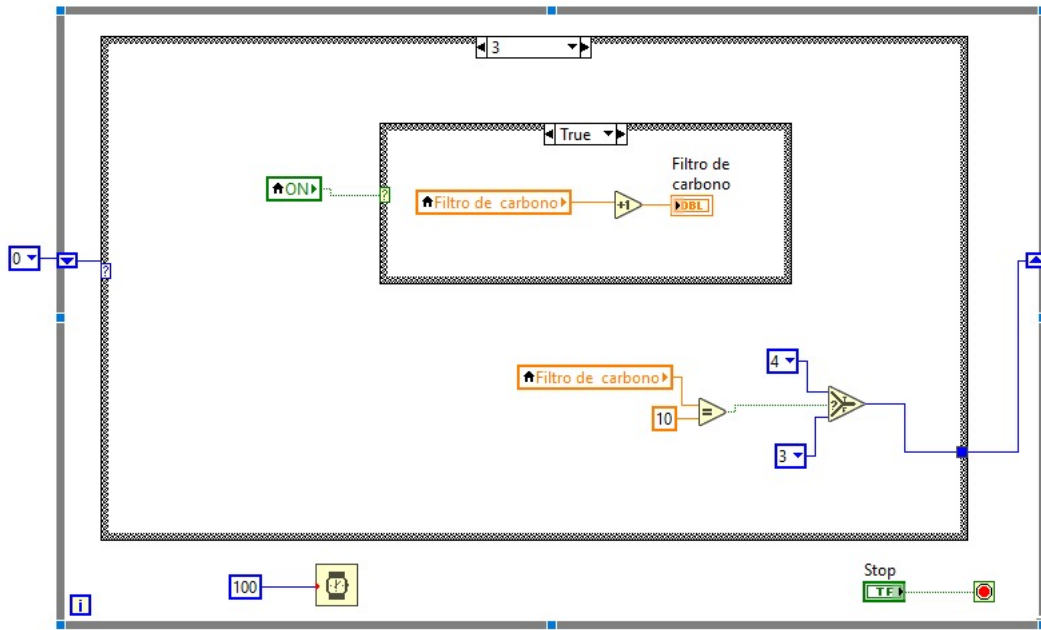
DISTRIBUTED BY:

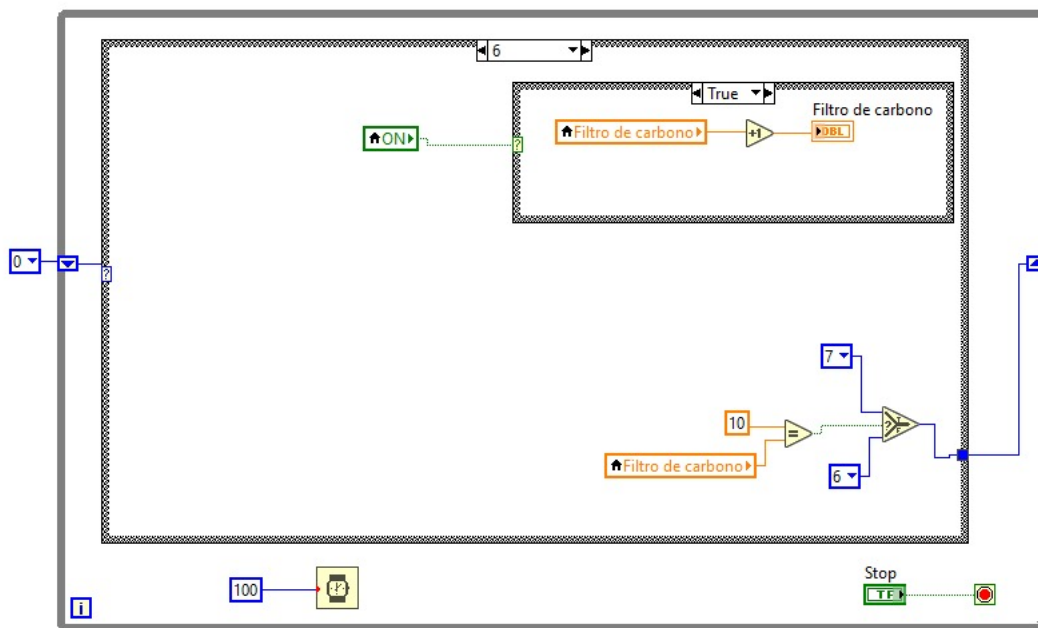
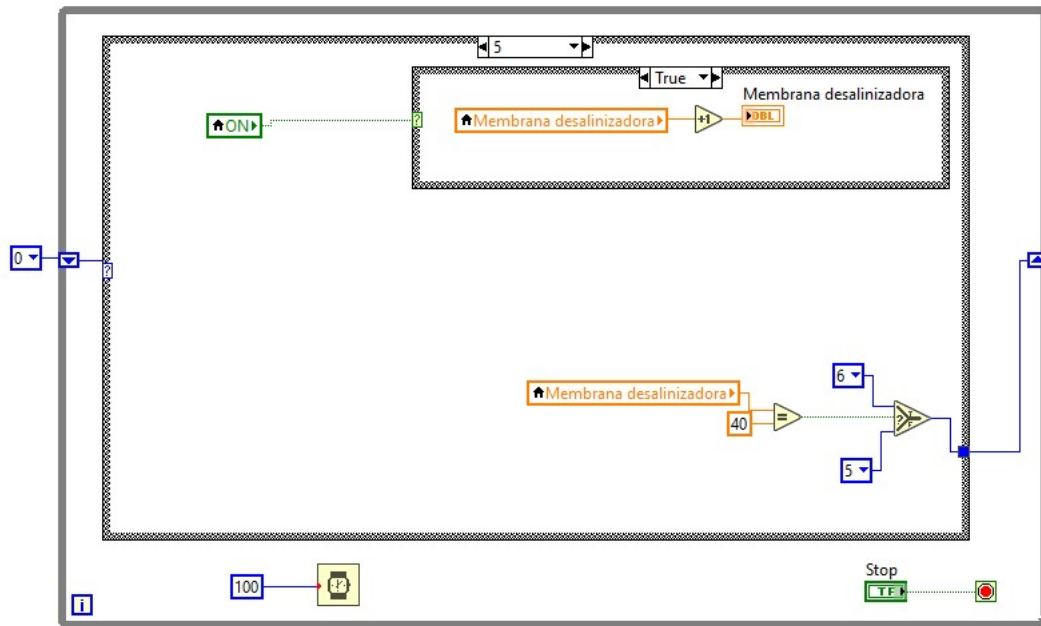


