



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR EN
MONTAÑITA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Ing. Diego Fernando Albuja Sanchez

Autor

Diego Sebastián Cóndor Vaca

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

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

Diego Fernando Albuja Sánchez
Ingeniero Mecánico
CI: 1710978055

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Diego Sebastián Cóndor Vaca

CI: 1714018247

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres ya que en base a su gran esfuerzo, sacrificio y trabajo me ha sido permitido cursar la carrera de Ing. Producción Industrial. Nada de esto hubiera sido posible sin el vital apoyo de mis padres. Además quiero agradecer a todos y cada uno de mis profesores de la carrera, pero sobre todo al Ing. Diego Albuja ya que gracias a su constante apoyo y presión he podido lograr todas las metas planteadas para esta etapa estudiantil de mi vida. Por ultimo quiero agradecer a la Universidad de las Américas por haber hecho posible un sueño mío y de mis padres.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi Padre, ya que gracias a su eterna colaboración y enseñanza he podido realizar este trabajo de titulación.

RESUMEN

El siguiente proyecto de Tesis trata del Diseño de una planta Desalinizadora de Agua de Mar en Montañita y este fue planteado para su desarrollo debido a que la comunidad de Montañita es una de las muchas que no cuenta con alcantarillado ni agua potable y esto genera a su vez un alto índice de enfermedades por falta de agua en la población. La planta de desalinización de agua de mar que se ha diseñado en el transcurso del proyecto ayudará a brindar agua potable a la comunidad y reducir el índice de enfermedades en la misma. Debido a que Montañita es una población costera y basa su economía en el turismo, se podrá brindar un mayor nivel de satisfacción a los turistas que la visiten.

La Organización Mundial de la Salud brinda guías y pautas que se deben seguir en cuanto a la calidad del agua que se puede brindar a los seres humanos para que estos no se vean afectados al consumirla. Gracias a estas pautas se pudo encontrar los equipos adecuados que permitirán la producción de agua desalinizada en la planta con la calidad establecida.

Montañita al ser una comunidad que ha basado el ingreso de sus habitantes en el turismo, ya que personas de dentro y fuera del país disfrutan de todos los atractivos turísticos que ofrecen sus bellas playas.

El diseño de planta se realizó en base a la demanda de agua que se tiene en Montañita y en base a la demanda que se tiene en temporadas de alto turismo para de esta manera realizar la selección y cantidad de equipos necesarios para cubrir la demanda requerida.

El análisis económico de la tesis da como resultado un proyecto rentable, al haber analizado cada aspecto dentro del diseño de Planta, desde la adquisición de los terrenos, maquinaria, materia prima, inversiones requeridas y gastos de operación.

ABSTRACT

The following thesis project is the design of a Seawater Desalination plant in Montañita and this was raised for its development because the community of Montañita is one of many that has no sewage system or potable water and this leads to a high rate of disease due to lack of water in the population. The Seawater Desalination Plant that is designed in the course of the project will help provide drinking water to the community and reduce the rate of disease in it. Montañita is a coastal town and bases its economy on tourism, it may be given a higher level of satisfaction to tourists who visit the village.

The World Health Organization provides guidelines that must be followed regarding water quality that can be provided to humans so that they are not affected by consuming it. Thanks to these guidelines the right equipment that will allow the production of desalinated water in the plant with established quality was selected.

Montañita is a community that has based the income of its inhabitants in tourism, people inside and outside the country enjoy all the attractions offered by its beautiful beaches.

The plant design was made based on the demand for water in Montanita and based on the demand that has in seasons of high tourism .This way to make the selection and quantity of equipment needed to meet the required demand.

The economic analysis of the thesis results in a profitable project, having analyzed every aspect in the design of plant, since the acquisition of land, machinery, raw materials, required investments and operating expenses.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I. TÉCNICAS DE DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR	3
1.1 Enumeración y descripción de cada una de las tecnologías.....	4
1.1.1 Tecnología de desalinización	5
1.1.2 Sistemas Térmicos.....	6
1.1.3 Destilación por Compresión Mecánica de Vapor (CMV).....	6
1.1.4 Destilación Flash Multietapa.....	7
1.1.5 Destilación Multiefecto (MED)	8
1.1.6 Sistemas desalinizadores en base a membranas.....	9
1.2. Requerimientos energéticos de cada tecnología	12
1.3. Ventajas y desventajas de cada tecnología.....	13
2. CAPÍTULO II. DIRECTRICES DE LA OMS ACERCA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	16
2.1 Aspectos microbianos.....	19
2.2 Aspectos Químicos.....	19
2.3 Aceptabilidad del agua	20
2.4 Normas ecuatoriana de Calidad del agua	22
2.4.1 Características del agua.....	22
2.4.2 Cumplimiento de los parámetros	24
3. CAPÍTULO III. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO	25
3.1. Recolección de datos disponibles en instituciones oficiales ..	28
3.1.1 Análisis de la Demanda.....	30
3.2. Visita de campo.....	32
3.2.1. Diseño de la estrategia metodológica.....	32
3.2.1.1 Introducción	33
3.2.1.2 Variables	33

3.2.1.3 Muestra	33
3.2.1.4 Instrumentos de Medición y Técnicas	34
3.2.1.5 Procedimientos	34
3.2.1.6 Hipótesis de Trabajo	35
3.2.2. Recogida de datos	35
3.2.3. Análisis e interpretación de los datos	35
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN	40
4.1 Selección de parámetros de Análisis.....	40
4.2 Matriz de Selección de tecnología	40
4.3 Ventajas y Desventajas específicas	41
5. CAPITULO V. DISEÑO DE LA PLANTA	43
5.1 Cadena de Abastecimiento.....	43
5.1.1 Proveedores.....	44
5.2 Organigrama del personal operativo y administrativo.....	45
5.3 Descripción de los procesos de desalinización	46
5.3.1 Electrodialisis	46
5.4 Descripción del proceso mismo de ósmosis inversa.....	52
5.4.1 Subprocesos	55
5.4.2 Captación de agua	57
5.4.3 Pre tratamiento.....	61
5.4.4 Bombeo de captación de agua de mar	62
5.5 Tuberías preferidas para manejo de agua salada	67
5.6 Equipos para Osmosis Inversa.....	69
5.7 Tanques de almacenamiento	71
5.8 Distribución	73
5.9 Tabla de dimensiones y cantidades de los equipos principales	75
5.10 Ubicación de la planta	76
5.11 Planos preliminares.....	77

6. CAPITULO VI. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD Y MANTENIMIENTO.....	78
6.1 Plan de Seguridad y Salud	78
6.1.1 Introducción	78
6.2 Objetivo	79
6.2.1 Objetivos específicos	79
6.3 Alcance	79
6.4 Referencias y marco legal.....	79
6.5 Responsabilidades	80
6.6 Definiciones.....	80
6.7 Plan de Seguridad Mantenimiento.....	82
7. CAPÍTULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO	83
7.1 Inversiones	83
7.2 Resumen de Costos y Gastos	83
7.3 Capital de Trabajo	85
7.4 Estudio de Pérdidas y Ganancias	85
7.5 Punto de equilibrio	86
7.6 Factibilidad	87
8. CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
8.1 Conclusiones	88
8.2 Recomendaciones.....	88
REFERENCIAS	89
ANEXOS.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Compresión Mecánica de Vapor.	6
Figura 2. Destilación Flash Multietapa.....	8
Figura 3. Destilación Multiefecto.	9
Figura 4. Osmosis inversa.....	11
Figura 5. Electrodialisis.	12
Figura 6. Utilización de las tecnologías de desalinización.	14
Figura 7. Precio comparativo de las dos tecnologías de mayor utilización actual.	15
Figura 8. Comparación del número de patentes registradas anualmente por cada tecnología.	15
Figura 9. Playa de Montañita	27
Figura 10. Surf'	28
Figura 11. Ubicación geográfica.....	28
Figura 12. Cantidad de personas y turistas para cálculo de la demanda anual.....	32
Figura 13. Relación mujeres/hombres.....	36
Figura 14. Composición de la población.....	36
Figura 15. Personas dedicadas al turismo	36
Figura 16. Viviendas aptas para actividades turísticas	37
Figura 17. Hoteles Montañita	37
Figura 18. Cadena de abastecimiento.....	43
Figura 19. Organigrama del personal operativo y administrativo	45
Figura 20. Diagrama Electrodialisis	47
Figura 21. Principios del proceso de ósmosis natural y ósmosis inversa.....	50
Figura 22. Descripción Osmosis Inversa	50
Figura 23. Diagrama simplificado de funcionamiento de una planta de Ósmosis Inversa.....	54
Figura 24. Cámara de captación	60
Figura 25. Canal de toma.....	61
Figura 26. Bomba horizontal de cámara de partida y multifásica	63

Figura 27. Bomba vertical de flujo mixto.....	64
Figura 28. Especificaciones técnicas BOMBA WILO.....	66
Figura 29. Tipos de Tuberías	69
Figura 30. Equipo de Osmosis Inversa.....	71
Figura 31. Especificaciones Técnicas Equipo de Osmosis Inversa	71
Figura 32. Tanques de almacenamiento de agua	73
Figura 33. Ubicación sugerida de la planta	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales Sólidos dentro del agua de Mar; Autor: Sebastián Cóndor...	4
Tabla 2. Métodos de desalinización; Autor: Sebastián Cóndor.....	4
Tabla 3. Tipos de purezas de agua; Autor: Sebastián Cóndor	5
Tabla 4. Consumos de energía de las diferentes técnicas de desalinización ...	12
Tabla 5. Ventajas y desventajas de cada proceso	13
Tabla 6. Características del agua.....	22
Tabla 7. Información oficial disponible para el Balneario Montañita	29
Tabla 8. Rango de edad población Montañita	30
Tabla 9. Rango de edades	30
Tabla 10. Total de personas anual en Montañita.....	31
Tabla 11. Matriz de Selección tecnología.....	40
Tabla 12. Proveedores de suministros de producción	44
Tabla 13. Descripción de los procesos de desalinización.....	45
Tabla 14. Características de los procedimientos de Captación.	57
Tabla 15. Capacidad Tanques de Almacenamiento	72
Tabla 16. Cálculo de dimensionamiento equipos.	75
Tabla 17. Inversiones.....	83
Tabla 18. Resumen de Costos y Gastos Anuales	84
Tabla 19. Capital de trabajo	85
Tabla 20. Costo Unitario	85
Tabla 21. Estado de Pérdidas y Ganancias	86
Tabla 22. Punto de equilibrio.....	87
Tabla 23. Factibilidad.....	87

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La falta de fuentes de agua potable para el uso de la comunidad de Montañita, en cantidades y con la calidad requeridas y confiables, pone en riesgo la salud, la economía de la población y su buena alimentación; por esta razón, se requiere una fuente de abastecimiento basado en una tecnología apropiada y adecuada que permita utilizar como materia prima el agua de mar, tan abundante. Es decir, una tecnología para desalinizar el agua de mar de esta población costera, para de esta manera mejorar su calidad de vida.

A pesar de los ofrecimientos realizados por gobiernos seccionales y el gobierno central, la población todavía no cuenta con un sistema de agua potable ni con un sistema de alcantarillado, viéndose obligados a subsistir mediante agua de tanqueros.

Las tecnologías de desalinización se han utilizado en varias partes del mundo con difícil acceso para conseguir agua potable, con grandes resultados y cada vez más eficientes. Por esta razón se pretende diseñar una planta de desalinización de agua de mar para ayudar a la población costera hasta que esta pueda contar con un sistema de agua potable.

Alcance

La investigación se llevará a cabo en los siguientes tópicos:

1. Se establecerá la situación de la población de Montañita, en lo referente a la dotación y disponibilidad de agua apta para consumo humano, y se determinarán los efectos de su carencia en la salud y economía general de sus pobladores.
2. Se considerarán las definiciones y recomendaciones emitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con respecto a la calidad del

agua que puede considerarse como apta para el consumo humano, que se refleja en aspectos de salud, salubridad, falta de impulso a la economía de sus pobladores, debido precisamente a la carencia de un suministro real, efectivo, sostenido y de calidad.

3. Como punto central, se realizará un análisis comparativo técnico-económico de las diferentes tecnologías para la potabilización de agua de mar. Esta investigación también considerará los resultados de la investigación en el segundo eje a ser descrito líneas abajo, pues en la matriz de selección se deberá considerar como un parámetro importante la disponibilidad energética de la población objeto de estudio.
4. Se establecerá una tecnología aplicable a las reales condiciones socio-económico-geográficas de la población objeto de estudio.
5. Se diseñará una planta adecuada a una necesidad obtenida de los puntos anteriores.
6. Se realizará un estudio económico del proyecto para analizar la factibilidad del suministro de agua mediante una planta desalinizadora en Montañita

Justificación

El proyecto se realizará debido a la falta de agua potable dentro de la comunidad de Montañita, para mejorar el estilo de vida de la población, reducir el índice de enfermedades de esta y ayudar a la misma a mejorar su nivel socio-económico.

Además de poder poner en práctica los conocimientos adquiridos dentro de la carrera, mediante el proyecto de tesis a continuación planteado se podrá establecer una manera eficiente de ayudar a una población ecuatoriana que tiene dificultades para tener una vida sana y económicamente viable y realizar un estudio económico de la factibilidad del proyecto.

Objetivos

Objetivo General:

- Realizar el diseño de una planta de desalinización de agua de mar localizándola en la población Costera de Montañita.

Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis de la demanda de acuerdo a la población de Montañita, el consumo de agua por persona. Incluir los picos de demanda que se tienen de acuerdo a la estacionalidad en donde se tendría más consumo de agua debido a los picos de demanda turísticos del lugar.
- Realizar un diagrama de la Cadena de Abastecimiento del proceso y contemplar los posibles proveedores de Insumos de producción requeridos.
- Establecer la factibilidad de su utilización en una población costera.
- Analizar y comparar las tecnologías para desalinización de agua de mar.
- Definir la tecnología apropiada a ser utilizada.
- Estudiar el caso de la población costera de Montañita, definir sus características y la falta de agua en la población.
- Establecer parámetros que permitan determinar la tecnología más aplicable para las condiciones de la población y determinar su viabilidad mediante un estudio económico de factibilidad.

1. CAPÍTULO I. TÉCNICAS DE DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR

El agua de mar en su composición tiene una compleja fórmula química, la cual se genera como resultado de los diferentes minerales existentes en la corteza terrestre y las sales residuales de plantas y animales en descomposición.

En general los principales sólidos ya disueltos que se pueden encontrar en el agua de mar son (Tabla 1):

Tabla 1. Principales Sólidos dentro del agua de Mar; Autor: Sebastián Córdor

ANIONES		CATIONES	
CLORURO	55.29 %	SODIO	30.75 %
SULFATO	7.75 %	MAGNESIO	3.70 %
BICARBONATO	0.41 %	CALCIO	1.18 %
BROMURO	0.19 %	POTACIO	1.14 %
FLUOR	0.0037 %	ESTRONCIO	0.022 %

El resto de elementos que se encuentran en el agua de mar, lo están en tan bajo porcentaje que se los puede ver como despreciables.

Su densidad media es de 1,025 g/ml lo que la hace más densa que el agua dulce y su punto de solidificación es de -2 °C.

1.1 Enumeración y descripción de cada una de las tecnologías

Existen varias tecnologías que se han desarrollado para la desalinización del agua de mar, dependiendo de cada una de ellas se utiliza diferentes tipos de energía, diseño y producción aunque todas coinciden al tener un mismo objetivo el cual es, la disminución de la cantidad de sales disueltas en el agua de mar. (Tabla 2).

Tabla 2. Métodos de desalinización; Autor: Sebastián Córdor

CLASE DE SEPARACIÓN	ENERGÍA UTILIZADA	PROCESO	SISTEMA
SEPARACIÓN DE AGUA DE SALES	VAPOR	EVAPORACIÓN	DESTILACIÓN SOLAR
			DESTILACIÓN SÚBITA SIMPLE
			DESTILACIÓN EN TUBOS SUMERGIDOS
			DESTILACIÓN SÚBITA MULTITAPA
			DESTILACIÓN MULTIEFECTO DE TUBOS HORIZONTALES
			DESTILACIÓN MULTIEFECTO DE TUBOS VERTICALES
			COMPRESIÓN MECÁNICA DE VAPOR
SEPARACIÓN DE SALES DEL AGUA	FRIO	CRISTALIZACIÓN	FORMACIÓN DE HIDRATOS
			CONGELACIÓN
	PRESIÓN	MEMBRANA	OSMOSIS INVERSA
	CARGA ELÉCTRICA	MEMBRANA SELECTIVA	ELECTRODIÁLISIS
	ATRACCIÓN QUÍMICA	RESINA	INTERCAMBIO IÓNICO

A pesar de esto se tiene que entender que la disponibilidad de agua al ser desalinizada no significa que esta sea apta para el consumo humano, ya que la contaminación natural y la provocada por el hombre hacen que sea necesario tratarla antes de que esta sea apta para el consumo humano, industrial y agrícola. La calidad del agua puede variar de acuerdo a la región de donde esta sea obtenida debido al tipo de suelo de los contaminantes.

La siguiente es una tabla que muestra las cantidades de sales disueltas en el agua dependiendo del uso que se le dé a esta (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de purzas de agua; Autor: Sebastián Córdor

Agua	Mg/Lt
Ultrapura	0,03
Pura	0,30
Desionizada	3,00
Potable	< 1.000,00
Salobre	1.000,00 – 10.000,00
Salina	10.000,00 – 30.000,00
Marina	30.000,00 – 50.000,00

1.1.1 Tecnología de desalinización

Un sistema desalinizador consiste en alimentar con agua salobre o marina a una planta desalinizadora que tiene como función la separación de las sales disueltas en el agua, para obtener como producto agua dulce y un rechazo de sal muera. La desalinización de agua salobre o de mar se puede separar principalmente en

El compresor es aquel que requiere la fuente principal de energía en el sistema de compresión, este aumenta la presión en el lado del vapor y baja la presión en el lado del agua salada para bajar su temperatura de ebullición. El esquema del equipo que sirve para la desalinización de agua de mar por medio de compresión de vapor para la obtención de agua con disminución considerable de sales se muestra en la figura 1.

1.1.4 Destilación Flash Multietapa

Dentro del proceso de Flash Multietapa el agua de mar es calentada dentro de un tanque por medio de un serpentín o tubos en paralelo que tienen fluido caliente por dentro. Posteriormente el agua de mar se pasa a otro tanque, el cual se llama etapa, en donde la presión reducida dentro de este permite que el agua hierva. Como paso final de este método de destilación, el agua evaporizada es enfriada y condensada para obtener su producto y su subproducto (salmuera).

El calor liberado en la condensación del vapor es utilizado para calentar la salmuera en otra etapa del proceso. El producto destilado del proceso es recolectado de una manera tipo cascada en cada uno de los tanques ubicados en paralelo al subproducto (salmuera) y se bombea a un tanque de almacenamiento. La producción depende estrictamente de la temperatura a la que se encuentre el agua salada dentro del sistema y del número de etapas seleccionadas. El agua destilada por este método contiene entre 2 y 10 ppm de sólidos disueltos, es por esta razón que debe ser remineralizada por potabilización (Figura 2).



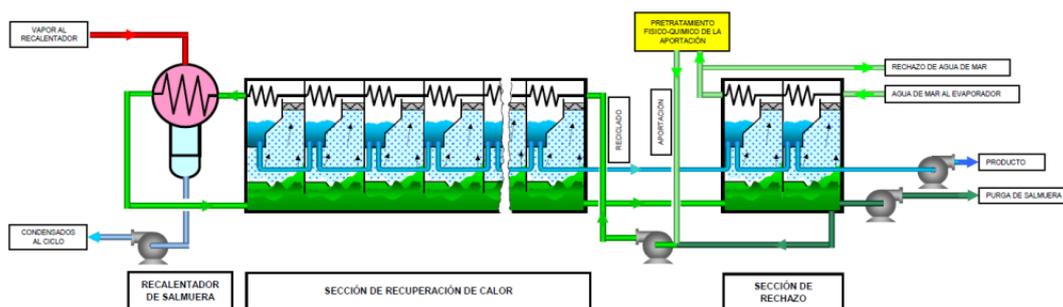


Figura 2. Destilación Flash Multietapa.

Tomado de: (Es Aqua-chem, s.f.)

1.1.5 Destilación Multiefecto (MED)

Las plantas de desalinización de agua Multiefecto son configuradas mediante tubos horizontales o verticales. El vapor es condensado en el lado A del tubo ocasionando la evaporación del agua salada en el lado B del tubo. El agua salada al calentarse se distribuye sobre la superficie externa de los tubos calentados. Dentro de cada efecto Multiefecto se rocía agua de mar sobre los tubos de intercambio térmico mientras que el vapor que fluye a través de los tubos se condensa, haciendo que este se vuelva agua pura.

Afuera de los tubos la capa de agua marina rociada hierve a medida que esta absorbe el calor del vapor. El vapor resultante pasa a través de eliminadores de rocío para atrapar gotas antes de que el vapor sea introducido en los tubos para su próximo efecto.

Este proceso se repite alrededor de toda la planta desalinizadora. Existen otras configuraciones de desalinización Multiefecto, que emplean superficies planas de transferencia de calor o tubos verticales.

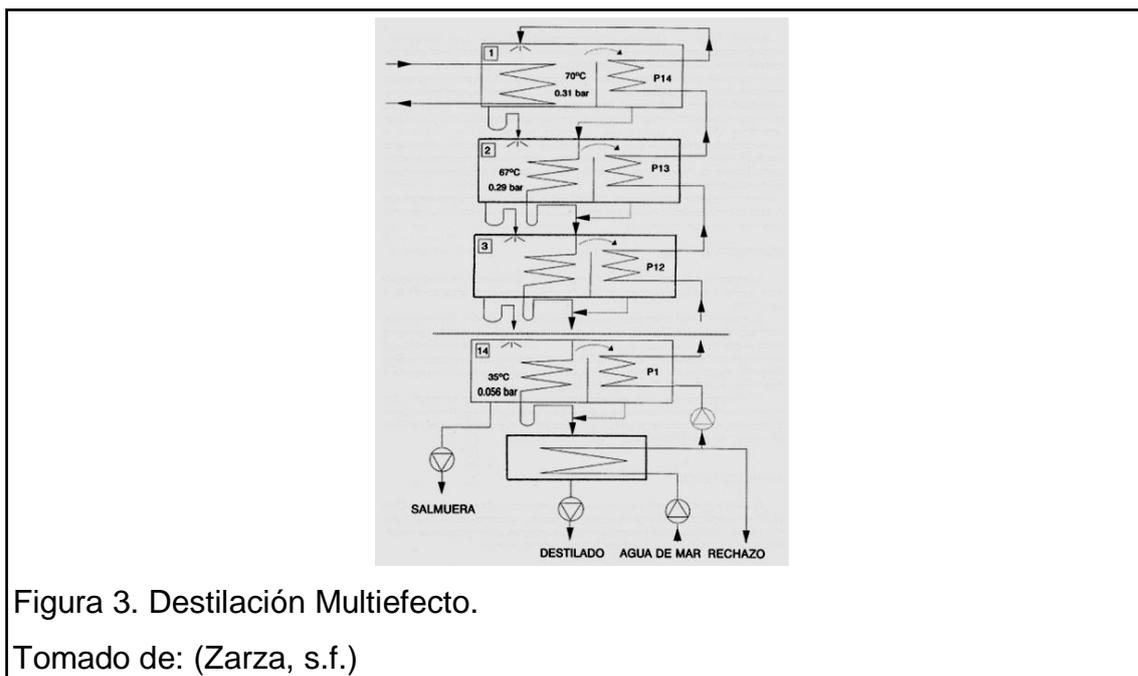


Figura 3. Destilación Multiefecto.

Tomado de: (Zarza, s.f.)

A medida que la temperatura se reduce y se proporciona más calor dentro del sistema para mejorar el desempeño del proceso, la presión es reducida secuencialmente en cada efecto. Este tipo de instalaciones cubren una gran superficie, haciendo que la planta desalinizadora ocupe un terreno más grande que con otras tecnología.

1.1.6 Sistemas desalinizadores en base a membranas

Los sistemas de desalinización en base a membranas son sistemas que por medio de membranas separan el caudal de agua en dos vertientes, una vertiente que contiene agua potable y una baja concentración de sales disueltas y otra vertiente que contiene salmuera concentrada. Los sistemas más utilizados para desalinizar el agua de mar mediante membranas, son:

1. Osmosis Inversa
2. Electrodiálisis

El primer sistema, osmosis inversa, toma el nombre debido a que en este proceso el paso de las soluciones se realiza inversamente a la osmosis normal. Esto quiere decir que las soluciones con menor concentración se desplazan

gracias a la diferencia de energía potencial hacia las soluciones con mayor concentración a través de una membrana semipermeable sin la necesidad alguna de aplicar fuerzas externas. (Arreguin, 2000)

Es por esta razón que mientras mayor sea la concentración de sal en el agua de mar, mayor será la presión osmótica a vencer dentro del sistema.

El sistema consta de:

- La captación de agua de mar
- Sistema de pre tratamiento del agua, que consiste en filtros de carbón activado y filtros de arena.
- Paso por los bastidores de membranas de osmosis inversa, en donde se aplica químicos para controlar el pH de la corriente de agua de alimentación.
- Adición de anti incrustantes para evitar los depósitos de sal en las membranas.

Una vez terminado el proceso de desalinización esta empieza el post tratamiento, para desinfectar el producto mediante el uso de lámparas UV, cloración y ozonización. Estos tratamientos permiten asegurar la calidad del agua en su distribución y almacenamiento.

Debido al arreglo en el que se encuentren configuradas las membranas, ya sea en serie o en paralelo, estas ocupan mucho menos espacio que los sistemas térmicos, haciendo de esto una gran ventaja sobre estos sistemas. (Figura 4).

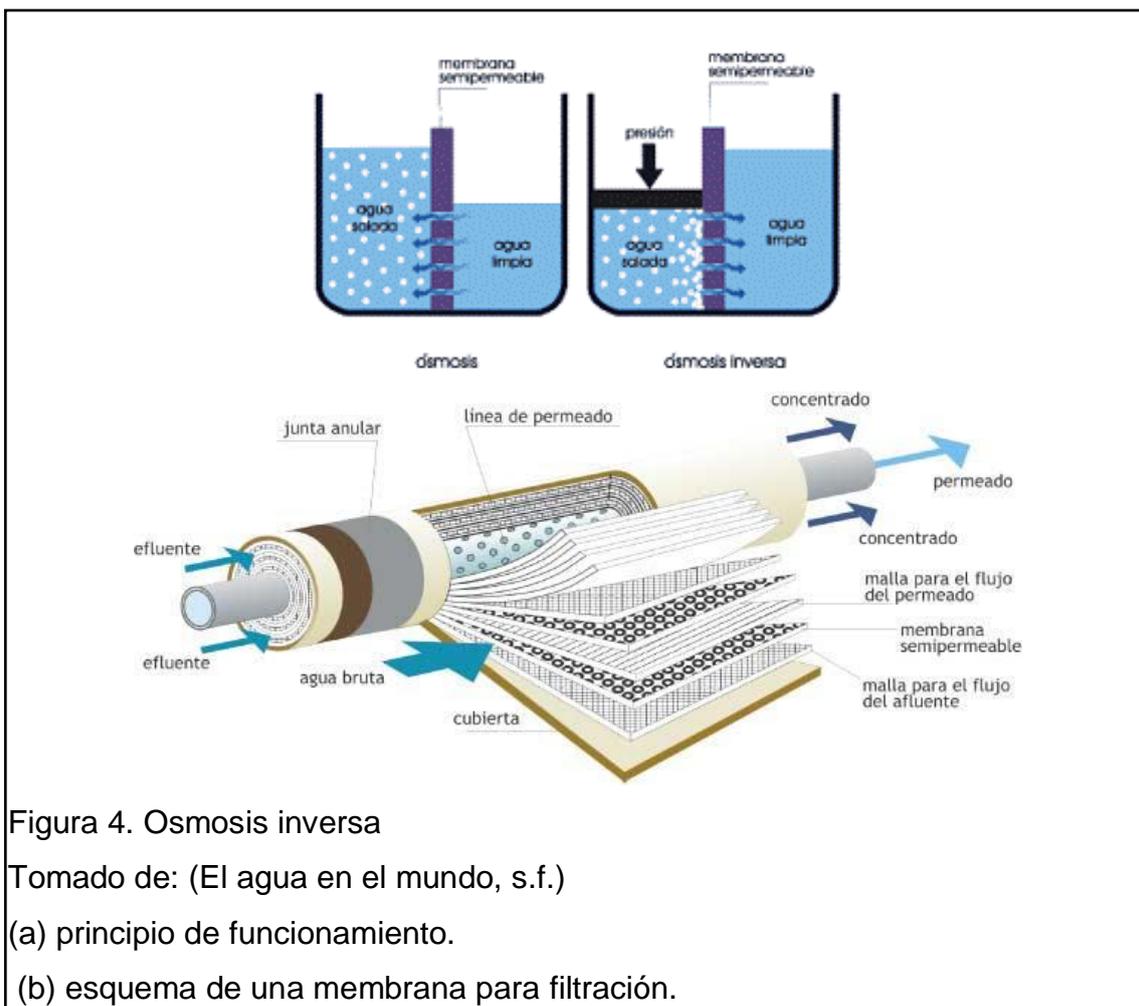


Figura 4. Osmosis inversa

Tomado de: (El agua en el mundo, s.f.)

(a) principio de funcionamiento.

(b) esquema de una membrana para filtración.

Electrodiálisis es una tecnología de desalinización de agua de mar, la cual mediante un proceso electroquímico dentro de este proceso, iones se transfieren por una membrana gracias a un campo de corriente continua (Figura 5). Mediante este proceso las sales que pasan a través de las membranas de intercambio iónico destruyendo las partículas eléctricamente cargadas. Esto reduce completamente las sales, en la práctica tan solo reduce el 40 % de la salinidad del agua. Para poder realizar una determinada reducción de salinidad, se debe disponer de una cascada de células de electrodiálisis.

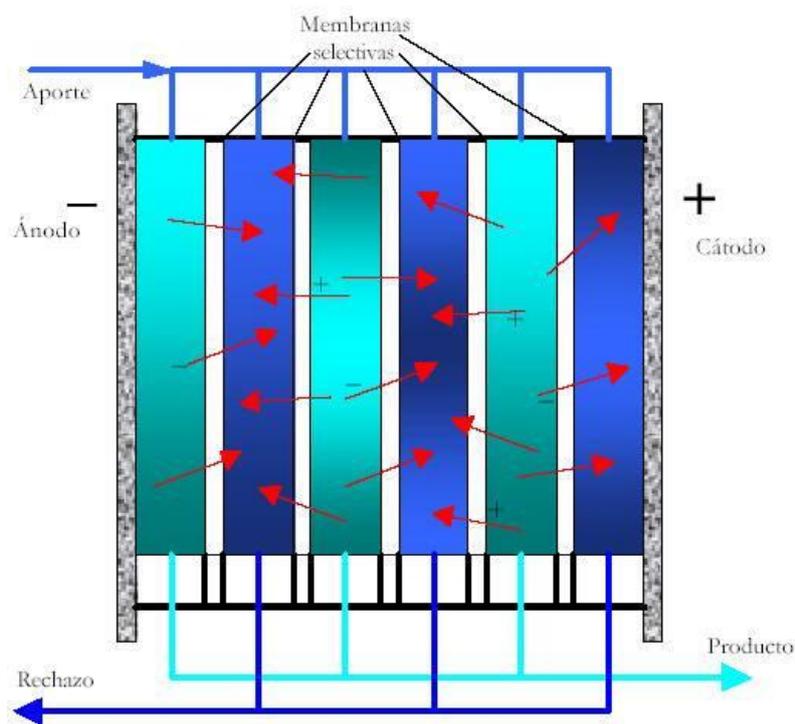


Figura 5. Electrodiálisis.

Tomado de: (El agua en el mundo, s.f.)

1.2. Requerimientos energéticos de cada tecnología

De acuerdo con varios autores, y en base a diferentes estudios y, más que nada, considerando casos prácticos existentes y en funcionamiento, en el siguiente cuadro se incluyen valores característicos de consumo energético para algunas de las técnicas descritas en líneas anteriores.

Tabla 4. Consumos de energía de las diferentes técnicas de desalinización

PARAMETROS	TECNOLOGIA				
	MSF	MED	CMV	OSMOSIS INVERSA	
				1 PASO	2 PASOS
Proceso	Evapora-ción	Evapora-ción	Evapora-ción	Membranas	
Consumo de energía [kW-h/m ³]	3 – 6	1,5 – 2,5	8 – 12	0,2 – 2	2 – 6
Temperatura máx. del proceso [°C]	120	75	75	-	-

Este parámetro puede llegar a ser decisivo al momento de establecer una comparación entre las diferentes tecnologías, y realizar una selección de la más apropiada.

El consumo va de la mano de la disponibilidad de la energía, en particular en el momento de considerar el sitio donde se aplicaría la tecnología seleccionada.

1.3. Ventajas y desventajas de cada tecnología

Como se indicó anteriormente, todas las tecnologías descritas tienen como objetivo básico principal la desalación del agua (salobre o de mar), mediante la remoción (o la retención) de las sales disueltas en la misma. Por consiguiente, se pueden establecer las ventajas y desventajas comparativas de los sistemas, en forma cualitativa y/o cuantitativa.

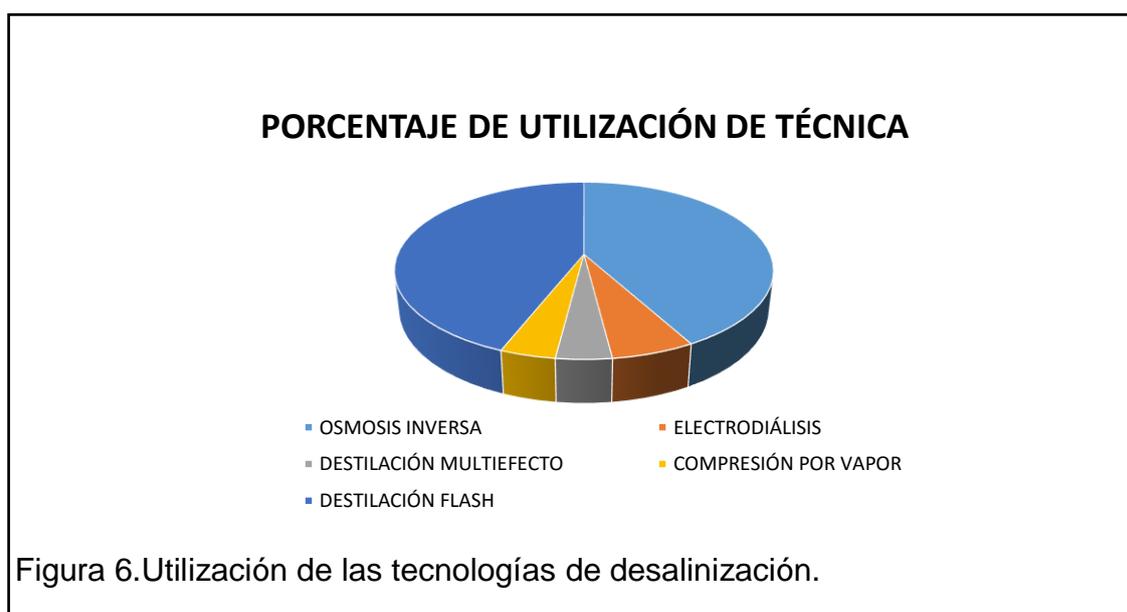
Una comparación posterior, que permita realizar una selección, se realizará de una manera únicamente cualitativa, de modo que se puedan asignar valores a las características, y los totales de las calificaciones impuestas se conviertan en el parámetro final de decisión.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de cada proceso

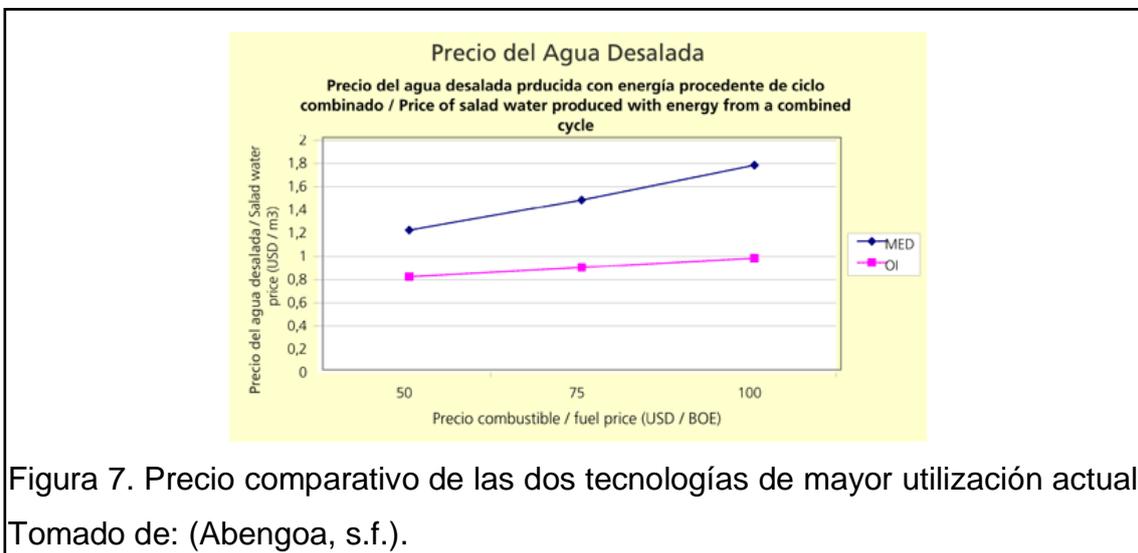
PARAMETRO	TECNOLOGIA				
	MSF	MED	CMV	OSMOSIS INVERSA	
				1 PASO	2 PASOS
Proceso	Evaporación	Evaporación	Evaporación	Membranas	
Estado comercial	Completamente desarrollado	Desarrollado más recientemente	Desarrollo en evolución	Desarrollado	
Capacidad	8 MM m ³ /día	0,73 MM m ³ /día	0,58 MM m ³ /día	5 MM m ³ /día	
Tiempos de instalación	24 meses	18 – 24 meses	12 meses	18 meses	
Calidad del agua	< 40 ppm	< 40 ppm	< 40 ppm	400 ppm (espiral)	< 40 ppm

				200 ppm (fibra hueca)	
Conversión neta: producto/agua salada	10 – 25%	15 – 30%	40 – 50%	35 – 45%	35 – 45%
Necesidad de mantenimiento	Limpiezas 2 – 4 veces al año	Limpiezas 0,5 – 2 veces al año	Limpiezas 0,5 – 2 veces al año	Limpieza 1 – 2 veces al año	
Sensibilidad a las condiciones del agua	Media	Reducida	Reducida	Alta. Control vital de la vida útil de las membranas	
Pre-tratamiento	Moderado	Simple	Simple	Exigente	
Influencia de las condiciones de operación	Alta incidencia (corrosión/ incrustaciones)	Baja a media	Baja	Alta incidencia en la vida de las membranas	
Consumo de energía [kW-h/m³]	3 – 6	1,5 – 2,5	8 – 12	0,2 – 2	2 – 6

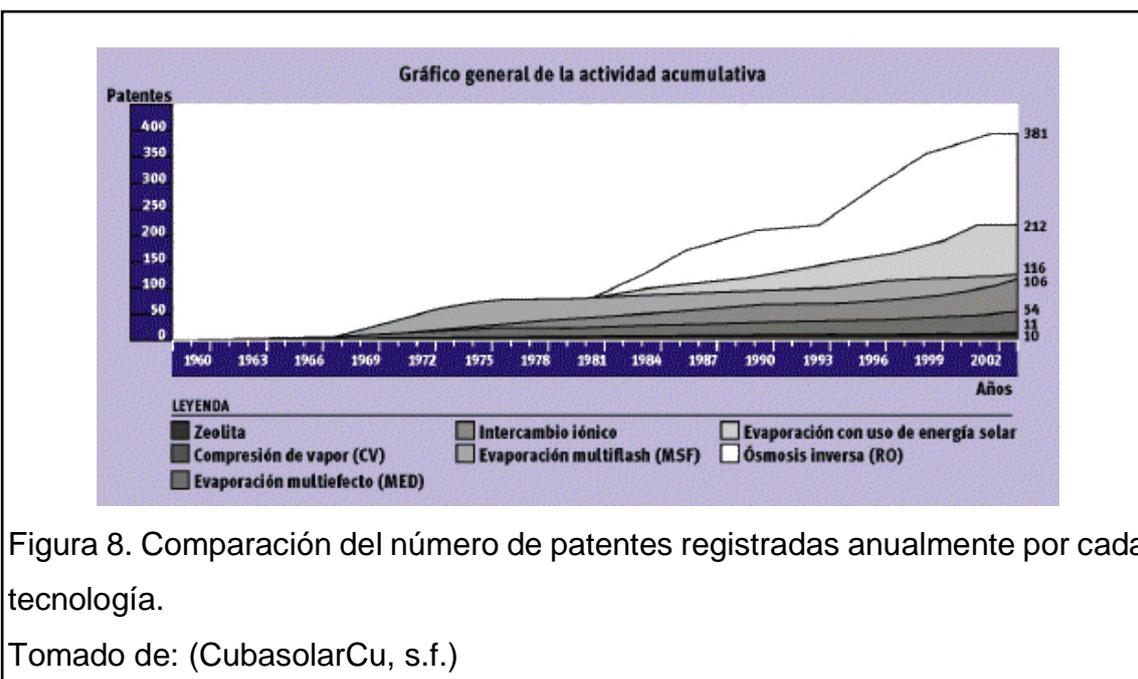
Finalmente, vale la pena incluir tres gráficos que manifiestan por sí solos la tendencia actual sobre el uso de una u otra tecnología. El primer gráfico indica que aproximadamente un 44% las plantas desalinizadoras emplean la Destilación Multiefecto, seguida por la Ósmosis Inversa (42%), y las otras 3 con porcentajes entre el 4 y 6%. (Figura 6).