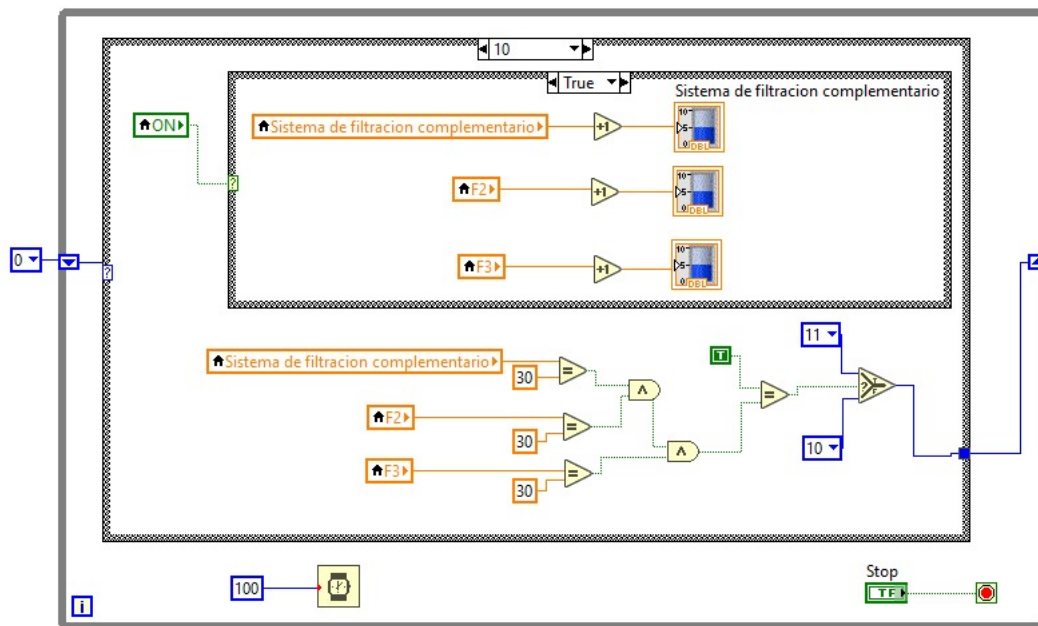
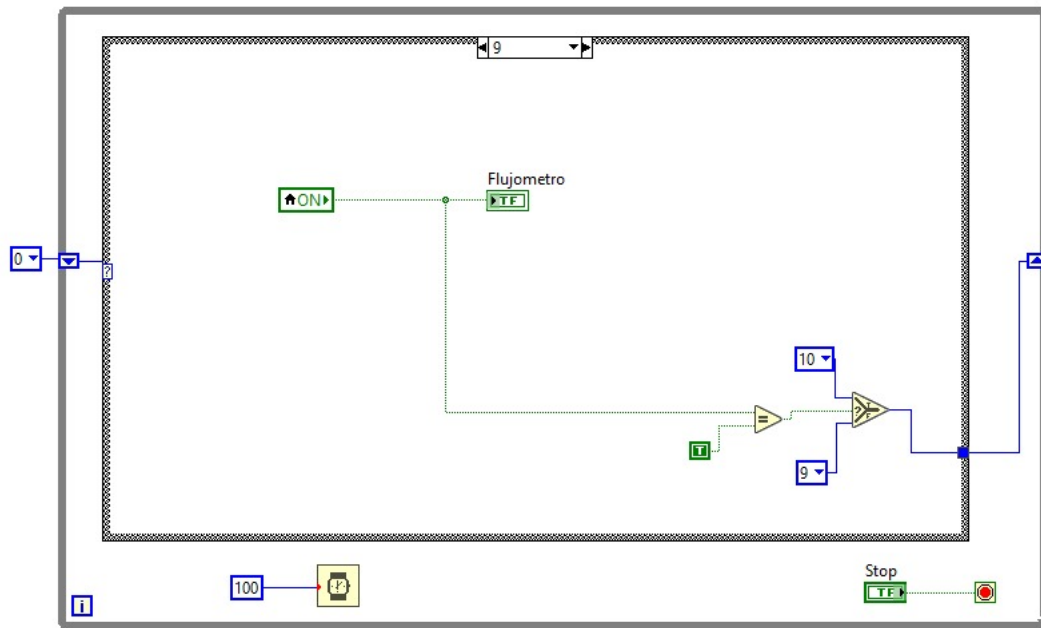
HYDRON | P.O. Box 2235 Chino Hills, CA 91709 USA • www.hydronmembranes.com

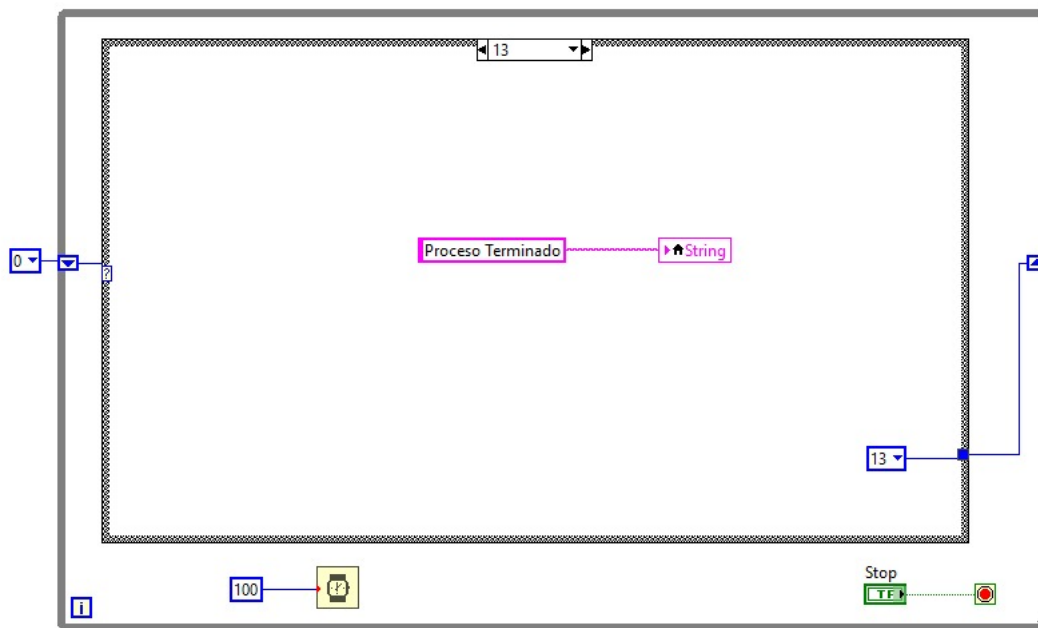
XVI-C. PROGRAMACIÓN EN CADENA BLOQUES EN SOFTWARE LABVIEW PARA LA SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO











XVI-D. PRUEBA DE ANÁLISIS DE LABORATORIO



Coop. Vida Nueva SL 19 Mz. B

Duran – Ecuador

Durán, Miércoles 10 de Agosto del 2022

Estimado/a Pedro José Loor Riascos:

Los resultados obtenidos en los análisis fueron:

No	Descripción	PARÁMETROS TDS (ppm)	pH
1	Alimentación	2200	> 8.5
2	Permeado	<100	7.8
3	Alimentación	2100	> 8.5
4	Permeado	<100	7.8

Las muestras son recolectadas por el cliente por lo que la empresa certifica que los resultados que se alcanzaron fueron los adecuados.

Se puede concluir que los resultados obtenidos son razonables y el agua tratada está lista para el consumo por parte del usuario.

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
JOHN HENRY
PACHECO
PANCHO

John Henry Pacheco Pancho.

CI: 0917584518

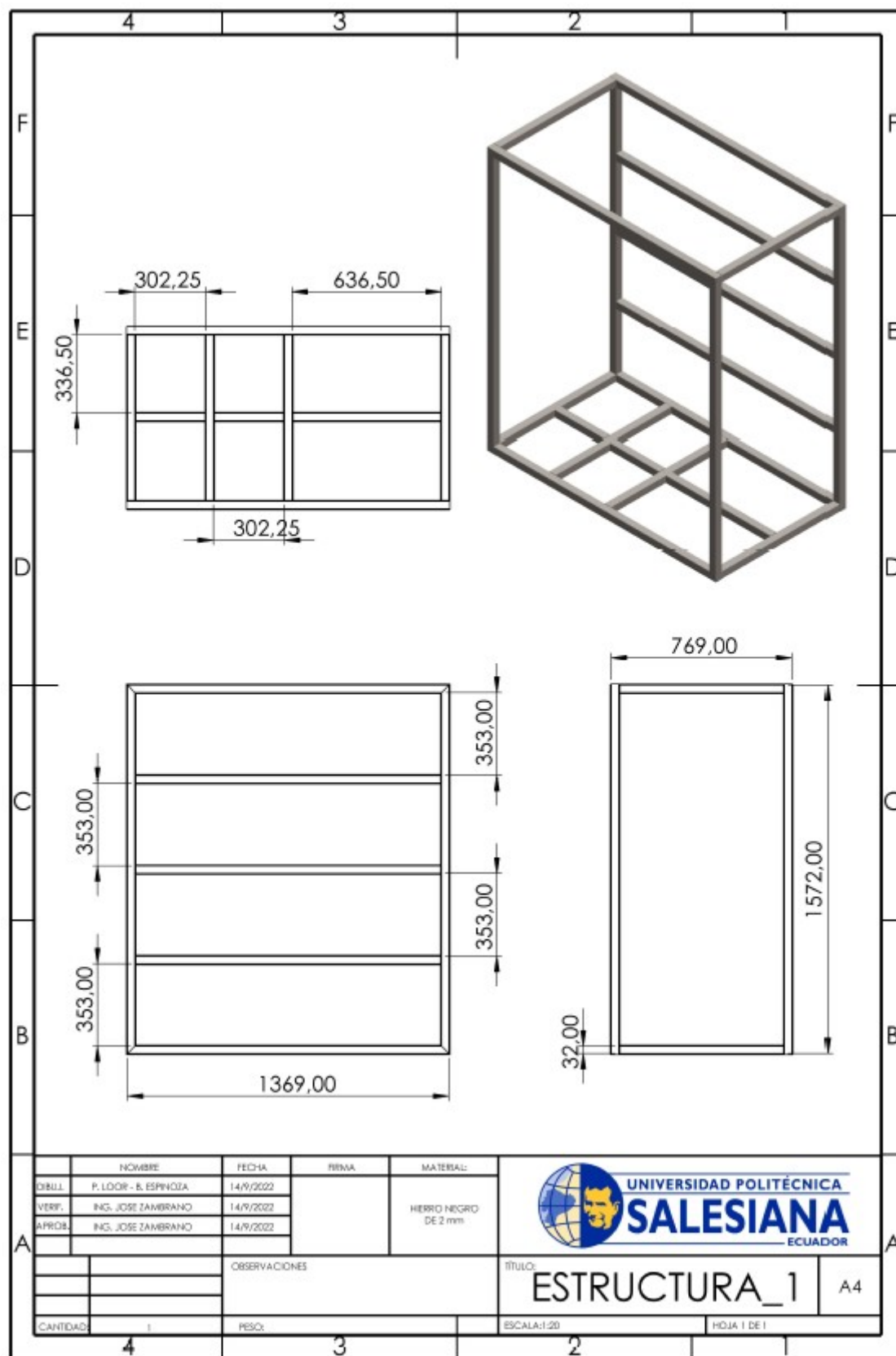
Administrador

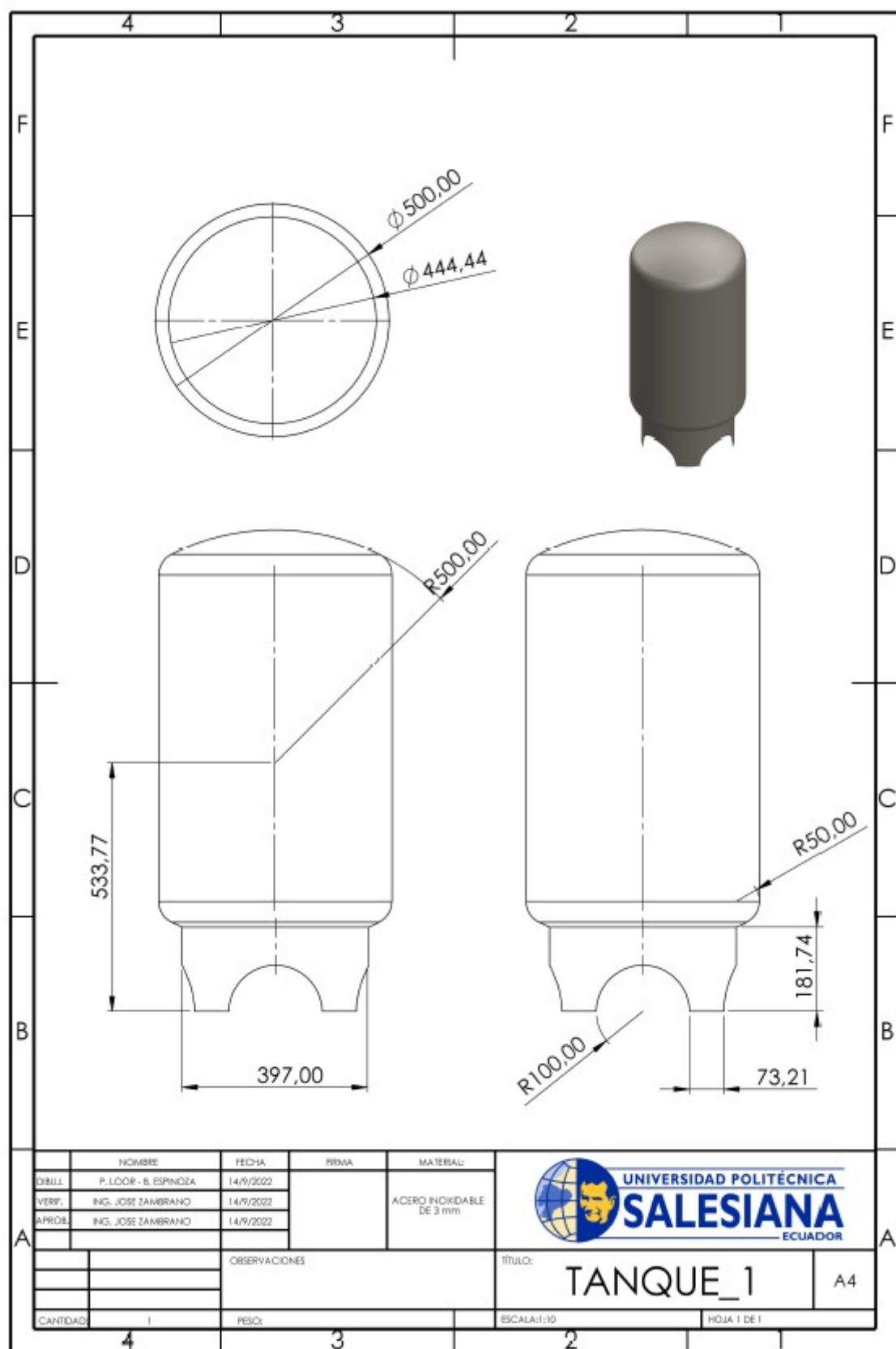
Surwata Natural Springs



Llámanos al: 0999092260 - 0967546870 - 042153914

XVI-E. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y EL TANQUE EN SOLIDWORKS