El segundo gráfico presenta una tendencia comparativa entre los precios del agua producida mediante la MED y la OI, en función del precio del combustible (Figura 7).



Por último, en la Figura 8 se aprecia la contribución acumulada desde el año 1963 hasta el 2003, de cada una de las tecnologías, destacando en primer lugar la OI, seguida de la evaporación por radiación solar, como las de mayor contribución, en cuanto al número de patentes registradas para su utilización comercial.



2. CAPÍTULO II. DIRECTRICES DE LA OMS ACERCA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Las directrices acerca de la calidad del agua que contiene el libro son de carácter general en los primeros capítulos, sin embargo en los capítulos siguientes se muestran casos específicos de la calidad que requiere tener el agua de acuerdo a análisis y directrices para la desalinización del agua de mar.

Según la OMS (capítulo 6: Aplicación de las directrices en circunstancias específicas, acápite 6.4, Sistemas de desalinización), “el propósito principal de la desalinización es: habilitar las fuentes de agua salobre o salada, que de otro modo serían inaceptables para el consumo humano, para que de esta manera puedan ser utilizadas para este fin”.

La tecnología para desarrollar sistemas de desalinización de agua de mar está en pleno crecimiento debido a la escasez de agua a nivel mundial. Esta escasez de agua ha sido generada sobre todo por la contaminación de fuentes hídricas alrededor del mundo y la sobreexplotación de recursos hídricos a causa del crecimiento poblacional a nivel mundial. La mayoría de plantas desalinizadoras de agua de mar se encuentran localizadas en Europa, Asia y Medio Oriente y se han enfocado en la desalinización de agua de mar, aguas costeras. La desalinización sin embargo puede ser también utilizada en aguas continentales y subterráneas así como en embarcaciones grandes o pequeñas comunidades con pequeñas plantas que puedan desalinizar el agua para el consumo de la tripulación.

Las fuentes de agua de mar que van a ser utilizadas para desalinizar pueden contener micro y macro algas, cianobacterias y productos químicos como el boro y bromuro que son abundantes en el agua de mar y que al ser consumidos pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Existen endo y exo toxinas que se encuentran en las algas que pueden no ser destruidas por completo por el calentamiento, estas toxinas son encontradas

dentro de las células de las algas o también pueden ser encontradas libres en el agua a desalinizar. En general estas toxinas suelen no ser volátiles y pueden ser destruidas por cloración aunque este proceso requiere tiempos extremadamente largos de contacto.

Los químicos que se pueden encontrar en el agua de mar, como el control de “aditivos”, SPD’s (Subproductos por desinfección) se los puede tratar similarmente a cuando se realiza tratamientos de agua dulce aunque en la desalinización podrían encontrarse una mayor gama de productos químicos y en mayores cantidades.

Las técnicas para evaluar la calidad de las fuentes de agua dulce puede que no sean aplicables a otras fuentes de agua, en este caso la desalinización, ya que gran cantidad de bacterias fecales mueren más rápido que los patógenos, especialmente los virus, cuando estos se encuentran en una solución salina antes que en agua dulce, haciendo que se pierda información que puede resultar valiosa dentro de una análisis.

En la actualidad todavía no se entiende con claridad la eficiencia de algunos procesos que forman parte de la desalinización de agua de mar, procesos dirigidos a la eliminación de sustancias que afectan la salud del consumidor. Ejemplos de esta ineficiencia pueden ser: Membrana imperfecta o imperfección integral en el sello de la membrana, posible crecimiento o aumento de bacterias en el material que compone los sistemas de tratamiento por membrana, finalmente el arrastre de sustancias volátiles cuando se utiliza vapor en el sistema de desalinización.

Gracias a la alta eficiencia mostrada en algunos procesos especialmente de destilación y osmosis inversa en la eliminación de microorganismos así como la de constituyentes químicos, estos procesos pueden ser utilizados como tratamientos de una sola etapa o combinados con un desinfectante residual de nivel bajo.

El agua después de pasar por un sistema de desalinización es “agresiva” con el sistema de suministro de agua (fontanería doméstica y tuberías). Es por esta razón que se debe tener especial cuidado en el momento de elegir los materiales con los que se va a utilizar para transportar el agua desde la planta hasta el consumidor. De la misma manera se tiene que tener especial cuidado con los procedimientos para certificar materiales adecuados para su uso con agua potable ya que estos podrían no ser los más apropiados para tratar con agua no “estabilizada”.

En base a la agresividad del agua desalinizada y ya que esta puede considerarse como sosa, insípida e inaceptable, el agua desalinizada suele ser tratada comúnmente con químicos como: calcio, carbonato de magnesio y dióxido de carbono. Una vez que el agua desalinizada ha sido tratada de esta manera, está ya no debería ser más agresiva.

El agua desalinizada suele ser mezclada con cantidades pequeñas de agua con más minerales para mejorar su aceptabilidad y estabilizarla para así de esta manera reducir su agresividad con los materiales en donde esta va a ser transportada. Las aguas que resulten de una mezcla deben ser completamente potables. En caso de utilizar agua de mar para ser desalinizada, los principales iones agregados son sodio y cloro pero en pequeñas cantidades (1 – 3%). Estos iones pueden ser agregados sin ocasionar problemas en cuanto a la aceptabilidad. El agua utilizada para desalinizar de zonas costeras y estuarios es muy susceptible a ser contaminada por residuos de hidrocarburos (derivados del petróleo), acarreando consigo los subsecuentes problemas de olor y sabor.

El agua desalinizada es un producto manufacturado y lógicamente existe una preocupación acerca del impacto que esta pueda tener en la salud del consumidor. Sin embargo no existen evidencias contundentes que permitan comprobar un riesgo a la salud del consumidor asociado al consumos prolongados de agua desalinizada.

2.1 Aspectos microbianos

El riesgo más grande de microbios en el agua va relacionado con la ingesta de agua considerada como potable, la cual puede estar contaminada con excrementos humanos y/o animales. Otras fuentes y vías de exposición también pueden ser consideradas significativas. Las enfermedades causadas por bacterias, virus o parásitos, comúnmente son asociadas con la ingesta de agua. La responsabilidad de la salud de la comunidad es determinada por la gravedad de la enfermedad, la población que ha sido expuesta y la infectividad de esta.

2.2 Aspectos Químicos

Los productos químicos que existen en el agua potable se convierten en un riesgo para la salud después no solo de meses sino, de años, sin embargo existen también excepciones como el nitrato y otros productos químicos encontrados en las aguas superficiales que han sido filtrados desde vertederos o hacia fuentes de agua subterráneas.

En caso de los contaminantes se ha establecido valores guía en sus respectivas MSDS (Material Safety Data Sheet), donde se incluye una descripción de la toxicidad de la sustancia química, el tratamiento a seguir en caso de exposición al químico y el límite analítico de detección.

En la recolección, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable se tiene que prever deliberadamente la adición de productos químicos que mejoraran la calidad de esta para que sea apta para el consumo humano. De la misma manera el agua tiene contacto con tuberías grifos, válvulas y superficies de tanques, los cuales pueden liberar químicos adicionales en el agua.

En la corrosión los elementos que conforman los sistemas de tratamiento y suministro, parcialmente pueden desprenderse. Lo que puede llevar a un fallo en la estructura, pérdida de capacidad y calidad química del agua. Es por esto que

el control de la corrosión de los sistemas de suministro y tratamiento es importante dentro del análisis.

Los métodos más comunes utilizados en contra la corrosión son:

- Ajustes de pH
- Aumento de Alcalinidad y/o Dureza
- Adición de inhibidores de corrosión

2.3 Aceptabilidad del agua

Aquellos aspectos del agua que generen un impacto negativo dentro de la salud del consumidor son los aspectos menos deseables para el consumidor.

Los consumidores no tienen generalmente los medios para juzgar la seguridad del agua que consumen, pero los aspectos que ellos puedan percibir con sus propios sentidos y juzguen como indeseables, afectarán directamente en el abastecimiento de la misma y de sus proveedores.

Aspectos como:

- Borroso
- Turbio
- Descolorido
- Sabor desagradable
- Olor desagradable

Pueden llegar a parecerle al consumidor como sospechosos, a pesar de que estos no tengan afectación directa con la salud del consumidor.

Además de asegurar la calidad y seguridad del consumo del agua es necesario que esta sea aceptable en aspecto, color y sabor para el consumidor.

El agua estéticamente inaceptable puede perjudicar la confianza del consumidor en el producto, conllevará a quejas del consumidor y más importante aún puede llevar a este a utilizar fuentes de agua menos seguras.

El sabor y el olor en el agua pueden provenir de:

- Contaminantes químicos orgánicos e inorgánicos.
- Productos químicos no naturales
- Corrosión
- Resultantes de tratamientos del agua (cloración por ejemplo).

El sabor u olor indeseable para el consumidor también pueden desarrollarse en el producto durante el almacenamiento y la distribución de este debido a la actividad microbiana que se presenta.

El sabor u olor extraño del agua pueden indicar que algo está fallando dentro del proceso de tratamiento o distribución del agua y esto debe ser investigado para evitar posibles riesgos en la salud del consumidor.

Existen varios organismos que pueden no afectar la salud del consumidor pero sin embargo pueden perjudicar la aceptabilidad de este como:

Origen Biológico:

- Actinomicetos y Hongos.
- Animales Invertebrados.
- Cianobacterias y Algas.
- Bacterias del Hierro.

Origen Químico:

- Aceites de Petróleo.
- Aluminio.
- Amoníaco.
- Cloro.
- Cloro fenoles.
- Cloruro.

- Cobre.
- Colorantes.
- Detergentes Sintéticos.
- Diclorobencenos.
- Entre otros.

La temperatura del agua es otro factor que puede afectar la aceptabilidad del consumidor, generalmente el agua fría es más aceptable que el agua caliente, por otra parte la temperatura alta en el agua puede promover el crecimiento de microorganismos.

2.4 Normas ecuatoriana de Calidad del agua

La NTE INEN 1 108:2011 aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento ya sean públicos o privados de todo el país. Esta norma contiene los parámetros a seguir del agua a ser distribuida al consumidor para que esta sea apta para el consumo humano.

2.4.1 Características del agua

Tabla 6. Características del agua

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
COLOR	UNIDADES DE COLOR APARENTE (Pt-Co)	15
TURBIEDAD	NTU	5
OLOR	-	NO OBJETABLE
SABOR	-	NO OBJETABLE
INORGÁNICOS		
ANTIMONIO	mg/L	0,02
ARSENICO	mg/L	0,01
BARIO	mg/L	0,7
BROMO	mg/L	0,5
CADMIO	mg/L	0,003

CIANURO	mg/L	0,07
COLOR LIBRE RESIDUAL	mg/L	0,3 a 1,5
COBRE	mg/L	2
CROMO	mg/L	0,05
FLUORUROS	mg/L	1,5
MANGANESO	mg/L	0,4
MERCURIO	mg/L	0,006
NIQUEL	mg/L	0,07
NITRATOS	mg/L	50
NITRITOS	mg/L	0,2
PLOMO	mg/L	0,01
RADIACIÓN TOTAL α	Bq/L	0,1
RADIACIÓN TOTAL β	Bq/L	1
SELENIO	mg/L	0,01
HIDROCARBUROS POLICICLICOS AROMATICOS		
BENZO	mg/L	0,0007
HIDROCARBUROS		
BENCENO	mg/L	0,01
TOLUENO	mg/L	0,7
XILENO	mg/L	0,5
ESTIRENO	mg/L	0,02
1,2DICLOROETANO	mg/L	0,03
CLORURO VINILO	mg/L	0,003
TRICLOROETANO	mg/L	0,02
TETRACLORATOETENO	mg/L	0,04
DIFALATO	mg/L	0,008
ACRYLAMIDA	mg/L	0,0005
EPICLOROHIDRINA	mg/L	0,0004
HEXAFLOROBTADIENO	mg/L	0,0006
1,2DIBROMOETANO	mg/L	0,0004
1,4 DIOXANO	mg/L	0,05
ACIDO NITRILOTRIACETINO	mg/L	0,2
ISOPROTURON	mg/L	0,009
LINDANO	mg/L	0,002
PENDIMETALINA	mg/L	0,02
PENTAFLOROFETANOL	mg/L	0,009
DICLOROPROP	mg/L	0,1

ALACRORO	mg/L	0,02
ALDICARB	mg/L	0,01
ALDRIN Y DIELDRIN	mg/L	0,00003
CARBOFURAN	mg/L	0,007
CLORPIRIFOS	mg/L	0,03
DDT Y METABOLICOS	mg/L	0,001
1,2-DIBROMO-3- CLOROPROPANO	mg/L	0,001
1,3-DICLOROPROPENO	mg/L	0,02
DIMETOATO	mg/L	0,006
ENDRIN	mg/L	0,0006
TERBUTILAZINA	mg/L	0,007
CLORDANO	mg/L	0,0002
RESIDUOS DESINFECTANTES		
MONOCLORAMINA	mg/L	3
SUBPRODUCTOS DE DESINFECCION		
2,4,6-TRICLOROFENOL	mg/L	0,2
TRIHALOMETANOS TOTALES	mg/L	0,5
BROMODICLOROMETANO	mg/L	0,06
CLOROFORMO	mg/L	0,3
ACIDO TRICLOROACETICO	mg/L	0,2
MICROSISTINA	mg/L	0,001

2.4.2 Cumplimiento de los parámetros

Al realizar el diseño de Planta se contemplan subprocesos dentro de la Planta que permiten cumplir con cada una de las características contempladas dentro de la Norma Ecuatoriana NTE INEN 1 108:201. Los siguientes subprocesos contemplan el control de los organismos microbiológicos, residuos sólidos y disueltos en el agua, control de pH de la misma así como características físicas.

3. CAPÍTULO III. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

Los datos proporcionados por las autoridades nacionales y locales, con respecto a las condiciones sociales, de salud y económicas de poblaciones rurales del país, como el caso de la población de Montañita, son a veces insuficientes y, en algunos casos, inexistentes, por lo que se requiere de una investigación en el sitio de interés, lo cual no necesariamente garantiza la obtención de datos totales, completos y fidedignos o confiables, pues debe tomar en cuenta la apreciación subjetiva de los entes consultados.

Montañita es una comunidad ubicada en la costa Ecuatoriana, se encuentra situada en la ruta del Sol, dentro de la provincia de Santa Elena a una hora de Salinas. Montañita ha adquirido ese nombre debido a su situación Geográfica, ya que esta se encuentra rodeada de vegetación y cerros al pie del mar. El ambiente que se vive dentro de la comunidad es uno de los factores que atrae a miles de turistas alrededor del mundo cada año convirtiéndola así en uno de los centros turísticos de la costa Ecuatoriana.

Montañita ha sido la sede de varios torneos internacionales de Surf, gracias a las olas de 6m que proveen sus playas, es por esto que ha sido considerada la capital del Surf del Ecuador. Su playa de 1.4 Km de largo, su temperatura promedio de 25 grados es excelente para numerosas actividades turísticas que se pueden realizar ya sea dentro o fuera del mar.

Montañita se ha convertido con el transcurso de los años en un lugar donde turistas extranjeros y nacionales pueden llegar durante todo el año. Cada día llegan turistas a Montañitas ansiosos de experimentar todas las actividades que ofrece la pequeña comunidad.

Además de ser un centro cosmopolita, es también un lugar excelente para que el visitante pueda relajarse, disfrutando del santuario de Olón, o tan solo del atardecer en los centros de meditación de la comunidad.

El pueblo contiene infraestructuras modernas creadas desde cero con materia prima de la zona. De esta manera la comunidad de montañita adopta un aspecto más que interesante para quien la visita. De esta manera Montañita se convierte en un mundo moderno pero sin olvidar sus raíces. .

Décadas atrás, la combinación del oleaje que se puede encontrar en Montañita, el clima perfecto que ofrece casi todo el año y la vegetación que la rodea, han hecho de esta comunidad un paraíso para quien la visita.

De acuerdo a datos estadísticos tomados hasta el mes de abril del 2015, se calcula que alrededor de 415.000 turistas arribaron a Ecuador en el transcurso del primer trimestre del año, creciendo un 6,4% a comparación del mismo trimestre un año atrás. En donde llegaron a visitar el país 390.000 turistas.

Dentro de los tres meses del primer trimestre del año 2015 arribaron al Ecuador 170.000, 120.000 y 124.000 turistas respectivamente según datos tomados por el Ministerio de Turismo.

La Coordinación General de Estadística e Investigación de esa cartera de Estado estimó en su boletín trimestral que el país obtendría ingresos por turismo en el primer trimestre del año de 388 millones de dólares; es decir, 24 millones más que lo que se recibió el año anterior.

El documento detalla, además, que 252.993 turistas, que representa el 61% de visitantes, llegaron al país vía aérea mientras que el 34% (142.332) lo hicieron por vía terrestre y el 5% (20.710) por vía marítima. Este último segmento, de acuerdo con el informe, mostró un mayor dinamismo al incrementarse en 24% respecto al primer trimestre de 2014.

En cuanto al empleo, el Ministerio de Turismo informó que hasta marzo de 2015 se registra un total de 405.819 empleados en el sector turístico (alojamiento y

servicio de alimentación), alcanzando un crecimiento del 16,3% frente al mismo período del año pasado.

Esta cifra representa el 5,7% del total de empleos en la economía nacional y corresponde al segundo incremento más importante registrado en el país en los tres primeros meses, después del sector transporte que experimentó un incremento del 23% en el número de empleos.