XVI-F. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DESALINIZADOR





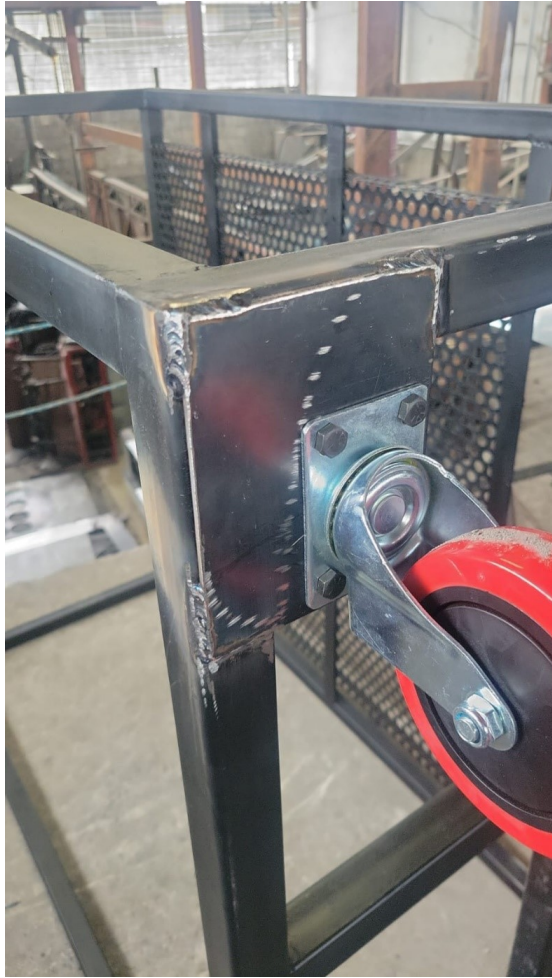






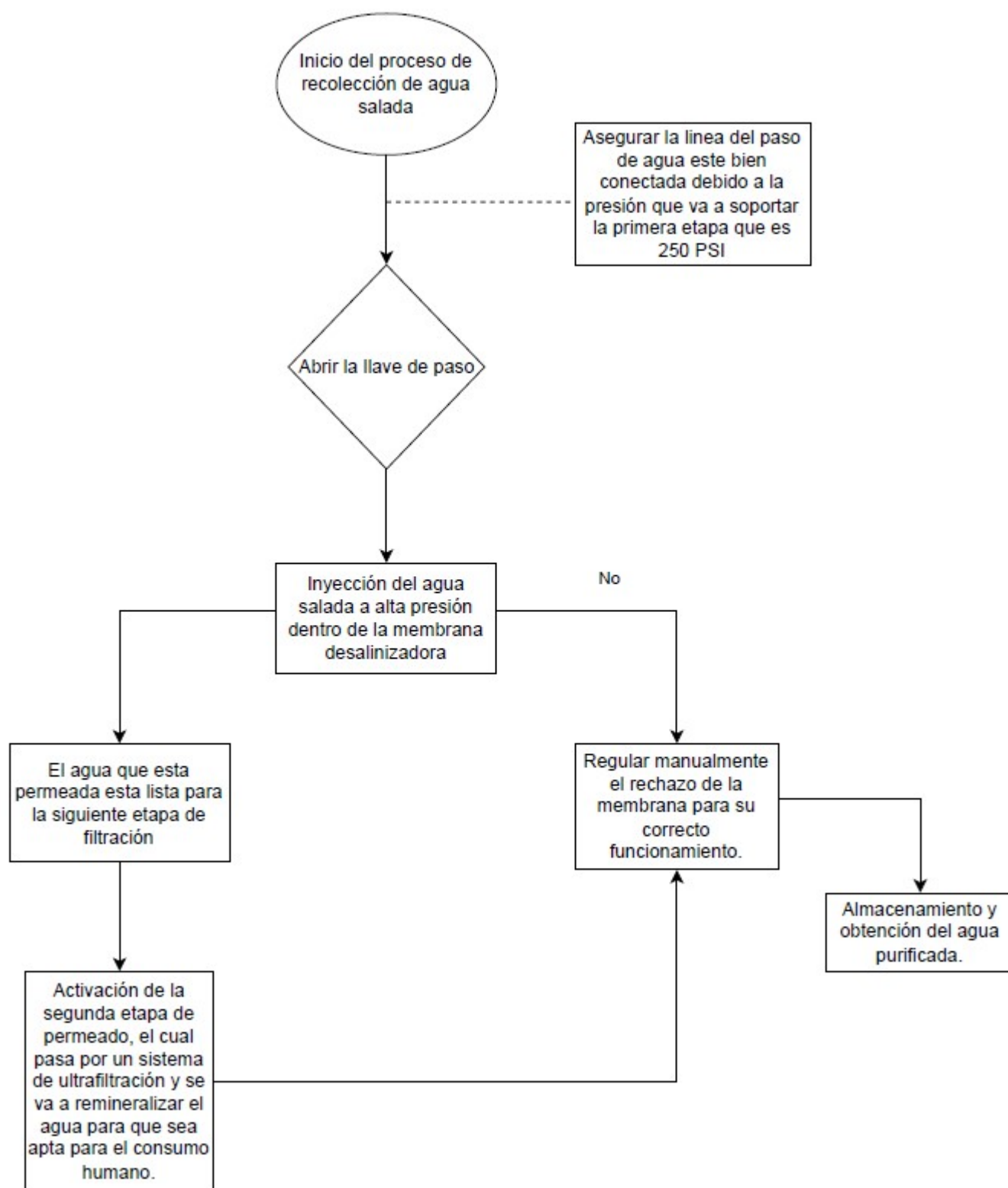


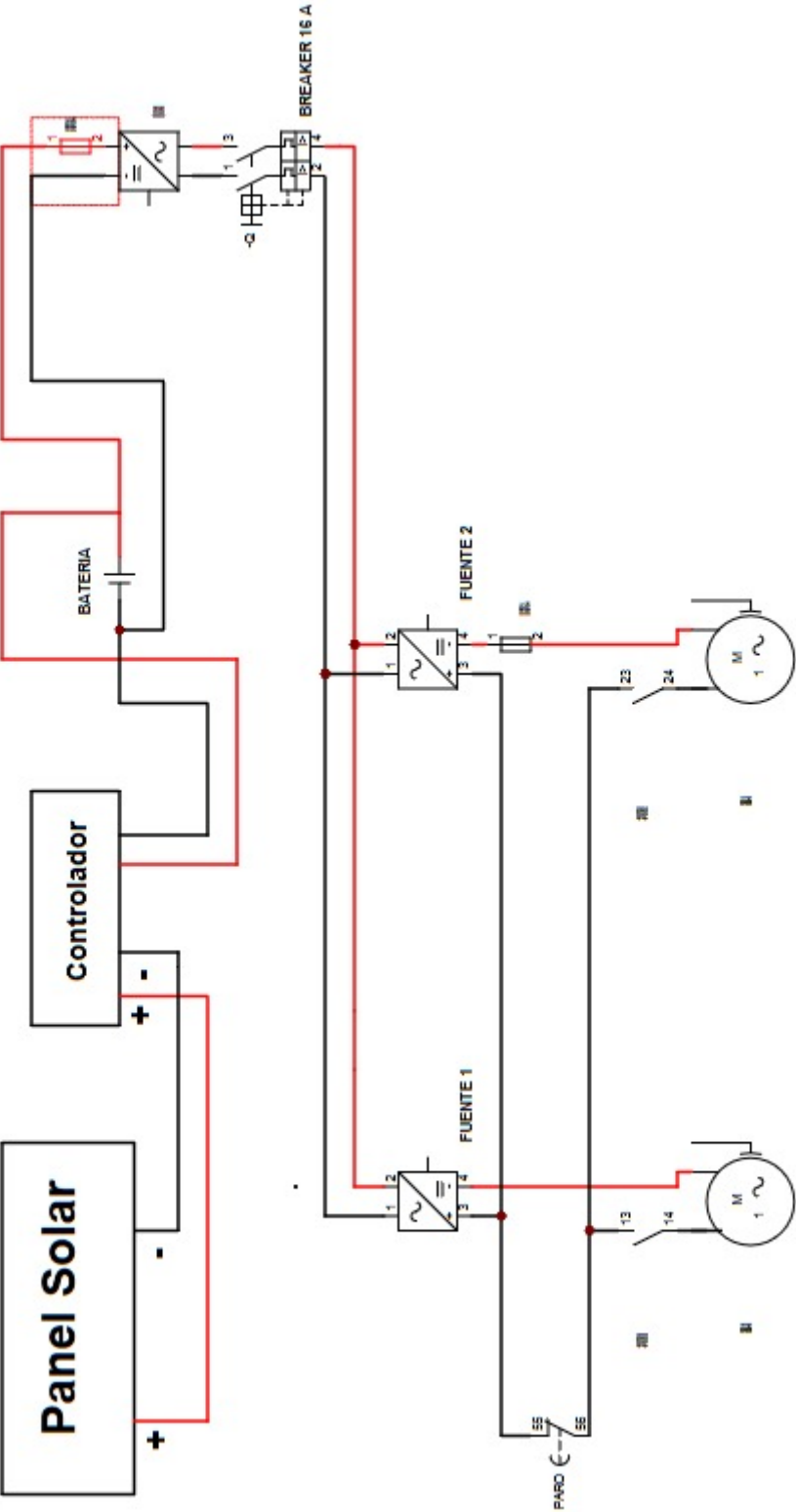




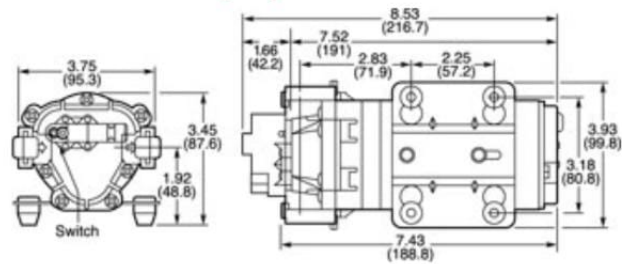


XVI-G. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO





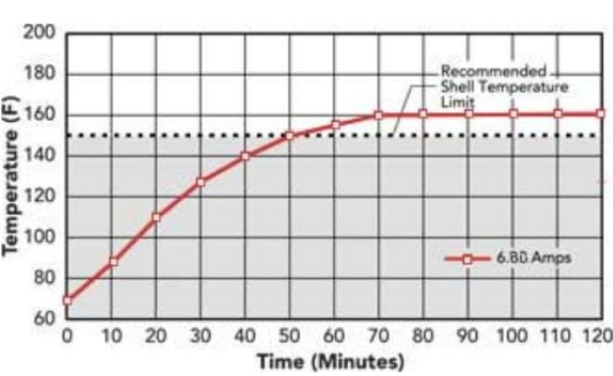
Dimensions Inches (mm)



Performance

PSI	GPM	Amps
0	1.20	2.5
20	1.14	3.5
40	1.06	4.3
60	0.97	5.2
80	0.86	6.2