Al cierre de 2014 el turismo se ubicó como la tercera fuente de ingresos no petroleros (detrás del banano y camarón) al generar 1.487,2 millones de dólares, 18,9% más que en 2013.

Para 2015 el país aspira recibir 1,6 millones de turistas, un 7% más que el año pasado. (Andes Info, s.f.)

En Montañita existen cerca de 40 hoteles, hosterías, hostales y restaurantes que atienden a los visitantes, sin contar con los puestos de comida junto al mar, que también representan un comercio informal importante.



Figura 9. Playa de Montañita

Tomado de: (Pinterrest, s.f.)



Figura 10. Surf

Tomado de: (Infomontanita, s.f.)



Figura 11. Ubicación geográfica

Tomado de: (Google, s.f.)

3.1. Recolección de datos disponibles en instituciones oficiales

Los datos oficiales que se encuentren disponibles se los recabará del INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos), del Ministerio de Salud Pública y del Ministerio de Turismo, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, de la Secretaría del Agua. Una parte de la información proviene, aunque

no de forma oficial, de las Agencias de Turismo que promocionan esta y otras playas de la costa ecuatoriana.

Los resultados obtenidos se resumen a continuación

Tabla 7. Información oficial disponible para el Balneario Montañita

No.	Descripción del parámetro	Datos obtenidos para Montañita
POBLACION Y VIVIENDA		
1	Población masculina	1.835
2	Población femenina	1.767
3	Niños menores de 5 años	515
4	Adultos mayores a 65 años	238
5	Población económicamente activa	1.271
6	Población dedicada al turismo	953
7	Viviendas de hormigón/mixtas	68
8	Viviendas de madera	30
9	Chozones	25
10	Disponibilidad de agua para consumo	Por tanqueros cada 2 días
ACTIVIDAD ECONOMICA		
11	Número de puestos de venta de comida	33
12	Número de Hoteles/Residenciales	40
13	Número promedio de visitantes anuales	5.000
ENFERMEDADES INTESTINALES Y DE LA PIEL REPORTADAS/AÑO		
14	A04 Otras infecciones intestinales bacterianas	47
15	A06 Amebiasis	289
16	A07 Otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios	32
17	A08 Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	5
18	A09 Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	48

Adaptado de: (INEC, s.f.)

3.1.1 Análisis de la Demanda

La población de Montañita cuenta con un total de 3602 habitantes y se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 8. Rango de edad población Montañita

POBLACIÓN MONTAÑITA	CANTIDA DE PERSONAS
POBLACIÓN MASCULINA	1835
POBLACIÓN FEMENINA	1767
NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS	515
ADULTOS MAYORES DE 65 AÑOS	238
POBLACIÓN MASCULINA ENTRE 5 Y 65 AÑOS	1459
POBLACIÓN FEMENINA ENTRE 5 Y 65 AÑOS	1390
POBLACIÓN TOTAL	3602

La población de personas entre 5 y 65 años constituye el 82% de los habitantes de Montañita, estadísticamente consumen 144 Lt de agua cada día. Los niños y niñas menores a 5 años de edad constituyen el 12% de la población y consumen promedio cada día 108 Lt de agua por día. Finalmente los adultos mayores a 65 años de edad corresponden al faltante 6% de la población y consumen 104 Lt de agua por día. La siguiente tabla muestra los consumos de agua por día.

Tabla 9. Rango de edades

NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS	108 L
ADULTOS MAYORES DE 65 AÑOS	104 L
POBLACIÓN MASCULINA ENTRE 5 Y 65 AÑOS	144 L
POBLACIÓN FEMENINA ENTRE 5 Y 65 AÑOS	144 L
POBLACIÓN TOTAL	

En base a la cantidad de pobladores de Montañita, las edades y los consumos promedios de agua se puede calcular la Demanda diaria. La suma de cada tipo de población multiplicada por el consumo de los mismos da como resultado la demanda diaria.

Demanda Diaria (L) = (Cantidad de Habitantes * Consumo Diario (L))

Demanda Diaria (m³) = (Cantidad de Habitantes por Consumo Diario (L))/1000

El consumo de agua en metros cúbicos de tan solo los habitantes de Montañita es de 490,62 m³.

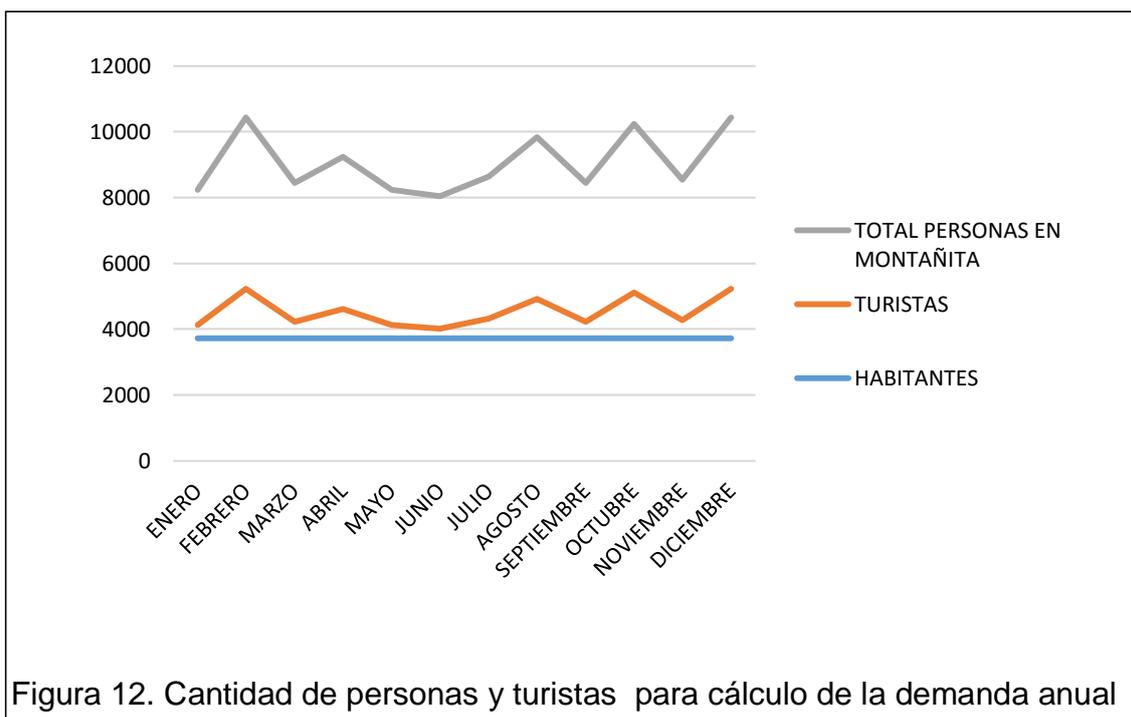
Ahora de acuerdo con el Ministerio de Turismo del Ecuador. Los turistas que visitan las playas de Montañita lo hacen en cantidades variables durante diferentes meses del año, lo que nos da una demanda variable de m³ de agua a producir en la Planta de Desalinización.

De acuerdo a la siguiente tabla la cantidad de turistas que visitan las playas de Montañita es la siguiente.

Tabla 10.Total de personas anual en Montañita

	HABITANTES	TURISTAS	TOTAL PERSONAS
ENERO	3721	400	4121
FEBRERO	3721	1500	5221
MARZO	3721	500	4221
ABRIL	3721	900	4621
MAYO	3721	400	4121
JUNIO	3721	300	4021
JULIO	3721	600	4321
AGOSTO	3721	1200	4921
SEPTIEMBRE	3721	500	4221
OCTUBRE	3721	1400	5121
NOVIEMBRE	3721	550	4271
DICIEMBRE	3721	1500	5221

El mayor número de turistas que visitan la población de Montañita es el pico más alto de demanda que tendremos durante el año y este será en los meses de Febrero y Diciembre. Si realizamos un cálculo similar, de acuerdo al número de turistas que visitan a Montañita, 1500, y el consumo promedio de agua de los mismos, 144 L. Obtenemos un resultado de 216 m³ adicionales a la demanda diaria que tan solo se tenía contemplado para los pobladores de la comunidad.



El total de m³ de agua que se tendría que abastecer a la comunidad con la demanda pico más amplio durante el año sería de 706,62 m³. La capacidad de planta con la cual se deben elegir los equipos debe contemplar esta demanda al momento de seleccionarlos.

3.2. Visita de campo

La visita de campo se realizó los días 8 y 9 de Septiembre del 2015, reforzado con un segundo viaje el 11 de Noviembre del 2015; el desplazamiento fue por tierra desde la ciudad de Quito hasta la población de Montañita.

3.2.1. Diseño de la estrategia metodológica

3.2.1.1 Introducción

La metodología de trabajo se basó en tres ejes de información a ser obtenida en la visita al campo. Los ejes fueron: población, salud y comercio. Dentro de este último se incluyeron preguntas relativas a la actividad o actividades desarrolladas por los pobladores de Montañita, tales como la pesca, su comercialización y principalmente aspectos relacionados con el turismo y la atención a los turistas que visitan sus playas.

En cada eje se estableció un número apropiado de preguntas que con sus respuestas revelen la información necesaria y suficiente para poder, por un lado, contrastarla con la información oficial y, por otro lado, utilizarla como base para el dimensionamiento y planificación de la planta más apropiada a los requerimientos actuales y a mediano plazo de esta población.

3.2.1.2 Variables

Lo que se desea medir con esta investigación de campo, son los siguientes parámetros de interés e importancia:

- Población y su distribución
- Censo de viviendas y sus condiciones básicas
- Disponibilidad de agua potable en general; formas de abastecimiento
- Incidencia de enfermedades que puedan tener relación con la falta o la mala calidad del agua potable disponible (en caso de haberla)
- Actividades comerciales y productivas principales, y porcentaje de los pobladores que se dedican a las mismas
- Actividades turísticas, afluencia de turistas, temporadas, expectativas, requerimientos, etc.

3.2.1.3 Muestra

Aunque la población de Montañita, conforme a la información oficial recogida, se dedica en forma preferente al turismo, no todos los pobladores están dedicados a la misma. Hay personas que se dedican a preparar alimentos con los productos recogidos del mar por los pescadores, y ofrecerlos a los visitantes y a los propios pobladores.

Con esta base conceptual, la muestra a ser seleccionada se compondrá de 5 dueños de hosterías u hoteles que residan de forma permanente; 2 comercios dedicados a la preparación de alimentos; y 5 o más personas residentes de la población, que dispongan de otro tipo de información adicional.

3.2.1.4 Instrumentos de Medición y Técnicas

La técnica de Recolección de Datos se basará específicamente en la pregunta directa al encuestado, al cual se le solicitará información de tipo numérico y de datos descriptivos. Consecuentemente, para cada eje se preparará un cuestionario que no se deba responder únicamente con un SI o un NO, sino con información de respuestas cortas pero específicas.

3.2.1.5 Procedimientos

De entre las personas que residen en Montañita, y que se dedican a las actividades antes mencionadas: turismo, preparación y venta de alimentos y otras (pesca, por ejemplo), se seleccionará en forma voluntaria a los integrantes de la respectiva muestra, en las cantidades indicadas. No conviene que la integren personas que no deseen hacerlo o que tengan dudas acerca del objetivo de la investigación.

A los seleccionados se les hará un resumen claro y entendible de la información que se desea levantar en su población, y el destino que la misma tendrá.

De inmediato se procederá a enunciar cada una de las preguntas, volviendo a explicar el contenido de la misma hasta que haya sido completamente entendida por el/los encuestado/s. La respuesta se escribirá de forma que refleje exactamente lo que el encuestado desea informar. En caso de ser necesario, se volverá a plantear cualquier pregunta, a otra persona, y se verificará la congruencia de las respuestas.

3.2.1.6 Hipótesis de Trabajo

La hipótesis de trabajo para esta investigación en particular, se puede expresar de la siguiente manera: "La instalación de una planta de desalinización de agua de mar puede mejorar la salud y las perspectivas económicas de la población turística y local de Montañita".

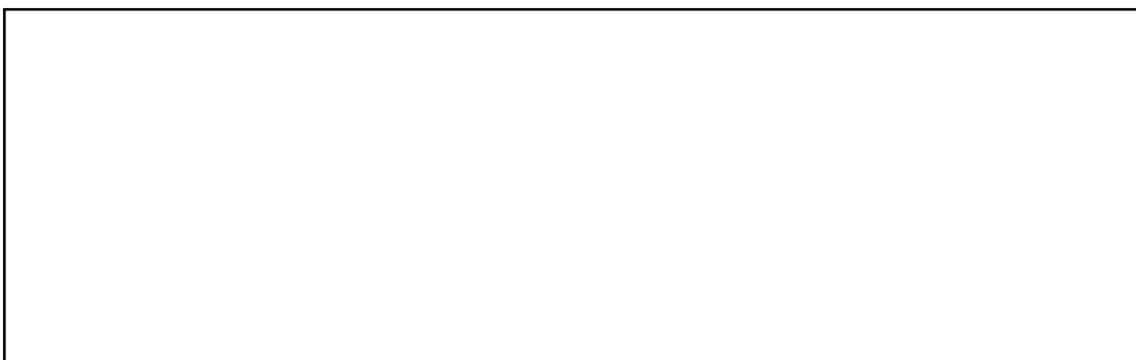
3.2.2. Recogida de datos

Los datos recogidos confirma de manera muy evidente las cifras oficiales obtenidas y consignadas en la Tabla 3.1, por lo que se dan por válidos los mismos, y se los utilizará para el diseño y dimensionamiento de la planta, considerando tanto la población con residencia permanente, como los visitantes eventuales que se dan cita en esta playa en diferentes épocas del año.

3.2.3. Análisis e interpretación de los datos

Con el cuadro anterior, en el que se condensan los datos más relevantes de la visita al campo, puede verse algunos resultados (algunos en forma gráfica):

1. La relación Hombres/Mujeres es como sigue:



RELACION MUJERES/HOMBRES

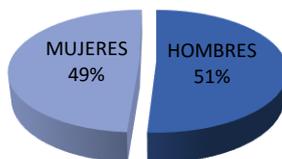


Figura 13. Relación mujeres/hombres

2. Las proporciones de niños y ancianos vs los jóvenes y adultos:



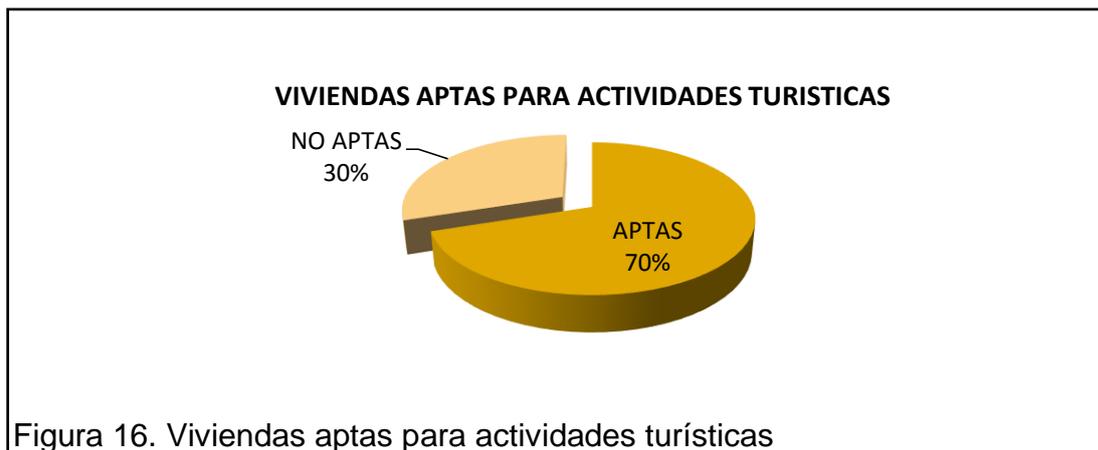
Figura 14. Composición de la población

3. Población dedicada al Turismo:



Figura 15. Personas dedicadas al turismo

4. Viviendas aptas para ser utilizadas en el Turismo y el comercio de la alimentación:



5. Cerca del 70% de las viviendas son aptas para su uso, pero solo la mitad aproximadamente, están siendo ocupadas para la preparación y venta de alimentos.
6. Para atender la demanda de habitaciones, en Montañita existen al menos 6 Hoteles/Hostales/Cabañas/resorts, etc., que pueden recibir en forma cómoda a una cantidad muy buena cantidad de visitantes-turistas, que como promedio anual puede llegar a cerca de 5.000, sin que esto signifique que no haya más visitantes que hacen turismo en estas playas a lo largo del año. Todos ellos tienen el deseo de hospedarse en la localidad, y no tener que realizar visitas diarias desde su ciudad de origen u otro sitio más cercano (Santa Elena, La Libertad o Salinas).

Figura 17. Hoteles Montañita

HOTELES MONTAÑITA
PAKALORO
HURVINEK
KUNDALINI
BAJA MONTAÑITA
ME HOTEL
NATIVA BAMBOO ECOLOGDE

7. En cuanto a las enfermedades gastrointestinales y de la piel más recurrentes, se ha obtenido finalmente una información que puede llegar

a ser importante, realizando una investigación un poco más a detalle. Esto representa un 2,5% del universo de la población.

Los 7 puntos anteriores indican resumidamente que:

- Montañita tiene un innegable potencial comercial para turismo y para una posible microindustria de procesamiento del pescado recolectado.
- La principal causa por la que estos dos negocios no prosperan o no sean sustentables, es la falta de un abastecimiento continuo y confiable de agua de consumo que tenga la calidad suficiente para satisfacer a sus visitantes, y a sí mismos como pobladores.
- Se requiere un abastecimiento diario de agua en condiciones aptas para el consumo humano, para alrededor de 3.602 pobladores; considerando un consumo diario promedio por persona de 140 litros, se requeriría una planta que produzca 490.000 litros/día (490 m³/día), más una reserva de por lo menos 216 m³ /día adicionales, para consumos pico debido a la presencia temporal o estacional de al menos unos 1500 turistas (el principal consumo será el aseo personal, pero tendrán limitada necesidad de agua para lavar ropa o cocinar).
- Si bien el número de enfermedades reportadas de viva voz por los pobladores, y seguramente no registradas en forma oficial por las autoridades locales suman 421 casos aparentemente aislados (para el año 2014), y esto representa un 11,7% de la población global, no debe desdeñarse esta cifra y pensar más bien en tratar de llevar a cero el porcentaje de casos de enfermedades debidas a la carencia o mala calidad del agua disponible en la población. En cualquier momento una enfermedad puede proliferarse y convertirse en una epidemia que de no ser atendida en forma adecuada, puede ser mortal.
- En la segunda visita de campo, se pudo establecer que en el sector de Montañita (Ruta del Sol) existe un desarrollo activo de lotizaciones más bien elitistas, orientadas a convertirse en sitios de paseo, refugio, descanso, etc., para familias que pueden realizar este tipo de inversión. El efecto lateral que se produce en la zona, y por ello en Montañita, es

que más gente va a venir a realizar turismo, y mayores van a ser las necesidades que deben ser atendidas, en cuanto a alojamiento y alimentación.

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

4.1 Selección de parámetros de Análisis

Los parámetros que se requiere evaluar para una planta que genere alrededor de 450m³ de agua desalinizada potable al día son:

- Capacidad
- Costos de Instalación
- Tiempo de Instalación
- Expansión
- Mantenibilidad
- Calidad del Agua
- Consumo de Energía
- Disponibilidad de Energía
- Porcentaje de conversión Neta

4.2 Matriz de Selección de tecnología

Tabla 11. Matriz de Selección tecnología

Parámetro	Tecnología			
	MSF	MED	CMV	OI
Capacidad	5	2	2	4
Tiempo de instalación	2	2	4	3
Costos de operación	3	3	3	2
Facilidad de expansión	2	2	2	5
Calidad del agua	5	5	5	3
Mantenibilidad	1	5	5	4
Porcentaje de conversión neta	1	2	5	4
Consumo de energía	1	1	2	5
Disponibilidad de energía	2	2	2	2
TOTAL	22	24	30	32

Nota: el puntaje para cada parámetro va de 1 – 5.

- a) CMV: Compresión mecánica de vapor
- b) MED: Destilación multiefecto
- c) MSF: Flashing multietapa
- d) OI: Osmosis Inversa

La calificación que se dará a cada parámetro será del 1 al 5 siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta de acuerdo al aspecto más conveniente que nos brinde cada tecnología.

La tecnología a utilizar será Osmosis Inversa ya que mediante la Matriz de Selección se demostró que es aquella tecnología que para el diseño de planta planteado para la comunidad de Montañita es aquel que pretende tener mayores ventajas sobre el resto de tecnologías.

4.3 Ventajas y Desventajas específicas

La Matriz de selección anterior nos muestra que la técnica a utilizar más apropiada para la Planta de Desalinización con un margen apreciable en comparación con las demás técnicas es la Osmosis Inversa.

En el acápite 1.5 muestra que el sistema de desalinización que utiliza membranas y presión positiva mediante una bomba (Osmosis Inversa).

Este proceso al igual que otros tiene sus ventajas y desventajas las cuales vamos a enumerar a continuación.

Ventajas

- Son plantas con una alta capacidad de producción.
- Fácil capacidad de expansión modular, de la cual carecen otro tipo de plantas, ya que no tienen la tecnología o es muy difícil de implementar.
- Una fácil mantenibilidad, ya que requiere de una a dos limpiezas por año.
- Un porcentaje de conversión neta de hasta el 45%. Muy aceptable.
- Entre todas las demás tecnologías la de menor consumo de energía. (0,2 – 2 y 2 – 6 kW-h/m³).

Desventajas:

- Tiempos de Instalación relativamente largos (hasta 18 meses).
- Los costos de operación de este sistema son más altos ya que se requiere reemplazar continuamente las membranas semipermeables, la calidad de estas influenciará directamente el tiempo de cambio de estas.
- La principal desventaja del sistema es la disponibilidad de energía y la confianza de disponibilidad de esta, ya que apagones podrían generar daños en los equipos de la planta.

5. CAPITULO V. DISEÑO DE LA PLANTA

5.1 Cadena de Abastecimiento

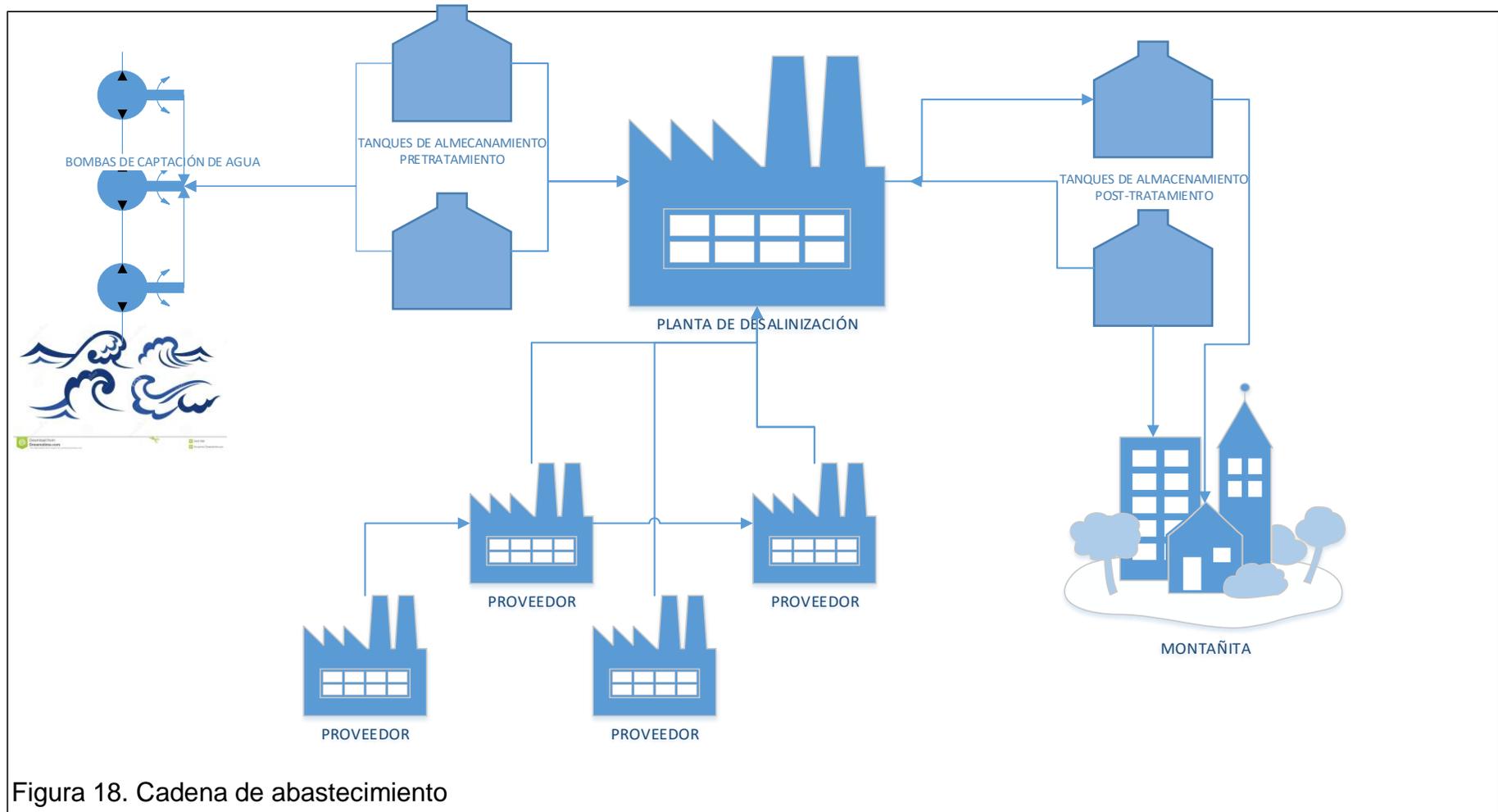


Figura 18. Cadena de abastecimiento

La cadena de abastecimiento contempla desde la captación de nuestra Materia prima principal, agua de mar, su transporte hacia los tanques de Almacenamiento pre tratamiento, el ingreso de la misma a la Planta de desalinización, su almacenaje dentro de tanques de captación y el ingreso al sistema de distribución del municipio de Montañita.

5.1.1 Proveedores

También de la misma manera se contemplan los proveedores que nos brindaran apoyo con los insumos de producción.

Tabla 12. Proveedores de suministros de producción

SUMINISTRO DE PRODUCCIÓN	PROVEEDOR	
BOMBAS DE CAPTACIÓN	TRESA	LA LLAVE
CLORO DESINFECCIÓN	ROYALCHEM	
ANTIINCRUSTANTE	ROYALCHEM	
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	SERTECPET	
COAGULANTE	QSI	
FILTROS DE ARENA	INGEMANTROL	
DECLORACIÓN	TECCA	
ACIDIFICACIÓN	TECCA	
FILTROS DE CARTUCHO	INGEMANTROL	
BOMBAS DE ALTA PRESIÓN	LA LLAVE	TRESA
EQUIPOS DE OSMOSIS INVERSA	AQUA GROUP	
TORRES DE AIREACIÓN	SERTECPET	
ALCALINIZANTE	ROYALCHEM	
PASIVANTE	ROYALCHEM	

5.2 Organigrama del personal operativo y administrativo

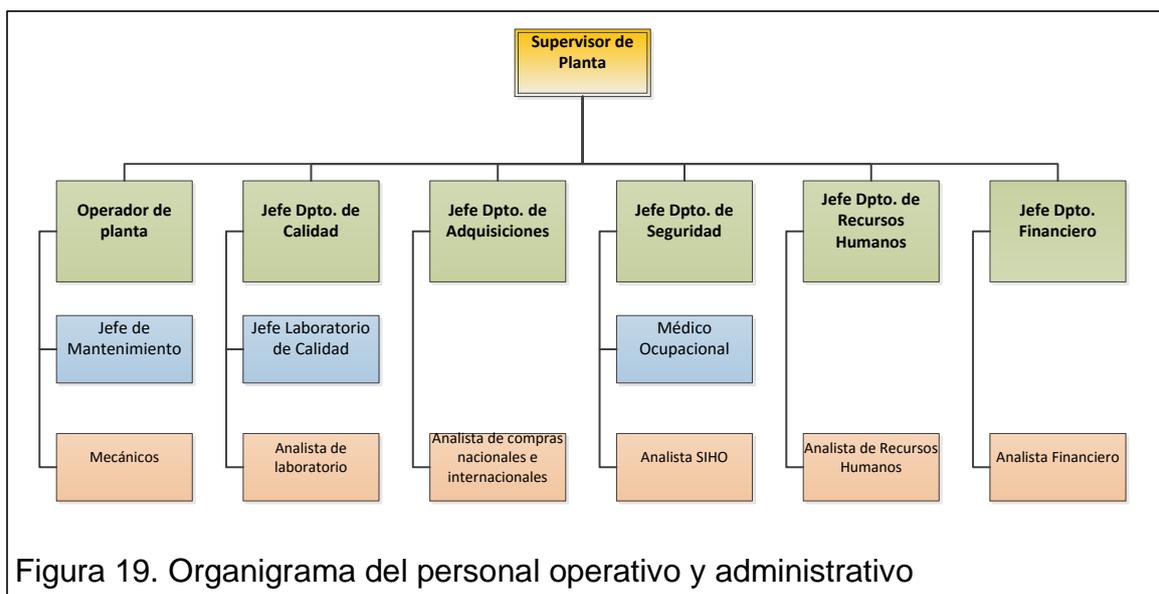


Tabla 13. Descripción de los procesos de desalinización

Unidad Operativa	Tarea	Puesto de trabajo	
		Denominación	Cantidad
Operaciones de planta	Supervisar el óptimo funcionamiento de la planta	Supervisor de planta	2
	Operar la planta	Operador de planta	5
	Planificar, coordinar y ejecutar el mantenimiento de equipos y máquinas de la planta	Jefe de mantenimiento Mecánicos	1 3
Aseguramiento de la Calidad	- Coordinar y supervisar las actividades de aseguramiento de la calidad del producto - Evaluar y revisar las características fisicoquímicas del producto bajo norma, mediante pruebas de laboratorio	Jefe del departamento de Calidad	1
		Jefe del laboratorio de calidad	1
		Analistas de laboratorio	2
Departamento de Adquisiciones	Gestionar, coordinar y ejecutar compras de materiales, insumos, materia prima (químicos), equipos para la operación óptima de la planta	Jefe del departamento	1
		Bodeguero	1
Departamento de SIHO	- Vigilar, planificar, coordinar y ejecutar actividades que garanticen la integridad física, mental y psicológica de los trabajadores	Jefe del departamento	1
		Analistas SIHO	2
		Medico ocupacional	2

	- Investigar, mitigar y controlar la ocurrencia de accidentes laborales		
Departamento de Recursos Humanos	Gestionar, coordinar y planificar las actividades de adiestramiento, contrataciones, cursos de inducción a nuevos empleados, etc.	Jefe del departamento	1
		Analista de RRHH	1
Departamento de Finanzas	Gestionar los pagos de la nómina de trabajadores y pago a proveedores	Jefe del departamento	1
		Analistas de finanzas	1
		TOTAL	25

5.3 Descripción de los procesos de desalinización

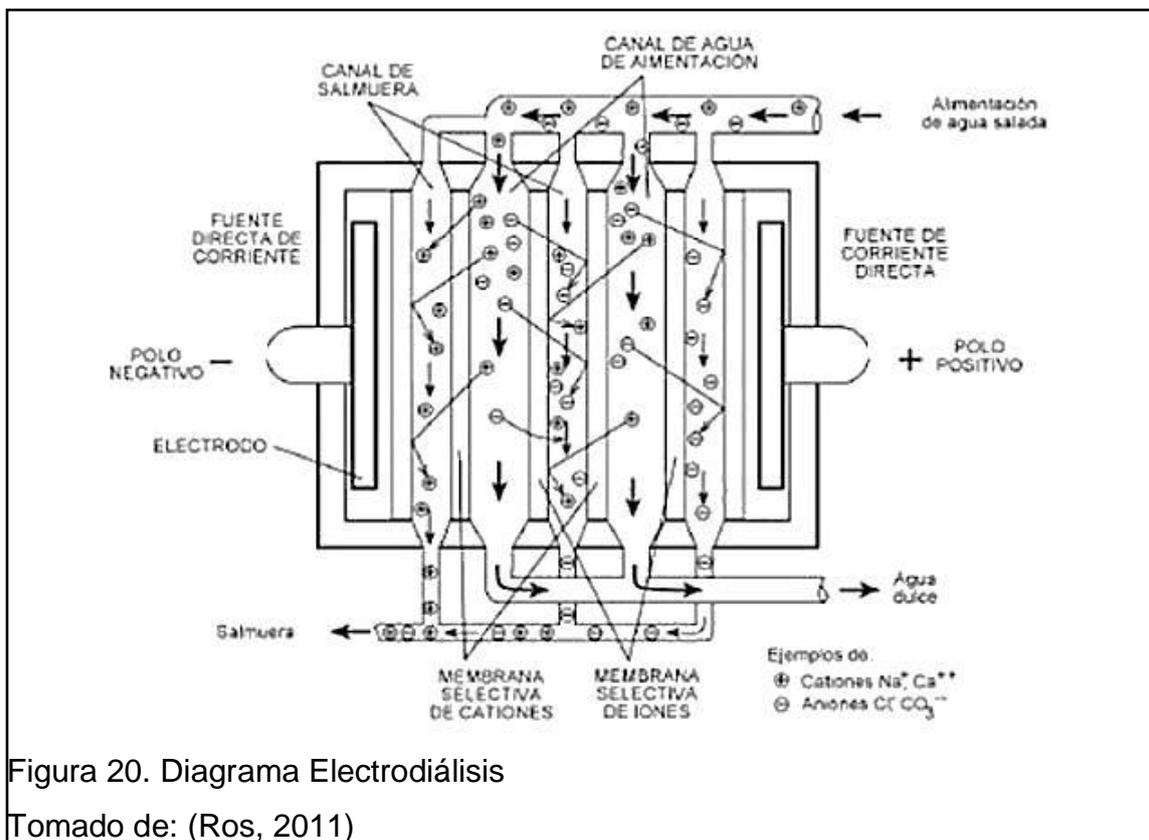
5.3.1 Electrodiálisis

De los sistemas de desalinización, este es uno de los más utilizados. Esta técnica de separación utiliza el fenómeno conocido en el cual si una corriente continua atraviesa una solución iónica, los iones que son positivos, viajan al electrodo negativo, por otro lado los iones negativos, viajarán hacia el electrodo positivo. Cationes al cátodo y aniones al ánodo. Entre ambos electrodos se tienen que colocar ambas membranas semipermeables que además sean selectivas para que de esta manera permitan tan solo el paso de Na^+ o del Cl^- , todo este proceso dará como resultado que el agua que se encuentra entre las dos membranas sea desalinizada progresivamente.

Dentro del ánodo un número par de átomos de cloruro entregan dos electrones para de esta manera formar una molécula de cloro gas. Ambos electrones viajan al cátodo y se da lugar a una disociación de agua para de esta manera producir hidrógeno en estado gaseoso.

En la figura claramente se puede ver el proceso en donde los iones se trasladan atraídos por electrodos de signo contrario a los compartimentos dejando de esta manera celdas de dilución en el agua pura y en el restante celdas de

concentración en el agua salada. El producto que se desecha, salmuera, tiene que ser eliminado. Este subproducto puede ser el 30% de toda el agua que haya sido tratada. Comúnmente se pueden encontrar valores del 15% al 20%.



Las membranas sintéticamente permeables son fabricadas comúnmente con un espesor de 50 a 200 μm . Estas membranas sirven para realizar un intercambio iónico de iones positivos o negativos. Los stack son pirámides de membranas ubicadas alternadamente entre un ánodo y un cátodo.

Las membranas permeables que seleccionan cationes, son llamadas membranas de intercambio catódico y aquellas membranas selectivas de aniones son llamadas membranas de intercambio anicónico. En la matriz de la membrana se fija la carga iónica.

El intercambio iónico tiene que ser insoluble por parte de la membrana en disolución acuosa y no presentar resistencia eléctrica para de esta manera no

presentar resistencia a la carga eléctrica y garantizar una diferencia de potencial elevada para que los iones migren desde la corriente diluida.

El agua debe recibir tratamiento después de este procedimiento para eliminar cualquier compuesto orgánico o microorganismos que se encuentren todavía dentro del agua tratada.

Adicionalmente el agua debe ser filtrada para con este proceso eliminar la turbidez de la misma, las membranas no son propensas a contaminación, ya que el agua de la fuente no pasa a través de las mismas. Periódicamente se debe realizar una inversión iónica para reducir la posibilidad de contaminación y reducir acumulaciones.

Una de las grandes desventajas de este sistema es que requiere grandes cantidades de energía para producir la corriente constante necesaria que impulse una purificación y para conjuntamente propulsar el agua a través del sistema mediante el bombeo de la misma. Mientras más cantidad de sal disuelta en el agua se requiere más cantidad de energía para hacer que el mismo funcione con una eficiencia suficiente para desalinizar el agua de mar. Este es el motivo principal, el alto consumo de energía por el cual este tipo de desalinización no se utiliza dentro del proyecto. Este tipo de desalinización se la puede utilizar en sistemas más pequeños como los que se encuentra en Barcos. (Ros, 2011)

Ósmosis Inversa

Ósmosis es un proceso en el cual a través de una membrana semipermeable pasan moléculas de menor a mayor concentración de soluto. La membrana divide las soluciones, con mayor velocidad aquellas que cuentan con mayor concentración. El proceso finaliza cuando se igualan las velocidades del paso de moléculas a través de la membrana. Cuando se igualan las velocidades la presión en ambos lados del sistema es la misma culminando con el proceso de ósmosis.

Con la siguiente ecuación se puede entender como de la misma manera que con los gases ideales las partículas se encuentran realmente distantes las unas de las otras en disoluciones y no se puede encontrar interacción entre las mismas. Sin embargo en soluciones que se encuentren diluidas la presión osmótica se encuentra con la siguiente expresión:

$$\pi = nRT/V \quad \text{(Ecuación 1)}$$

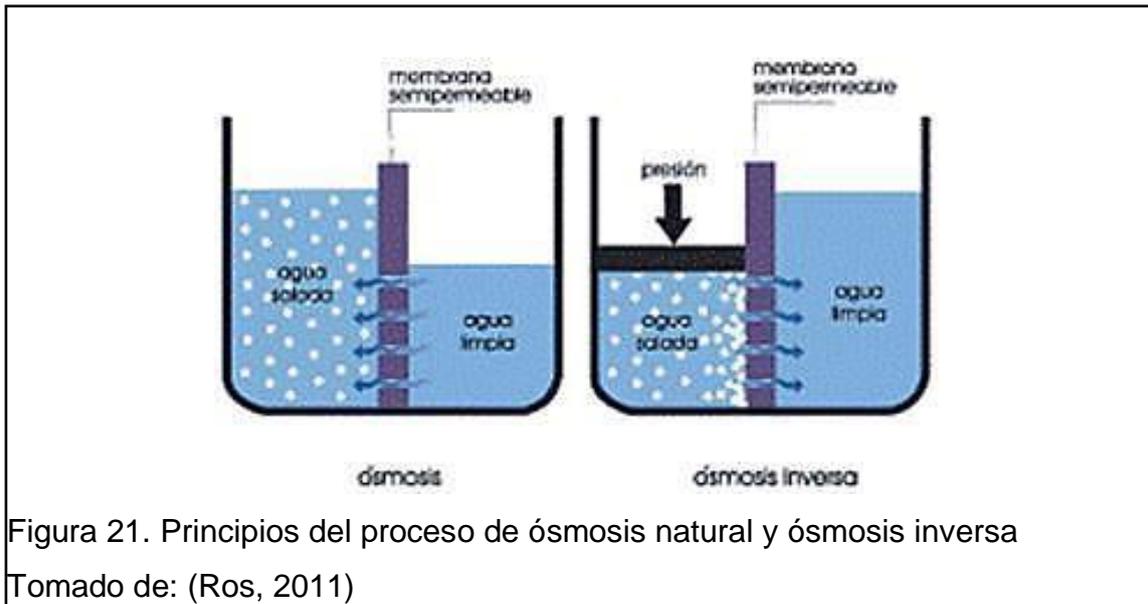
- n es el número de moles del soluto.
- V es el volumen de la solución en litros.
- R es una constante general de gases.
- T es la temperatura.