100	0.80	7.1
120	0.73	7.8
140	0.65	8.6
160	0.58	9.4
180	0.54	9.5
200	0.50	10.0

Heat Rise





MODEL: HF-8367

MOTOR: 24VDC

PUMP: 80 PSI (BY PASS)

PRESSURE (PSI)	FLOW (LPM)	CURRENT (AMPS)
OPEN	1.3	0.3
10	1.25	0.34
20	1.15	0.4
30	1.1	0.46
40	1.0	0.5
50	0.92	0.54
60	0.87	0.58
70	0.8	0.64
80	0.73	0.68
90	0.57	0.73
100	0.32	0.78
110	0	0.8

IN PUT FLOW: "0" PSI

WITH TRANSFORMER

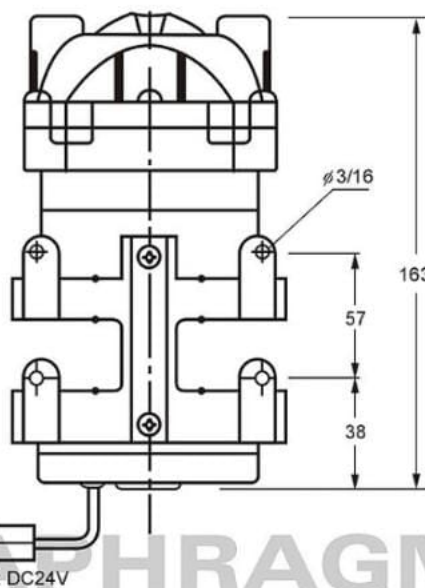
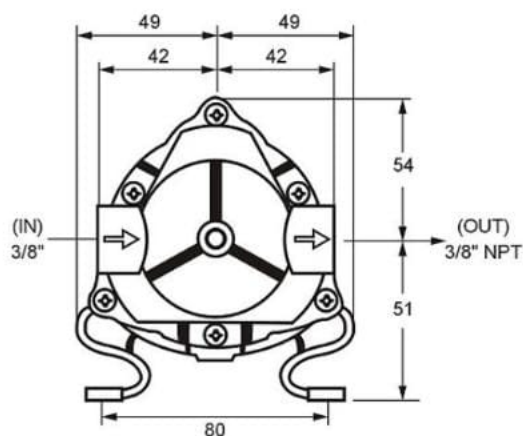
INPUT: AC110V / 60HZ