Debido a que n/V es correspondiente a la expresión de concentración, la ecuación va a formarse de la siguiente manera.

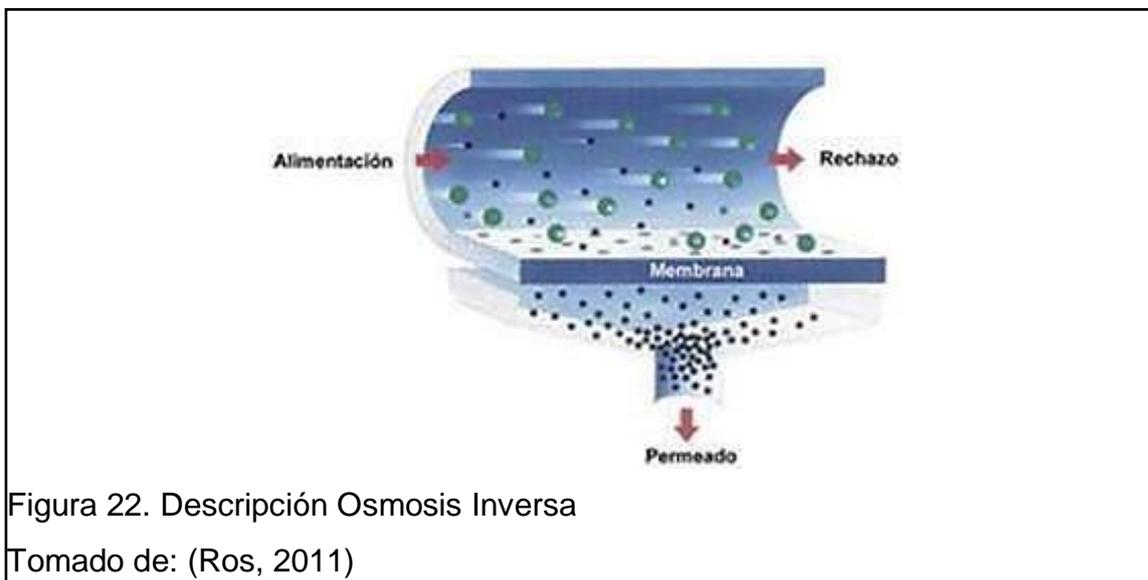
$$\pi = MRT \quad \text{(Ecuación 2)}$$

- M es la solución expresada en moles por cada litro.

Si invertimos el proceso y aplicamos una presión en el tubo de la solución más concentrada (a través de una bomba), el movimiento se produce de la solución más concentrada a la solución más diluida. Este proceso es lo que constituye la ósmosis inversa. La altura que alcanza la solución en el nuevo equilibrio es función de la presión que se aplica, de las características de las membranas y de las concentraciones de ambas soluciones.



En consecuencia, para desalar por ósmosis inversa es preciso disponer de una membrana semipermeable y de una fuerza exterior que impulse el agua a través de la membrana.



Comparando el proceso de ósmosis inversa con la destilación y la electrodiálisis es un proceso nuevo, ya que su comercialización y la utilización de la misma en plantas industriales tan solo pudo ser realidad desde los años 70.

Este proceso utiliza presión para que se fuerce el paso del agua por las membranas. El paso a través de las membranas deja atrás las sales disueltas como subproducto del proceso. No se requiere ni calentamiento del agua ni cambio de fase de líquida a vapor siendo esto beneficioso en el consumo de energía en el sistema. El mayor gasto de energía se lo efectúa en la presurización del agua para que esta pase a través del sistema. Hay cuatro tipos de configuraciones que se pueden encontrar en el mercado de sistemas de ósmosis inversa, estas incluyen:

- Placa plana
- Tubular
- Arrollamiento en espiral
- Fibra hueca.

La mayoría de las instalaciones que cuentan con estos sistemas tienen las configuraciones de arrollamiento en espiral y fibra hueca. La presión con la que se va a trabajar en el sistema y la pureza que se conseguirá del producto, varían de acuerdo a la cantidad de sal disuelta en el agua que se encuentre en el agua fuente y las membranas que sean empleadas en el sistema para realizar el proceso de ósmosis.

La membrana que sea utilizada para realizar el proceso de ósmosis inversa tiene que resistir presiones mayores a la presión que se ejerce en la presión osmótica de otra manera se quebrarían y el proceso sería ineficiente.

El factor de conversión de agua salada a agua dulce desalinizada es de 45%. Este es el factor que se utilizará para realizar los cálculos de capacidad de planta adelante en el proyecto.

La calidad del agua por otra parte puede conseguirse de 300 a 500 ppm de sólidos disueltos. Esta cifra es más que suficiente permisible por la OMS para el consumo de agua.

Gracias a la flexibilidad que nos brinda el proceso de ósmosis inversa, es utilizada en varias plantas para variar la capacidad de producción de acuerdo a la demanda presentada por los clientes de las mismas. El continuo desarrollo de la tecnología hace que cada día se vuelva más accesible económicamente la utilización de este sistema.

Es conveniente señalar, dentro de la amplia teoría referente a la Osmosis Inversa, que existe un fenómeno llamado de polarización. Esto complica matemáticamente el diseño de los procesos.

Coeficiente de permeabilidad

El coeficiente de permeabilidad es flujo que se consigue de la membrana por cada unidad de superficie de la misma. La unidad de presión de esta se mide en l/hm²/bar.

5.4 Descripción del proceso mismo de ósmosis inversa

La OI es un proceso dónde el agua pasa a través de una membrana semipermeable impulsada por una bomba que eleva su presión hasta un valor superior al de su presión osmótica natural. Para este propósito se utiliza típicamente una bomba de alta presión, del orden de 5,4 a 8,2 MPa (780 a 1.190 psi).

El proceso de ósmosis inversa es tan simple que a priori solo son necesarias las membranas que filtren el contenido salino y el equipo presurizador. Pero una planta de OI es mucho más compleja que una agrupación de módulos y una o varias bombas, por ejemplo las membranas se ensucian muy fácilmente con la operación continuada y necesita un pretratamiento intensivo (mucho mayor que en los procesos de destilación).

Además, en las plantas de desalinización de agua de mar con membranas, generalmente se implementa una recuperación de energía de la corriente de

salmuera que abandona la membrana a alta presión. Para ello se utilizan, entre otros, dispositivos tipo Pelton Wheel (rodetes Pelton), sistemas de intercambio de presión y los turbocargadores). Los citados dispositivos permiten recuperaciones de energía del orden del 28-30%.

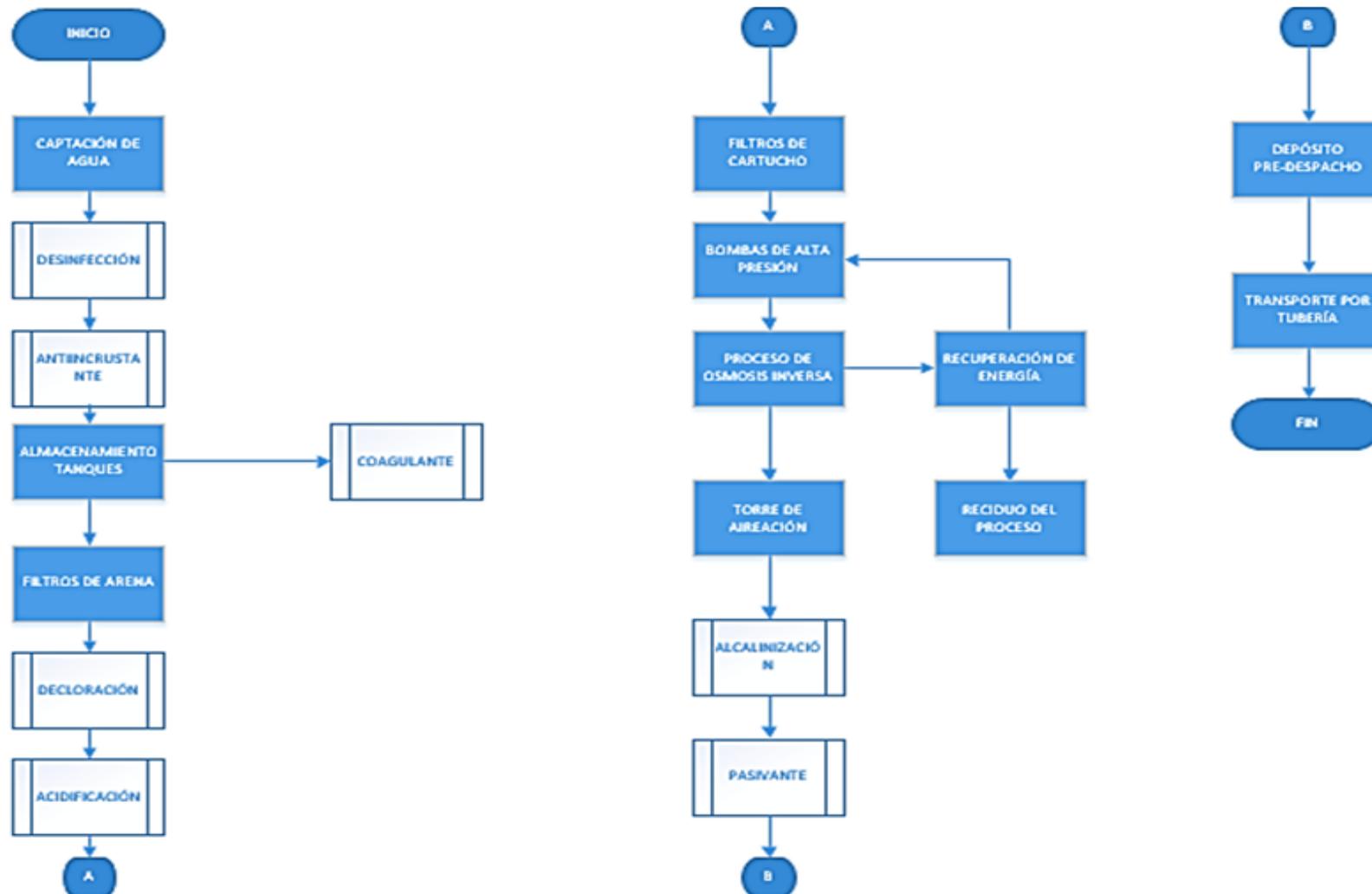


Figura 23. Diagrama simplificado de funcionamiento de una planta de Ósmosis Inversa

Mediante hiperfiltración con alta presión se realiza el proceso de ósmosis inversa gracias a las membranas semipermeables. Antes de que el agua de mar entre en contacto con cualquier parte del proceso, esta requiere tratamiento químico y físico para reducir los riesgos de obturación de las partículas o de precipitación de sales solubles. El agua que ha sido ya pasada por el proceso de ósmosis inversa tiene que también ser tratada para equilibrar el contenido de minerales de la misma y que no cause un riesgo de corrosión en el sistema.

Las instalaciones de desalinización de agua de mar deben contener desde elementos de toma de agua de la fuente hasta tanque de almacenamiento del agua ya desalinizada.

Las partes en las que se subdivide las instalaciones de plantas de desalinización son las siguientes:

- Captación de agua → Suministro de agua de alimentación al proceso.
- Pre tratamiento físico-químico → Orientado a prevenir los posibles daños que puedan sufrir las membranas.
- Desalación → Separación del agua bruta en producto potable y salmuera.
- Post-tratamiento → Constituye la etapa final; ajuste de la calidad del agua.

5.4.1 Subprocesos

- Desinfección:

La desinfección del agua que se recibe mediante las bombas de captación del Océano, se realizará mediante cloración. El método de cloración se realiza mediante hipoclorito de sodio, lejía, ya que este insumo es fácil de almacenar y dosificar en la tubería de transporte de las Bombas de captación hacia la Planta de desalinización. De acuerdo a la cantidad Microbiológica y de Residuos Sólidos y Disueltos en el agua de mar varía la cantidad de lejía que se debe dosificar.

- Anti incrustante:

El anti incrustante es un compuesto químico que es utilizado en aguas duras, es decir aguas que contienen alto contenido de sales. Este es utilizado para evitar que las sales del agua se depositen en los conductos, superficies o depósitos y perjudiquen el proceso. El anti incrustante reacciona con Magnesio y con Calcio y de esta manera evita la cristalización de los mismos y la incrustación de estos en conductos.

- Coagulante:

El coagulante es un químico que incita la formación de sustancias coloidales dentro de los tanques de Almacenamiento pre tratamiento, de esta manera fomenta la formación de coágulos o flóculos que permiten debido a su tamaño puedan ir al fondo del tanque y así ser purgados. Los residuos sólidos y disueltos son atrapados por el coagulante, formando pequeñas masas que son enviadas a la parte baja del tanque de Almacenamiento, ayudando a mejorar la pureza del agua antes de entrar a la planta de desalinización.

- Decloración:

La decloración es un método que se utiliza en aguas tratadas con cloro para reducir la cantidad de cloro en el agua. Para realizar la decloración se utiliza dióxido de azufre. Es necesario 1 mg/L de dióxido de azufre para eliminar 1 mg/L de Cloro en el agua. La reacción es casi instantánea es por este motivo que se puede realizar el proceso directamente en la tubería que transporta el agua de los Filtros de Arena a los Filtros de Cartucho.

- Acidificación:

El proceso de acidificación se realiza para controlar el pH del agua conseguida del Océano. El agua a ser tratada es tratada con un acidificante para de esta manera subir el pH del agua y que esta sea más resistente contra posibles organismos microbiológicos que podrían perjudicar la salud del consumidor. El acidificante se lo dosifica dentro de la tubería de transporte de acuerdo al pH del agua a ser tratada para de esta manera generar un valor agregado y darle mayor seguridad al consumidor.

- Alcalinización:

La alcalinización es un proceso químico que en donde se reduce la concentración de iones hidronio (H^+) en el agua. El Alcalinizante le da la alcalinidad adecuada al agua para prevenir la corrosión y provocar la precipitación de Calcio y Magnesio.

5.4.2 Captación de agua

El diseño de la planta de desalinización de agua de mar inicia con el punto de captación del agua fuente desde el mar, determinándose el tipo de obra a instalar de acuerdo a las propiedades del agua y a las propiedades hidrogeológicas de los acuíferos.

Para la confección del diseño adecuado de la toma de agua, se realiza un estudio hidrogeológico de la zona, incluyendo cartografía geológica continental y marina, batimetría y sondeos verticales de reconocimiento con extracción de muestra continua. Aunque puede tratarse de instalaciones tan distintas como desalación de agua salobre o de mar, desde el punto de vista de las dificultades que a posteriori van a plantear al proceso, puede hablarse de tomas de agua «abierta o superficial» y «cerradas o a través de pozo».

Tabla 14. Características de los procedimientos de Captación.

Características de los procedimientos de captación	
Captación Cerrada	Captación Abierta
Agua limpia como consecuencia de la acción filtrante del terreno	Contenido en sólidos en suspensión importante y variable
Minima Actividad Organica y Biologica	Importante actividad biológica y presencia de material orgánica
Baja concentración de Oxígeno Disuelto	Mayor exposición a la contaminación
Temperaturas Estables	Importante concentración de oxígeno disuelto
Posible Consecuencia de Importantes concentraciones de Hierro, Magnesio, Silicio y Aluminio	Composición Química muy variable
Posible contaminación por nitratos y plagicidas	Posible presencia de gran variedad de contaminantes
Composición Química bastante estable aunque sujeta a variaciones temporales o estacionales por contacto con otros acuíferos.	Temperaturas mas variables

Analizando la tabla, es fácil llegar a la conclusión de que las captaciones cerradas son preferibles a las abiertas. De hecho, estas últimas sólo se emplean cuando las primeras no son posibles de realizar.

Toma cerrada:

La toma cerrada de agua mediante agua de pozo es la ideal y aquella que siempre se tiene que intentar construir. En este tipo de toma se tiene que considerar la permeabilización de caudales a través del terreno. Algo que es costoso para la implementación. Siempre y cuando las condiciones hidrogeológicas lo permitan este tipo de obras de toma es el más recomendable, pero en algunos casos el agua de fuentes subterráneas tiende a ser muy irregular en su caudal y propiedades fisicoquímicas lo que genera más gastos por acondicionamiento.

Otro de los aspectos a considerar es la pérdida de caudales que puede producirse en los pozos a lo largo del tiempo, bien porque se produzca la

sobreexplotación del acuífero del que se alimenta, en el caso de zonas de interior, o por arrastre de elementos finos que obstruyen la afluencia de agua al pozo, en el caso del agua de mar.

Las mayores dificultades en la construcción de los pozos de captación se producen en las zonas costeras (pozos playeros), especialmente por los grandes caudales que se requieren para las instalaciones de agua de mar, que además de tener factores de recuperación menores, 40-50 %, suelen ser de mayores dimensiones para aprovechar la economía de escala. Pero un pozo playero bien diseñado y bien desarrollado, equipado con rejillas, simplemente utiliza el lecho de grava y arena de la playa como un gigante y eficaz filtro de arena.

Estos aspectos deben tenerse muy en cuenta a la hora de realizar la captación y tratar de aflorar caudales en exceso sobre los previstos, pues cualquier reducción de los mismos dejaría la instalación en condiciones precarias o requeriría obras adicionales en el futuro, que siempre son bastante más caras y hasta difíciles de ejecutar.

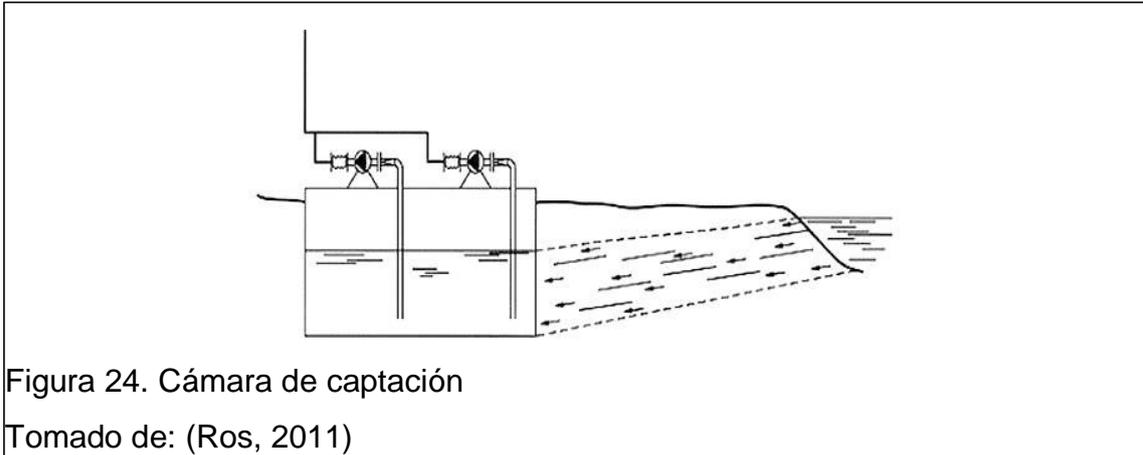
Dentro de las variaciones más frecuentes que se plantean en la toma cerrada de agua de mar podemos citar:

Cámara de captación:

Consiste en un depósito que se excava por debajo de la cota del agua en el terreno. Su forma puede ser circular en el caso de pozos normales para instalaciones pequeñas, o rectangular cuando son de mayor capacidad.

De esta forma el agua filtra a través de las paredes de la cántara o depósito, de la que es extraída mediante bombas horizontales. Es una obra que presenta bastantes dificultades cuando la excavación es en roca y se precisa de grandes caudales, pues la parte inferior de la cántara se excava en zona inundada y resulta difícil estimar el caudal disponible.

El aspecto más importante de la construcción es la determinación de la cota inferior de la excavación, para que una vez colocadas las bombas se respeten los valores de la altura de aspiración, sumergencia y distancias entre base de la aspiración y fondo del depósito.



Cuando las necesidades de captación son elevadas, la cántara se sustituye por una galería o canal enterrado, abierto por uno de sus extremos, que se construye paralelo a la línea de costa. Si la capa de terreno permeable a través de la cual se espera la aportación de agua no tiene demasiado espesor, la pared de la galería aguas arriba se excava y construye hasta dentro de la capa impermeable subyacente, mientras que la pared exterior, menos profunda, queda dentro de los límites del terreno permeable. De esta forma se aumenta el frente de entrada de agua.



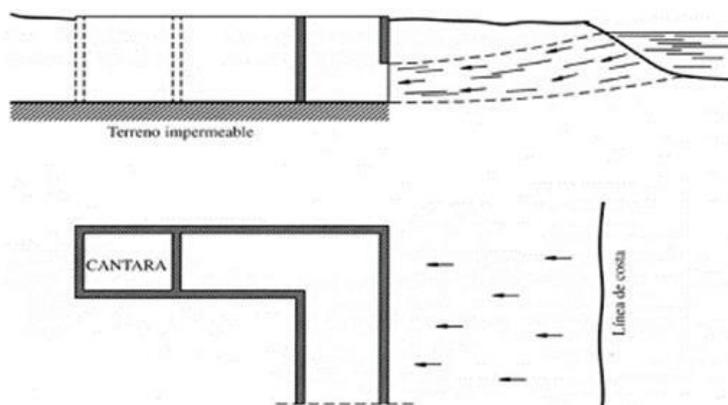


Figura 25. Canal de toma
 Tamado de: (Ros, 2011)

La mayor dificultad consiste en todos los casos en garantizar el caudal necesario para la instalación.

5.4.3 Pre tratamiento

Uno de los principales requisitos para que las plantas desaladoras tengan un funcionamiento económicamente viable a largo plazo es realizar un pretratamiento de alta calidad del agua captada. Por lo tanto, los procesos tradicionales de pretratamiento en plantas desaladoras y la dosis correlativa de productos químicos debe optimizarse continuamente para poder adaptarse al día a día, y a veces cada hora, a los cambios en el agua de alimentación, para asegurar que se alcanzan los valores necesarios del agua captada para las unidades de Osmosis Inversa.

El pretratamiento se requiere en la ósmosis inversa por tres razones de prevención totalmente diferentes: Incrustación, ensuciamiento (Fouling) y ataque a las membranas. Cuando cualquiera de los dos primeros fenómenos ocurre, se traduce en una disminución en el rendimiento de la planta, o en un aumento de la presión de operación. También puede estar acompañado por un aumento en la presión diferencial y en la salinidad del producto. Los síntomas de un ataque bacteriano o químico a las membranas son totalmente opuestos a los que se evidencian por ensuciamiento o por incrustación. Estos ataques en efecto dañan

irreversiblemente a la capa de rechazo de sales de la membrana y permiten el paso relativamente libre de sales y de agua.

En definitiva, el agua de captación, antes de ser alimentada a estas plantas, debe ser sometida a una etapa de pretratamiento físico-químico más compleja que la requerida por las tecnologías térmicas. El fin del pretratamiento es minimizar el atascamiento de las membranas semipermeables, donde se da el fenómeno de OI. Varias operaciones se realizan antes de que el agua pase a través de las membranas

- Cloración. Interrumpe el desarrollo de bacterias.
- Coagulación. Elimina partículas coloidales en el agua fuente.
- Filtrado. Filtración del agua para reducir el índice cantidad de arena en el sistema.
- Micro filtración.
- Edificación. Reducción de pH del agua.
- Anti incrustante añadido.
- Declaración.
- Filtración.

5.4.4 Bombeo de captación de agua de mar

Como parte principal a la hora de realizar el proceso de la desalación, propiamente dicho, existe el bombeo del agua de mar a la planta desaladora, el cual se realiza por medio de unos elementos impulsores que lo que provocan es la elevación de la presión del agua de mar desde el nivel de presión atmosférica (o presión de referencia en el que inicialmente se encuentra el agua de mar) hasta la presión de entrada de la desaladora para que pueda producirse el proceso de la desalación. No suele ser un salto bórico (elevación de presión) demasiado elevado ya que las desaladoras no se construyen, por norma general, a grandes cotas sobre la costa ni tampoco a gran distancia del punto de toma de agua de mar. No obstante, como siempre, también hay excepciones y no se puede tomar la anterior premisa como una norma general.

Aparte de la presión, el siguiente parámetro que define el punto de funcionamiento de una bomba es el caudal, lo que indica las necesidades a satisfacer con motivo de la construcción de la instalación desaladora de agua de mar.

Para que la bomba funcione correctamente se ha de producir el cebado de la misma. Es decir, el llenado de líquido de la tubería de aspiración-succión y la carcasa de la bomba, para facilitar la succión de líquido, evitando que queden bolsas de aire en el interior.

Hay dos tipos de bombas fundamentales en la decisión de la incorporación de este tipo de bombas a una instalación desaladora de agua de mar:

- a) Bombas horizontales de cámara partida y multifásicas. Son del tipo de la fotografía mostrada. Como característica fundamental de la misma es la distribución horizontal del cuerpo de la bomba y la partición de la carcasa, lo que le da su nombre.



- b) Bombas verticales de flujo mixto: Son habitualmente utilizadas cuando es necesario bombear un líquido a presión moderada desde captaciones

abiertas. Este es el típico caso de las bombas de captación para instalaciones desaladoras de agua de mar realizadas con toma abierta o con una cántara de captación cuyos caudales a tratar son tan grandes que haría inviable una toma por pozo playero.



Normalmente, estas bombas van situadas en cántaras de captación de modo que se sitúan sobre una plataforma realizada a base de hormigón para que se pueda llegar a producir la toma de agua.

La distribución de las bombas en la captación para este tipo de casos viene reflejada en la siguiente figura y sus motores van por lo general, acompañados de los denominados variadores de frecuencia que permiten esas fluctuaciones de régimen sufridas como consecuencia de las modificaciones tanto en caudal como en la altura o incluso en los arranques y paradas que se producen de forma accidental en la instalación. Otra posibilidad alternativa a esta es la incorporación de arrancadores suaves.

Se recomienda, por seguridad, las bombas deben colocarse a una distancia lo suficientemente grande como para permitir la no afección entre las captaciones de dos bombas consecutivas ya que provocaría posibles casos de cavitación o de aspiración en vacío entre ellas. (Nuñez, 2015)

A continuación un ejemplo típico de bomba vertical sumergible apropiada para este uso. La marca es WILLO[®], su tamaño es de 6 pulgadas y puede fácilmente evacuar los 240 m³/día (10 m³/h) que se requiere de cada una de las bombas (ver el cuadro final con cantidades y tamaños de los equipos).

Online Catalogue / Sub TWI 6

Descripción de las series

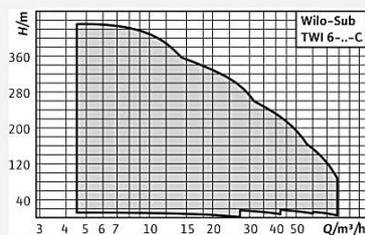
Diagrama general

Equipamiento/función

Lista de productos

Documentos

Wilo-Sub TWI 6


ErP
 READY
 APPLIES TO DIRECTIVE FOR ENERGY RELATED PRODUCTS

Tipo

Bomba sumergible multietapas de 6" en modelo con tirante para la instalación horizontal o vertical

Aplicación

- Para el abastecimiento de agua y de agua potable desde perforaciones y cisternas
- Abastecimiento de agua para uso industrial
- Para el abastecimiento de agua comunitario, riego por aspersión e irrigación
- Subida de presión
- Bajada del nivel de agua
- Para la impulsión del agua en aplicaciones industriales
- Para la impulsión de agua sin componentes de fibra larga ni abrasivos

Código del tipo

 Ejemplo: **Wilo-Sub TWI 6.18-04-C-SD**

TWI	Bomba sumergible
6	Diámetro del sistema hidráulico en pulgadas ["]
18	Caudal nominal [m³/h]
04	Número de etapas del sistema hidráulico
C	Generación de series
SD	Arranque Sin = arranque directo SD = arranque estrella-triángulo

Características especiales/ventajas del producto

- Prolongada vida útil gracias al acero inoxidable resistente a la corrosión, opcional en calidad V4A
- Homologación ACS para su uso con agua potable
- Gran flexibilidad gracias a las ejecuciones en áreas de 4, 6, 8 y 10 pulgadas
- Gran gama de potencia de 1 a 250 m³/h

Equipamiento/función

- Bomba sumergible multietapas con rodetes radiales o semiaxiales
- Válvula antirretorno integrada
- Acoplamiento NEMA
- Motor trifásico
- Motores herméticamente sellados
- Motores rebobinables

Datos técnicos

- Índice de eficiencia mínima (MEI) ≥ 0,4
- Conexión a la red: 3~400 V, 50 Hz
- Modo de funcionamiento sumergido: S1
- Temperatura del fluido: 3-30 °C
- Flujo mínimo en el motor:
 - Motores herméticamente sellados: 0,08 - 0,16 m/s
 - Motores rebobinables (SD-R): 0,1 - 0,5 m/s (según el tipo)
- Contenido máx. de arena: 50 g/m³
- Número máx. de arranques: 20/h
- Profundidad de inmersión máx.:
 - Motores herméticamente sellados: 350 m
 - Motores rebobinables: 100 m
- Tipo de protección: IP 68
- Conexión de impulsión: Rp 2½ - Rp 3

Materiales

- Carcasa hidráulica: Acero inoxidable 1.4301
- Rodetes: Acero inoxidable 1.4301
- Eje de la hidráulica: Acero inoxidable 1.4057
- Carcasa del motor: EN-GJL o acero inoxidable 1.4301
- Eje del motor: acero inoxidable 1.4305 o 1.4301

Descripción/construcción

Bomba sumergible con autorización ACS para instalación horizontal o vertical. Sistema hidráulico. Bomba sumergible multietapas con conexión NEMA de 4" o 6" y rodetes radiales o semiaxiales en módulo. Válvula antirretorno integrada. Todas las piezas en contacto con el fluido están fabricadas con materiales resistentes a la corrosión.

Motor

Motor trifásico para arranque directo y en estrella-triángulo. Motor obturado, sellado herméticamente, con bobinado aislado con barniz, impregnado de resina, o motor rebobinable con bobinado aislado con PVC, cojinete autolubrificante, con llenado de agua-glicol.

Refrigeración

El motor se refrigera a través del fluido de impulsión. El motor siempre se debe utilizar sumergido. Se deben respetar los valores límite de la temperatura máx. del fluido y de la velocidad mín. de flujo. La instalación vertical se puede realizar opcionalmente con o sin camisa de refrigeración. En cambio, la instalación horizontal siempre debe contar con una camisa de refrigeración.

Revestimiento de presión

El revestimiento de presión permite montar el complemento directamente en el sistema de tuberías. En este caso, no hay ninguna válvula antirretorno instalada de serie. La presión máxima de entrada es de 10 bar.

Dimensionamiento

- Con estos complementos no es posible la aspiración.
- El complemento debe estar totalmente cubierto de agua durante el servicio.

Suministro

- Sistema hidráulico y motor ya montados
- 4/5/10 m de cable de conexión homologado para el uso con agua potable (sección: 4x2,5 mm² o 4x4 mm²)
- Instrucciones de instalación y funcionamiento

Opciones

- Sistema hidráulico de acero inoxidable 1.4401
- Motor de acero inoxidable 1.4401, 1.4408 o 1.4571
- Ejecución de 60 Hz
- Arranque estrella-triángulo
- Motor rebobinable
- Motor rebobinable con llenado de agua potable
- Complementos configurados para ejecuciones especiales

Indicaciones generales - Directiva ErP (Ökodesign)

- El valor de referencia para las bombas hidráulicas más eficientes es MEI ≥ 0,70
- La eficiencia de una bomba con un impulsor ajustado suele ser inferior a la de una bomba con el impulsor de diámetro completo. El ajuste del impulsor adapta la bomba a un punto de trabajo fijado, que da lugar a un menor consumo energético. El índice de eficiencia mínima (MEI) se basa en el impulsor de diámetro completo.
- El funcionamiento de esta bomba hidráulica con puntos de trabajo variables puede resultar más eficiente y económico si se controla, por ejemplo, mediante el uso de un mando de regulación de velocidad que ajuste el trabajo de la bomba al sistema.
- La información sobre los criterios de referencia de la eficiencia puede consultarse en www.europump.org/efficiencycharts

Figura 28. Especificaciones técnicas BOMBA WILO

Tomado de: (Wilo, s.f.)

5.5 Tuberías preferidas para manejo de agua salada

En fontanería se pueden distinguir dos grandes tipos de tuberías, la de metal y las de plástico. Las tuberías de plástico más utilizadas son las de PVC (policloruro de vinilo), las de CPVC (policloruro de vinilo clorado), PEX (polietileno reticulado) y PolyPipe®. Entre las tuberías de metal, las más habituales las de cobre, acero inoxidable y las de acero galvanizado. Cada tipo de tubería tiene características distintivas y se utiliza para cubrir necesidades específicas.

Tuberías de plástico

Poli cloruro de vinilo (PVC) es lo mismo que cloruro de polivinilo pero el nombre correcto según la IUPAC es el primero. Y según el sentido común también pues es un polímero en el que se repite el cloruro de vinilo.

El agua transportada a alta presión, comúnmente es transportada a través de tubería PVC. Existen diferentes diámetros estándares de acuerdo a la necesidad que el cliente considere necesitar para la creación del sistema en donde lo vaya a utilizar. Este tipo de tubería no puede ser utilizada en caso de que se vaya a transportar agua caliente ya que el agua a altas temperaturas puede deformar o hasta derretir el material de la tubería.

CPVC (Poli cloruro de vinilo clorado) se deriva del PVC ya que este tiene mayor cloración que el PVC, el color del material es amarillo y este si soporta altas temperaturas para el transporte de los líquidos a través de este.

Las tuberías de polietileno reticulado, PEX, son cada vez más populares aunque su historia se remonta a los años 1920. Las tuberías de PEX cuentan con las mismas características que las tuberías de CPVC pero soportan temperaturas mucho más altas y por ello son utilizadas frecuentemente en calderas y sistemas de calentamiento mediante agua. Las tuberías de PEX tienen un color blanco-

crema aunque suelen colorearse en azul y rojo para denotar el paso de agua fría y caliente respectivamente.

PolyPipe® es una tubería gruesa de color negro y es utilizada para transportar agua a altas presiones. PolyPipe® es un material rígido y rara vez se lo puede encontrar en sistemas diferentes a aquellos que deseen transportar agua a presión alta.

Tuberías de metal

Son habituales en uso doméstico ya que por el precio es costeable para viviendas, pero no para una empresa de esta magnitud y que las utilice para transportar el caudal que se pretende. Las tuberías de cobre no tienen problema en el transporte de agua a alta temperatura y este tipo de material tiene diferentes tamaños estándar para ser utilizados por el cliente.

La tubería de acero inoxidable al ser más cara es menos común en su utilización, sin embargo como características principales no se ve afectada por la corrosión ni por la cavitación.

La tubería galvanizada puede garantizar una no corrosión de la misma hasta que el tratamiento de esta se agote.



5.6 Equipos para Ósmosis Inversa

Los equipos para desalación de agua de mar por Ósmosis Inversa pueden venir en tamaños para uso doméstico, industrial o municipal, dependiendo esencialmente del número de usuarios a ser atendidos. Existen en el mercado varias marcas, de las cuales se ha investigado y seleccionado en particular los equipos de la marca Pure Water, Inc[®] cuyas características estándar son las siguientes:

- Cartucho de alta Resistencia con un filtro de 5 micrones
- Bomba de acero inoxidable resistente al agua de mar de alta calidad
- Manómetros de 316 acero inoxidable llenos de líquido
- Medidores de producto y rechazo
- Membranas para agua de mar TFC enrolladas en espiral echo en EE.UU.
- Carcasas de fibra de vidrio de 1000 PSI, echo en EE.UU.

- Fuente de alimentación: 460V/3Ph/60Hz, otros voltajes disponibles bajo pedido
- Interruptor de baja y alta presión
- Monitor de TDS en el lado del producto
- Tubería de baja presión de PVC
- Tubería de alta presión de acero
- Válvula reguladora de acero inoxidable para el rechazo
- Válvula de alimentación con cierre automático
- Recuperación de energía en los modelos SW-63K-4480 y mayores
- Estructura de acero pintado con resina epoxy y pintura de polvo, con pies de acero inoxidable
- Panel de control basado en microprocesador / PLC
- Controlador VFD para sistemas más grandes

Bajo este contexto, y considerando un factor de recuperación del 45%, en la siguiente tabla se aprecian los varios tamaños de las unidades disponibles bajo esta marca, y se ha seleccionado el modelo SW-136K-5680, con una capacidad para permear (filtrar) hasta 515 m³/día. Las 3 unidades sugeridas (ver tabla de equipos y capacidades) se pueden utilizar de esta forma:

- Dos unidades en forma regular, para abastecer a la población de Montañita, 3.000 habitantes aproximadamente, con alrededor de 480 m³/día de agua tratada. La tercera unidad permanece en reserva para ingresar a un programa de mantenimiento rotativo de las 3 unidades.
- En caso de mayor demanda estacional, entraría a funcionar la tercera unidad, abasteciendo con cerca de 720 m³/día de agua tratada, para unos 5.000 habitantes, entre fijos y temporales. No habría reserva, pero se aplicaría de todas maneras el plan de mantenimiento preventivo.



Figura 30. Equipo de Osmosis Inversa

Tomado de: (Pureaqua, s.f.)

Pure Aqua, Inc.
Osmosis Inversa & Sistemas de Tratamiento de Agua

+ Español
+1 (714) 627-9127
sales@pureaqua.com

Productos ▾ Partes ▾ Industrias ▾ Acerca De Nosotros Recursos ▾ **Consigue Una Cotización Gratis**

- + Electrodionización
- + Biorreactor de Membrana
- + Sistemas de Tratamiento de Agua Personalizada
- + Esterilizadores Ultravioleta
- + Sistemas de Dosificación de Químicos

Model No.	Permeate		Qty of 8" Membranes (single stage)	Motor HP at 1000 ppm		Approx. Weight (lbs)	Dimensions
	GPD	m ³ /D		60 HZ	50 HZ		
SW-8.0K-1280	8,000	30	2	15	15	2,600	120"x42"x72"
SW-12K-1380	12,000	45	3	20	25	2,600	160"x42"x72"
SW-16K-1480	16,000	61	4	25	30	2,700	195"x60"x72"
SW-24K-2380	24,000	91	6	40	45	3,200	160"x60"x72"
SW-32K-2480	32,000	121	8	60	65	4,200	195"x72"x72"
SW-48K-2680	48,000	182	12	75	80	5,600	280"x72"x72"
SW-64K-4480	64,000	242	16	60	65	6,500	195"x72"x72"
SW-72K-3680	72,000	273	18	60	65	12,000	280"x72"x80"
SW-96K-4680	96,000	363	24	85	100	13,000	280"x72"x80"
SW-112K-4780	112,000	424	28	100	110	14,000	350"x72"x80"
SW-136K-5680	136,000	515	34	110	120	15,000	280"x72"x80"
SW-168K-6780	168,000	636	42	120	130	16,000	350"x72"x80"

Figura 31. Especificaciones Técnicas Equipo de Osmosis Inversa

Toma de: (Pureaqua, s.f.)