OR230V / 50HZ

OUTPUT: DC24V / 1.2A

HF-8367 PUMP SIZE

UNIT: m/m

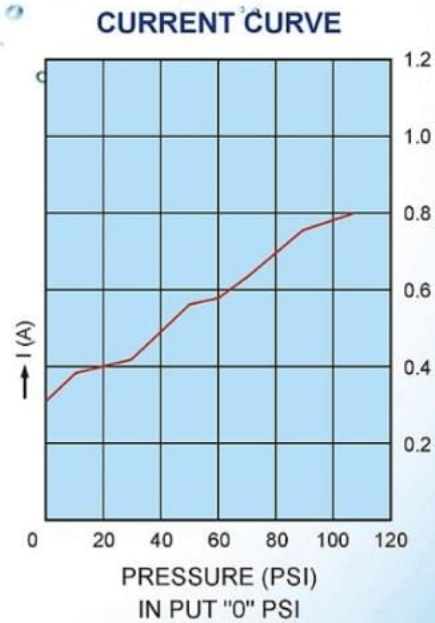
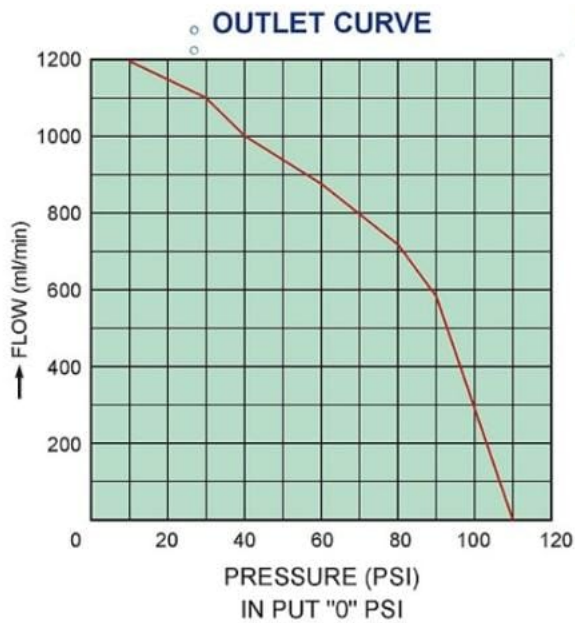


RO DIAPHRAGM
BOOSTER
PUMP

RO DIAPHRAGM BOOSTER PUMP

PUREPRO HF-8367

VOLTAGE: DC 24 V
 PRESSURE: 70~100PSI
 INLET "0": BY PASS 110 PSI
 PRIME: SELF-PRIMING UP
 TO 2~3 METER
 POWRE: 100 GPD
 PORTS: 3/8" 18NPT
 N.W.: 1.8KG



© PUREPRO USA CORP., ILLINOIS, U.S.A.

PUREPRO
DRINKING WATER SYSTEM

Pure-Pro Water Corp.

XVI-J. DATA SHEET DE LOS FILTROS

Express Water Systems Reverse Osmosis Water Filtration System Performance Data						
Model	Operating system	Operating Temperature	Pressure Drop	Recovery Rating	Efficiency Rating	Daily Production
RO5DX	50-100PSI 344-689 kPa	40-100 ° F 5-38 ° C	3 psi (0.02MPa)(0.2bar)	6.17%	17.44%	12.22 GDP
RO10DX	50-100PSI 344-689 kPa	40-100 ° F 5-38 ° C	3 psi (0.02MPa)(0.2bar)	17.10%	9.66%	21.89 GDP
Express Water – 12730 Raymer St, Unit 1, North Hollywood, CA 91605						

Express Water RO5DX and RO10DX have been tested according to NSF/ANSI 58 for reduction of the substances listed below. The concentration of the indicated substances in water entering the system was reduced to a concentration less than or equal to the permissible limit for water leaving the system, as specified in NSF/ANSI 58.

NSF/ANSI 58 Substance	Avg. Inf. mg/L	Avg. Eff. mg/L	% Reduction	Max. Eff. mg/L	Inf. Challenge Concentration mg/L	Max. Permissible Concentration mg/L
RO5DX	770	36	95.40%	47.00	750 ±40 mg/L	187
RO10DX	770	36	95.40%	47.00	750 ±40 mg/L	187

- Do not use this system with water that is microbiologically unsafe or of unknown quality without adequate disinfection before or after the system.
- Testing was performed under standard laboratory conditions, actual performance may vary.
- See owner's manual for general installation/operation/maintenance conditions and needs as well as manufacturer's limited product warranty.
- Efficiency rating means the percentage of the influent water to the system that is available to the user as reverse osmosis treated water under operating conditions that approximate typical daily usage.
- Recovery rating means the percentage of the influent water to the membrane portion of the system that is available to the user as reverse osmosis treated water when the system is operated without a storage tank or when the storage tank is bypassed.



Tested and Certified by NSF International against NSF/ANSI 58 in Model RO5DX and RO10DX for TDS Reduction.

Solar Panel: SP200-36P

- High efficiency cells ensure the high energy yields
- Easy and quick installation design with pre-drilled holes on the frame
- Qualified raw material and advanced encapsulation meets most stringent safety requirements of high voltage operation
- Production facility calibrated and staff trained by TUV

Technical Data

Solar Panel Type	SP200-36P
Nominal Peak Power (W_p)	200W_p
Power tolerance	+/-5%
Nominal Voltage (V_{mp})	18.3V
Nominal Current (I_{mp})	10.92A
Open-Circuit Voltage (V_{oc})	22.51V
Short-Circuit Current (I_{sc})	11.8A
Max System Voltage	600V
Module Efficiency	14.73%
Operating Temperature	-40°C to + 85°C
Dimension (some variation possible)	1330*992*35mm
Weight (some variation possible)	14.3kg
Connections:	Junction Box/4mm terminal Cable 4.0mm ² Length 900mm Connector MC4 type
Solar Cell	36/Poly
Front Glass	low-iron tempered glass
Encapsulation	Ethylene vinyl acetate (EVA)
Frame	anodized aluminum alloy (Silver)
Max. static load, front	5400Pa (eg. snow)
Max. static load, back	2400Pa (eg. wind)
All performance values under Standard Test Conditions STC: 1000W/m ² @ 25°C, AM1.5	

Temperature Coefficients

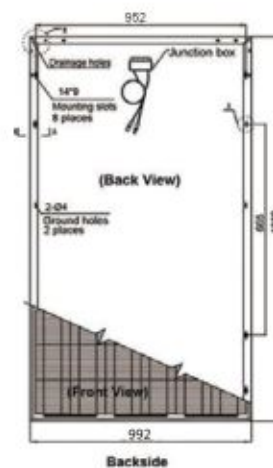
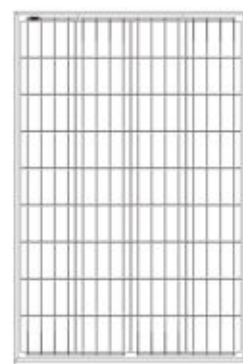
NOCT (Nominal Operating cell Temperature)	45°C +/-2°C
Voltage Temperature Coefficient (V_{oc})	-0.292%/°C
Current temperature coefficient (I_{sc})	+0.045%/°C
Power temperature coefficient (P_{mpp})	-0.41%/°C

Module Warranty:

25-year limited warranty of 80% power output; 10-year limited warranty of 90% power output; 5-year limited warranty of materials and workmanship.

Comment:

Solar Panels are manufactured by a Factory producing Panels according with IEC61215, IEC61730-1/2.



REFERENCIAS

- [1] E. Alomá y M. Malaver, «Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot.» *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 25, n.º 3, págs. 387-400, 2008, ISSN: 0212-4521. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.3703.
- [2] «An electrodialysis sea water desalination system powered by photovoltaic cells,» *Desalination*, vol. 65, págs. 161-169, 1987, Proceedings of the Third World Congress on Desalination and Water Reuse, ISSN: 0011-9164. DOI: [https://doi.org/10.1016/0011-9164\(87\)90132-9](https://doi.org/10.1016/0011-9164(87)90132-9). dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0011916487901329>.
- [3] F. Avila, L. H. Vera, M. J. Mina y R. R. Sánchez, «Sistema móvil de bombeo y desalinización de agua,» *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, vol. 2, 2015, ISSN: 2422-6424. DOI: 10.30972/eitt.202837.
- [4] D. Ávila-prats, R. Alesanco-garcía y J. Veliz-alonso, «Sistemas híbridos con base en las energías renovables para el suministro de energía a plantas desaladoras,» *Ingeniería Mecánica*, vol. 14, n.º 1, 2018.
- [5] R. Báez, José. Forero, «Energía solar fotovoltaica, una alternativa sustentable para el futuro,» *Universidad Santo Tomás Bogotá, Colombia*, 2018.
- [6] L. A. Becerra-Pérez, R. R. González-Díaz y A. C. Villegas-Gutiérrez, «La energía solarfotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México,» *RINDERESU*, vol. 5, n.º 2, 2020.
- [7] K. N. Bourgeois, J. L. Darby y G. Tchobanoglous, «Ultrafiltration of wastewater: effects of particles, mode of operation, and backwash effectiveness,» *Water Research*, vol. 35, n.º 1, págs. 77-90, 2001, ISSN: 0043-1354. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00225-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00225-6). dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135400002256>.
- [8] C. A. CHÁVEZ, *PROPUESTA DE UN MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA MICROGENERACIÓN Y AUTOABASTECIMIENTO DE CONSUMIDORES FINALES A TRAVÉS DE LA ESTIMACIÓN DE LA IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA*, 2021. dirección: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21970/1/CD%2011457.pdf>.
- [9] C. R. Colombiana, *Planta desalinizadora de agua que calma la sed de 15 mil colombianos en el departamento de la Guajira*, 2015. dirección: <https://blogs.eltiempo.com/accion-humanitaria-en-movimiento/2015/02/10/planta-desalinizadora-de-agua-que-calma-la-sed-de-15-mil-colombianos-en-el-departamento-de-la-guajira/>.
- [10] CONELEC, «Atlas solar del ecuador,» *Conelec*, 2008.
- [11] C. A. Correa Flórez, G. A. Marulanda Alberto a García y A. F. Panesso Hernández, «Impacto de la penetración de la energía solar fotovoltaica en sistemas de distribución: estudio bajo supuestos del contexto colombiano,» *Revista Tecnura*, vol. 20, n.º 50, 2016.
- [12] J. Cortés, *El Agua en el Mundo: Cooperación y Conflicto*, 2017. dirección: <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>.
- [13] C. de la Cruz Molina, «La desalinización del agua de mar mediante el empleo de energías renovables,» *Documentos de trabajo (Laboratorio de alternativas)*, N.º. 88, 2006, n.º 88, 2018.
- [14] H. Del y P. Barrezueta, «Ley orgánica de recursos hídricos, usos,» págs. 1-23, 2015.
- [15] El Comercio, *La Isla Puná inauguró una planta potabilizadora de agua por primera vez en su historia*, 2019. dirección: <https://www.elcomercio.com/actualidad/politica/politica-isla-puna-planta-potabilizadora.html>.
- [16] EnciclopediaOnline, *Electrólisis*, 2019. dirección: <https://enciclopediaonline.com/es/electrolisis/>.
- [17] C. Espejo Marín, «La energía solar fotovoltaica en España,» *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, n.º 13, 2017, ISSN: 1139-7136.
- [18] T. M. Excerpt, «System Design Membrane System Design Guidelines for Midsize FilmTec™ Elements Membrane System Design Guidelines for Midsize Table 1 : Design guidelines for FilmTec™ Elements in light industrial and small seawater applications Table 2 : Design guidelines,» vol. 1, n.º 45, págs. 2-4, 2020.
- [19] J. L. FARFÁN NEYRA y W. A. CAMPOS UGAZ, «Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea,» *UCV HACER*, vol. 8, n.º 1, 2019, ISSN: 23058552. DOI: 10.18050/revucvhacer.v8n1a6.

- [20] A. Fick, «Ueber Diffusion,» *Annalen der Physik*, vol. 170, n.º 1, págs. 59-86, 1855. DOI: <https://doi.org/10.1002/andp.18551700105>. eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/andp.18551700105>. dirección: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/andp.18551700105>.
- [21] J. Gómez-ramírez, J. D. Murcia-murcia e I. Cabeza-rojas, «La Energía Solar Fotovoltaica En Antecedentes Y Perspectivas,» *instname:Universidad Santo Tomás*, 2018.
- [22] M. C. Grueso-Dominguez, C. C. Castro-Jiménez, M. A. Correa-Ochoa y J. C. Saldarriaga-Molina, «Estado del arte: desalinización mediante tecnologías de membrana como alternativa frente al problema de escasez de agua dulce,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 18, n.º 35, 2019, ISSN: 1692-3324. DOI: 10.22395/rium.v18n35a5.
- [23] Iberdrola, *Radiación Solar*, 2022. dirección: <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/radiacion-solar>.
- [24] Idae, «Energía Solar Fotovoltaica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red,» *Idae*, 2019.
- [25] J. C. V. de Kuiper, «DESALINIZACIÓN DE AGUA MARINA MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA,» en *PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y DE LAS BATERÍAS*, 2019. DOI: 10.2307/j.ctvkjb50j.16.
- [26] J. C. V. de Kuiper, *PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y DE LAS BATERÍAS*. 2019. DOI: 10.2307/j.ctvkjb50j.
- [27] J. Lechuga, M. Rodríguez y J. Lloveras, «Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica,» *Ingeniería*, vol. 11, n.º 3, 2017.
- [28] C. Leskow, «Tesis Doctoral Fenomenología del quark top en la búsqueda de nueva física Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,» 2015.
- [29] M. Lozano, *COLECTORES SOLARES TÉRMICOS*. abr. de 2019.
- [30] A. C. Mateus Valencia, «Crisis energética en Colombia,» *Tecnología Investigación y Academia*, vol. 4, n.º 2, págs. 74-81, 2016, ISSN: 2344-8288.
- [31] S. D. Mercè Raventós, *Tecnología de Membranas*, 2016. dirección: <https://med.se-todo.com/biolog/19501/index.html>.
- [32] F. Monera, «Breve Historia De La Energía Solar Fotovoltaica,» *ELECSOLSOLAR. Madrid.*, 2019.
- [33] Á. F. Morote Seguido, «La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura,» *Investigaciones Geográficas*, n.º 70, 2018, ISSN: 0213-4691. DOI: 10.14198/ingeo2018.70.03.
- [34] P. Mosquera, *En el mundo ya hay medio teravatio de energía solar fotovoltaica instalada*. 2019.
- [35] A. Nathalia y G. Roa, «No Title,» 2019.
- [36] T. Núñez Zúñiga y V. M. Cruz Ornetta, «Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica - aplicación en el Perú,» *Paideia*, vol. 3, n.º 4, 2017. DOI: 10.31381/paideia.v3i4.935.
- [37] J. A. Ojeda Sánchez, E. E. Vázquez Fernández, R. A. Félix Cuadras, A. Regalado Escobedo y A. Rincón Pulido, «Diseño e implementación de un sistema de bombeo para extracción de sal basado en energía fotovoltaica,» *Revista de Ciencias Tecnológicas*, vol. 4, n.º 1, 2021. DOI: 10.37636/recit.v4i1934.
- [38] C. F. OLMOS GARCIA, *APLICACIÓN DE LA ÓSMOSIS INVERSA Y LA NANOFILTRACION EN EL ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS PARA CALDERAS*. 2002, ISBN: 9788469077962. dirección: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/11146/UOV0013TCFGO.pdf>.
- [39] D. Ondarse, *Concepto del pH*, 2020. dirección: <https://concepto.de/ph/>.
- [40] C. Ospina y Á. Pinilla, «Desarrollo de una bomba recíproca de doble efecto para desalinización de agua por medio de ósmosis inversa,» *Revista de Ingeniería*, n.º 27, 2018, ISSN: 0121-4993. DOI: 10.16924/revinge.27.5.
- [41] O. S. Pereira y R. Ruther, «Energía solar fotovoltaica,» *Revista Brasileira de Energia*, vol. 27, n.º 3, 2021. DOI: 10.47168/rbe.v27i3.642.
- [42] J. L. Pérez, Y. González, G. Año et al., «Mediante El Uso De Diferentes Detergentes,» *VacciMonitor*, n.º 19805, págs. 1-7, 2006.
- [43] L. Pérez-Torres, M. d. L. Ballesteros-Almanza y G. Carbajal-De la Torre, «Obtención de membrana de grafeno a partir de *Shewanella oneidensis*,» *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 9, n.º Especial2, 2021. DOI: 10.29057/icbi.v9iespecial2.7995.

- [44] M. R. Qtaishat y F. Banat, «Desalination by solar powered membrane distillation systems,» *Desalination*, vol. 308, págs. 186-197, 2013, New Directions in Desalination, ISSN: 0011-9164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.01.021>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916412000690>.
- [45] M. Á. M. Redondo, *Prontuario de diseño hidráulico para riego por goteo*, 2019. dirección: <https://www.universidadderiego.com/prontuario-de-diseno-hidraulico-para-riego-por-goteo-parte-i-autor-miguel-a-monge-redondo/>.
- [46] A. Saavedra y J. Romero, «Síntesis y caracterización de membranas de ultrafiltración (documento 4),» pág. 9, 2003.
- [47] H. Salinas-Freire, O. Pérez-Ones y S. Rodríguez-Muñoz, «Estado del arte. Métodos de desalinización de agua,» *Revista Ingeniería UC*, vol. 28, n.º 2, 2021, ISSN: 1316-6832. DOI: 10.54139/revinguc.v28i2.21.
- [48] M. R. dos Santos, J. L. R. de Brito y F. Y. Shibao, «Economía circular e a energia solar fotovoltaica,» *COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional*, vol. 19, n.º 1, 2021, ISSN: 1678-9059. DOI: 10.26767/2378.
- [49] G. Soto Alvarez y M. Soto Benavides, *Desalación de agua de mar mediante sistema Osmosis Inversa y Energía Fotovoltaica para provisión de agua potable en Isla Damas, Región de Coquimbo*. 2013, vol. 1, pág. 71, ISBN: 978-92-9089-192-5. dirección: <http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/archive/files/e733e28fc539e3c010d06c64bf298dce.pdf>.
- [50] Tedagua, *Planta Desalinizadora*, 2020. dirección: <https://www.tedagua.com/es/project/planta-desaladora-para-la-mina-spence#:~:text=Caracter%7B%5C'%7Bi%7D%7Dsticas%20del%20Proyecto&text=El%20proyecto%20consiste%20en%20la,producci%7B%5C'%7Bo%7D%7Dn%20de%2086.400%20m%C2%B3%20diarios..>
- [51] M. Teresa y C. Melero, «Prefatibilidad técnica y económica de una planta desaladora de agua marina para la minería alimentada con energía generada por una planta de concentración solar,» págs. 1-137, 2011.
- [52] J. Valdez, D. Pandolfi y A. Villagra, «Red de sensores inteligentes para adquisición de datos de una planta de desalinización de agua,» *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, vol. 10, n.º 2, 2018, ISSN: 1852-4516. DOI: 10.22305/ict-unpa.v10i2.272.
- [53] Á. Velasco Muñoz y Ó. S. Calvache, «Evolución De La Generación De Energía Solar Fotovoltaica En Colombia,» *Repositorio Institucional USC*, 2019.
- [54] E. Zarza Moya, «Desalinización de agua del mar mediante energías renovables,» *In Actas del I y II seminario del agua*, págs. 199-225, 1997. dirección: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=566687>.

INFORME SOBRE REPORTE DEL PROGRAMA ANTIPLAGIO TURNITIN

PROYECTO DE TESIS: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA

AUTORES: BORIS RONALDO ESPINOZA VERA

PEDRO JOSÉ LOOR RIASCOS

TUTOR DE TESIS: ING. ALEXANDER ZAMBRANO G. Msc

FECHA: 16/09/2022

El presente informe tiene como finalidad la justificación de resultados obtenidos al ejecutar el programa anti plagio TURNITIN sobre el proyecto de tesis mencionado.

Para la configuración del programa se eligió excluir similitudes en BIBLIOGRAFIA, CITACIONES y PEQUEÑAS COINCIDENCIAS MENORES DE 15 PALABRAS.

Dada esta configuración se obtuvo una **SIMULITUD TOTAL DE 8%**.

Algunas coincidencias se atribuyen a palabras y oraciones de tesis de la UPS con formatos anteriores. Otras a palabras repetidas en trabajos relacionados con la tentativa y de metodologías de educación.

Esto con respecto al informe sobre reporte del programa anti plagio TURNITIN

Elaborado por:



Ing. Alexander Zambrano G. Msc

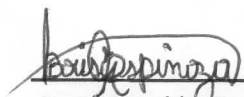
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION

Nosotros, **Boris Ronaldo Espinoza Vera** con documento de identificación N.º **1311829921** y **Pedro José Loor Riascos** con documento de identificación N.º **0922919261**, manifestamos que:

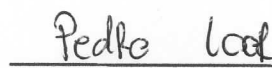
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,


Boris Ronaldo Espinoza Vera

CI: 1311829921


Pedro José Loor Riascos

CI: 0922919261

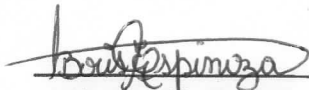
**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Nosotros, **Boris Ronaldo Espinoza Vera** con documento de identificación N.º **1311829921** y **Pedro José Loor Riascos** con documento de identificación N.º **0922919261**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del dispositivo Tecnológico: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,



Boris Ronaldo Espinoza Vera

CI: 1311829921



Pedro José Loor Riascos

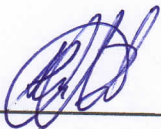
CI: 0922919261

CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, José Alexander Zambrano García, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**, realizado por Boris Ronaldo Espinoza Vera con documento de identificación N.º **1311829921** y por Pedro José Loor Riascos de identificación N.º **0922919261**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Dispositivo Tecnológico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Atentamente,



José Alexander Zambrano García

Ci: 0703175521