5.7 Tanques de almacenamiento

Se debe considerar el factor de las mareas diarias, las mismas que impiden tener una captación con un nivel fijo del agua de mar. Por esta razón, las unidades de bombeo desde la captación hasta la planta, operarían únicamente en las horas de pleamar (marea alta), y reposarían las horas restantes de bajamar (marea

baja). Se requiere, por tanto, de un almacenamiento del agua captada, para que la planta pueda tener una operación más bien continua. Cabe analizar que las bombas de captación son equipos que pueden operar en forma alternativa, mientras que la puesta en marcha y funcionamiento continuo de los equipos de Osmosis Inversa es un tema más complicado y no se recomienda el uso alternativo, excepto por razones de mantenimiento y/o reparación de la unidad. Se sugiere, por tanto, tener dos tanques con capacidad para 1.000 m³ (260.000 galones) cada uno, para mantener un abastecimiento invariable a la planta.

De otra parte, una vez obtenido el producto esperado de la planta de desalación, esta agua puede ser entregada en forma directa a la red de distribución, o puede también ser almacenada previo a su despacho. En todo caso, siempre será conveniente tener un sistema de almacenamiento que por un lado permita garantizar el abastecimiento continuo de agua a la población, o que sirva para control de la calidad del agua, mantener una reserva en caso de daños en la planta, o falla de energía eléctrica, etc.

Se sugiere la utilización de un sistema de almacenamiento en base a tanques de acero, empernados, con revestimiento interno de fibra de vidrio, inocua para el ser humano. La capacidad de almacenamiento sugerida es del 200% de la producción diaria, es decir, 900 m³. Igualmente por cuestiones de mantenibilidad de los tanques, se recomienda sean dos unidades de 450 m³ (120.000 galones) cada una, similares a los de la figura adjunta.

Las dimensiones normalizadas para las capacidades sugeridas son las siguientes:

Tabla 15. Capacidad Tanques de Almacenamiento

Tanque	Capacidad	Diámetro	Altura
Almacenamiento agua cruda	260.000 gal	8,0 m (24 pies)	19,6 m (60 pies)
Almacenamiento agua tratada	120.000 gal	6,6 m (20 pies)	14,7 m (45 pies)



Figura 32. Tanques de almacenamiento de agua

Tomado de: (Agroaguas, s.f.)

Se plantea de todos modos la posibilidad de construir tanques de almacenamiento en hormigón, considerando que el agua estará expuesta al ambiente (oxígeno y luz solar), mientras que en los tanques la falta de estas dos condiciones puede garantizar de mejor manera la calidad final del agua antes de su despacho.

5.8 Distribución

La distribución o despacho del agua obtenida luego del proceso de Osmosis Inversa, la adición de los químicos necesarios para alcanzar la calidad requerida para el consumo humano, es un tópico que está fuera del alcance de este trabajo de titulación. Sin embargo, dadas las condiciones socio-económicas reales existentes en la localidad de Montañita, se sugiere los siguientes sistemas de distribución, que pueden ser adoptados por la entidad a cargo de la administración comercialización del agua producida:

- Generar un proyecto paralelo que se encargue del dimensionamiento la construcción de una red de agua potable, que empezando en los tanques de almacenamiento de producto terminado, recorra como una tubería madre hacia el norte y hacia el sur de la población, paralela a la carretera, de la cual se deberán hacer las tomas para las acometidas domiciliarias. Este sistema permite mantener la calidad del agua hasta los puntos de consumo, realizar, si es del caso, una medición del consumo por cada lugar abastecido (casa o negocio), y poder establecer eventuales sistemas de control que eviten el desperdicio innecesario del líquido elemento.
- Como en otras locaciones esta misma de Montañita, en caso de no existir una red de abastecimiento, se puede recurrir a la distribución a través de camiones cisterna (conocidos familiarmente como “tanqueros”), lo cual tiene sus ventajas y desventajas. Entre las primeras está la falta de control de la calidad y la cantidad de líquido entregado a cada usuario. Una ventaja sería la utilización de los tanqueros, lo cual generaría puestos de trabajo e implicaría el uso de vehículos que podrían ser propiedad de los mismos habitantes de la localidad.

5.9 Tabla de dimensiones y cantidades de los equipos principales

Tabla 16. Cálculo de dimensionamiento equipos.

CALCULO DE EQUIPOS, TUBERIAS Y ACCESORIOS					
Nota: se considera un factor de recuperación del 45%					
DATOS PRINCIPALES	<i>NOMINAL</i>	<i>PARA DISEÑO</i>		<i>DIAM. TUBERIAS</i>	
Caudal Normal	450 m ³ /día	1.000 m ³ /día	183 GPM	6 pg.	
Caudal Adicional	300 m ³ /día	670 m ³ /día	122 GPM		
Caudal Máximo	750 m ³ /día	1.670 m ³ /día	306 GPM	8 pg.	
BOMBAS					
		<i>EN USO</i>		<i>RESERVA – A FUTURO</i>	
Cantidad	4 Unidades	2 – 3	Unidades	2 – 1	Unidades
Caudal/unidad	100 GPM	200 – 300	GPM	200 – 100	GPM
EQUIPOS DE OSMOSIS INVERSA					
		<i>EN USO</i>		<i>RESERVA – FUTURO</i>	
Cantidad	4 Unidades	2 – 3	Unidades	2 – 1	Unidades
Caudal/unidad	515 m ³ /día	1.030 – 1.545	m ³ /día	1.030 – 545	m ³ /día
TUBERIA CAPTACION E INTERCONEXIONES					
Captación	<i>TUBERIA SUGERIDA</i>		CPVC		
	Diámetros	6" Captación c/bomba	8" Transferencia a la planta		
Interconexiones	<i>TUBERIA SUGERIDA</i>		CPVC		
	Diámetros	Según requerimientos del fabricante			
TANQUES DE ALMACENAMIENTO (PREFRENTAMENTE EMPERNADOS)					
AGUA SALADA					
Cantidad	3 Unidades*	<i>DIMENSIONES</i>			
Capacidad	1.000 m ³ c/u	Diámetro	8,0 m	Altura	19,6 m
AGUA TRATADA					
Cantidad	3 Unidades*	<i>DIMENSIONES</i>			
Capacidad	500 m ³ c/u	Diámetro	6,6 m	Altura	14,7 m
(*) Dos en uso y uno de reserva o para el futuro					

5.10 Ubicación de la planta

Durante la visita de campo a la población de Montañita se pudo apreciar que su topografía, hacia el lado oriental de la Ruta del Sol, presenta una elevación inicialmente suave y luego un poco más pronunciada en su relieve, por lo que se pueden seleccionar dos sitios cualesquiera como alternativa para la ubicación de la Planta de Osmosis Inversa. La primera a una altura máxima de 12 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m., punto **A**, como se ve en el gráfico adjunto), y la segunda a cualquier altura mayor alejándose del mar. En la siguiente tabla se presenta una matriz para la selección del sitio más apropiado:

Tabla de selección de la ubicación de la planta

PARAMETRO	SITIO A	SITIO X
Cercanía a la población	5	4
Accesibilidad	5	4
Trabajos previos requeridos	5	2
Presión de abastecimiento	3	5
Seguridad	4	3
TOTAL	22	18

El sitio seleccionado es la opción A, a pesar de presentar una presión de abastecimiento baja, lo cual puede ser suplido con la instalación eventual de bombas de presión adicionales de baja presión y alto caudal.



5.11 Planos preliminares

Se incluyen en las páginas siguientes los planos referentes a la planta:

- Captación de agua
- Plot Plan de la Planta
- PFD de la Planta (Process Flow Diagram)
- Layout de la Planta
- Oficinas y Laboratorio
- Mapa de inundación y rutas de evacuación en Montañita
- Sistemas de Seguridad evacuación en la Planta. Ver anexo 1.

6. CAPITULO VI. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD Y MANTENIMIENTO

6.1 Plan de Seguridad y Salud

6.1.1 Introducción

Dentro Del diseño de la Planta desalinizadora de Agua de mar, se tiene que considerar un plan de Salud y Seguridad Industrial, para precautelar la salud y la seguridad de los trabajadores de la Planta.

Dentro del Plan se deberá considerar aspectos importantes como Plan de evacuación, señalética, análisis de riesgos e investigación de accidentes.

Los accidentes registrados en las superficies de tránsito y espacios de trabajo representan unos niveles altos de siniestralidad por caídas, golpes, choques, etc., que se concretan aproximadamente en:

- El 11 % de los accidentes leves.
- El 9 % de los accidentes graves.
- El 1,5 % de los accidentes mortales.

Al mismo tiempo, la siniestralidad laboral en las escaleras viene a representar:

- El 5 % de los accidentes leves.
- El 7 % de los accidentes graves.
- El 1 % de los accidentes mortales.

Al diseñar un área de trabajo, hay que tener en cuenta que se deben distribuir adecuadamente los distintos espacios, según la secuencia lógica del proceso de producción y prever las vías de circulación de materiales y personas, incluidas las que sean a distinto nivel, de tal manera que los peatones y los vehículos puedan utilizarlas fácilmente, con la mayor seguridad y conforme al uso que se les haya destinado.

Deben evitarse los cuellos de botella y los máximos entrecruzamientos en las zonas de paso para conseguir un aceptable nivel de seguridad donde el trabajador no debe sufrir la exposición a riesgos debidos a espacios reducidos, separaciones insuficientes, condiciones de iluminación deficientes, mala distribución de máquinas y equipos, falta de orden y limpieza y atropellos por vehículos. Para ello, es importante establecer criterios de racionalidad en la distribución de los espacios de trabajo, vigilando el cumplimiento de lo normalizado.

6.2 Objetivo

Identificar, evaluar y controlar los requisitos mínimos para áreas de trabajo, tales como pisos, caminos, escaleras fijas, gradas, tránsito de vehículos.

6.2.1 Objetivos específicos

Identificar los riesgos potenciales en las áreas de la Planta de Desalinización, con la finalidad de levantar las necesidades señalización, demarcación, condiciones adecuadas de piso, plataformas, escaleras.

Prevenir riesgos mediante métodos de señalización vertical y horizontal en todas las áreas que sean identificadas en la matriz de riesgo.

6.3 Alcance

Este programa aplica para todo el personal y visitantes que circulen en la Planta de Desalinización, dentro de sus instalaciones y fuera de los mismos.

6.4 Referencias y marco legal

Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de trabajo DE 2393.

6.5 Responsabilidades

a) Jefe de Seguridad

- Destinar los recursos necesarios para la implementación de las medidas de prevención de todas las actividades realizadas en superficies de trabajo.

b) Coordinadores de área (operaciones)

- Garantizar que el personal reciba el entrenamiento en seguridad y salud ocupacional.
- Asegurarán que en sus áreas se ejecute el Plan de Seguridad de la Planta.

c) Personal planta

- Participar activamente en el programa de Seguridad y Salud.
- Cuidar la señalización y demarcación de las áreas.
- Reportar los peligros que puedan identificar relacionados a las áreas, superficies y pasajes de trabajo.

d) Contratistas y visitantes

- Acatar y cumplir las normas de seguridad definidas a nivel de obligatoriedad o información respecto a la señalización y demarcación de rutas de desplazamiento, rutas de evacuación y advertencia sobre peligros en los procesos y los equipos.

6.6 Definiciones

- a) **Área de pasaje de trabajo.**- Superficies de una instalación por donde el personal transita o donde realiza algún trabajo.
- b) **Escalera fija.**- una escalera que no puede ser movida o transportada a mano fácilmente puesto que tal escalera es una parte integral del edificio o de la estructura.
- c) **Escalera portátil.**- una escalera que puede ser fácilmente transportada o cargada.

- d) **Pasamanos.-** barra usada para proveer a los trabajadores un punto de apoyo para soporte de las manos.
- e) **Peldaños.-** Un travesaño en forma de rectángulo colocado transversalmente en el borde sobre el cual una persona puede pisar mientras asciende o desciende a una escalera.
- f) **Peligro.-** aquella fuente o situación con capacidad de producir daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o a una combinación de ellos.
- g) **Punto de acceso.-** todas las áreas usadas por los trabajadores para pasar de un área o nivel al otro.
- h) **Riesgo.-** la combinación de la frecuencia y la probabilidad y de sus consecuencias que podrían derivarse de la materialización de un peligro.
- i) **Señal de seguridad.-** señal que a través de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo, proporciona una información determinada relacionada con la seguridad.
- j) **Señal en forma de panel.-** señal que por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- k) **Señal de prohibición.-** señal de seguridad que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- l) **Señal de advertencia.-** señal de seguridad que advierte de un peligro.
- m) **Señal de obligación.-** señal de seguridad que obliga a un comportamiento determinado.
- n) **Señal de salvamento o socorro.-** señal de seguridad que, en caso de peligro, indica la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o de primeros auxilios o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento.
- o) **Señal luminosa.-** señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.

- p) **Señal acústica.-** señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- q) **Señal gestual.-** movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.
- r) **Señal indicativa.-** se trata fundamentalmente de aquellas informaciones de señalización que no están específicamente codificadas.
- s) **Señal adicional o auxiliar.-** señal de seguridad que contiene exclusivamente un texto y que se utiliza conjuntamente con una de las señales de seguridad mencionadas anteriormente y que proporciona informaciones complementarias.
- t) **Símbolo o pictograma.-** imagen que describe una situación determinada u obliga a un comportamiento determinado, y que se utiliza en alguna de las señales anteriores, sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.

6.7 Plan de Seguridad Mantenimiento

El alcance de este trabajo se lo ha orientado preferentemente al diseño de la planta de potabilización de agua de mar por OI; la operación mantenimiento de la misma requiere que, en caso de implementarse el proyecto, en su momento el personal especializado en estos importantísimos temas, como son la Seguridad del personal, de las instalaciones y del ambiente, así como el Mantenimiento de la Planta, elabore los respectivos Planes Procedimientos de Seguridad (según las normativas nacionales e internacionales vigentes), y de Mantenimiento tomando en consideración, para este caso, principalmente las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

7. CAPÍTULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO

7.1 Inversiones

La tabla a continuación presenta el resumen de las inversiones necesarias para el levantamiento de la planta desalinizadora de agua de mar.

Tabla 17. Inversiones

Planta desalinizadora de <i>Agua de Mar</i>		
Inversiones		
Resumen de Inversiones		
Ítem	Descripción	Costo Total
1	Terrenos y Adecuaciones	\$ 245.000,00
2	Construcciones-Obras Civiles	\$ 50.664,00
3	Maquinaria y Equipo	\$ 1.389.200,00
4	Instalación y Montaje	\$ 142.950,00
5	Muebles y Equipo de Oficina	\$ 9.760,00
6	Vehículos	\$ 62.000,00
7	Equipo de Laboratorio (físico-químico)	\$ 1.396,00
8	Intangibles	\$ 8.800,00
	Total	\$ 1.909.770,00
9	Imprevistos (5%)	\$ 92.955,30
	Total Inversiones	\$ 2.002.725,30

El proyecto requiere una inversión total de \$2.002.725,30 dólares. En anexos 2 se encuentra en detalle el resumen de cada uno de los Ítems.

7.2 Resumen de Costos y Gastos

La siguiente Tabla muestra un resumen de los costos directos, indirectos, gastos administrativos y de venta.

Tabla 18. Resumen de Costos y Gastos Anuales

Planta desalinizadora de			
Agua de Mar			
Costos y Gastos			
Resumen de Costos y Gastos Anuales			
Cantidad total		164.250.000 litros	
Item	Descripción	Costo Total	Costo Unitario
Costos Directos		\$ 7 516 350,00	\$ 0,05
1	Materiales Directos	\$ 7 248 750,00	\$ 0,04
2	Mano de Obra Directa	\$ 267 600,00	\$ 0,00
Costos Indirectos		\$ 797 441,58	\$ 0,00
1	Materiales Indirectos	\$ 19 104,00	\$ 0,00
2	Mano de Obra Indirecta	\$ 16 800,00	\$ 0,00
3	Servicios Básicos	\$ 140 360,00	\$ 0,00
4	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 102 555,74	\$ 0,00
5	Seguros	\$ 122 727,00	\$ 0,00
6	Imprevistos	\$ 395 894,84	\$ 0,00
Gastos de Administración y Generales		\$ 330 798,95	\$ 0,00
1	Personal	\$ 120 000,00	\$ 0,00
2	Materiales y Útiles de Oficina	\$ 3 360,00	\$ 0,00
3	Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 207 438,95	\$ 0,00
	CAPACITACION		\$ -
Gastos de Ventas		\$ 7 225,00	\$ 0,00
1	Personal de ventas	\$ -	\$ -
2	Propaganda y Promoción	\$ -	\$ -
3	Otros Gastos (costos otros requerimientos)	\$ 7 225,00	\$ 0,00
Gastos Financieros		\$ 1 858 018,37	\$ -
Total Costos y Gastos Anuales		\$ 10 509 833,89	\$ 0,05

Se encuentra detallado el resumen de cada uno de los Ítems. Ver anexos 2.

7.3 Capital de Trabajo

Tabla 19. Capital de trabajo

Planta desalinizadora de Agua de Mar Capital de Trabajo			
Rubro	Costo Total	Necesidad (meses)	Capital de trabajo
Materiales Directos	\$ 7 248 750,00	3	\$ 1 812 187,50
Mano de Obra Directa	\$ 267 600,00	1	\$ 22 300,00
Materiales Indirectos	\$ 19 104,00	2	\$ 3 184,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 16 800,00	1	\$ 1 400,00
Suministros	\$ 140 360,00	1	\$ 11 696,67
Seguros	\$ 122 727,00	1	\$ 10 227,25
Mantenimiento	\$ 102 555,74	1	\$ 8 546,31
Imprevistos	\$ 395 894,84	1	\$ 32 991,24
Gastos Administrativos y Generales	\$ 380 798,95	1	\$ 31 733,25
Gastos de Ventas	\$ 7 225,00	1	\$ 602,08
Gastos Financieros	\$ 1 097 064,66	1	
Total	\$ 9 798 880,18		\$ 1 934 868,29

El capital de Trabajo que se utiliza es de \$1 934 868,29.

7.4 Estudio de Pérdidas y Ganancias

Tabla 20. Costo Unitario

Q (cantidad)	\$
164.250.000	10.512.000,00
\$ 0,051	costo unitario
0,020246677	
\$ 0,06	pv publico

Debido a que la cantidad anual de litros de agua que se van a producir es de 164.250.000 de litros de agua, el costo unitario por litro de agua es de \$0,051 y se venderá al público a \$0,06.

Tabla 21. Estado de Pérdidas y Ganancias

Planta desalinizadora de Agua de Mar		
Estado de Pérdidas y Ganancias		
Ingresos		\$ 10 512 000,00
Ventas	\$ 10 512 000,00	
Otros Ingresos	\$ -	
Costos de Producción		\$ 8 313 791,58
Utilidad Bruta		\$ 2 198 208,42
Gastos de Operación		\$ 388 023,95
Gastos de Ventas	\$ 7 225,00	
Gastos de Administración y Generales	\$ 380 798,95	
Utilidad de Operación		\$ 1 810 184,47
Gastos Financieros		\$ 70 095,39
Utilidad Antes de Impuestos		\$ 1 740 089,09
Impuesto Sobre la Renta	25%	\$ 435 022,27
Utilidad Neta		\$ 1 305 066,82
Rendimiento Sobre la Inversión (ROI)	0,68	
Rendimiento Sobre el Capital (ROE)	1,30	

El proyecto presenta una utilidad Bruta de \$2 198 208,42, una utilidad de operación de \$1 810 184,47, una utilidad neta de 1,305 066,82. Un ROI de 0,68 y un ROE de 1,30.

7.5 Punto de equilibrio

Para calcular el costo fijo del costo variable se debe separar los costos fijos de los costos variables. A continuación la tabla.

Tabla 22. Punto de equilibrio

Planta desalinizadora de Agua de Mar Punto de Equilibrio			
Rubro	Costo Fijo	Costo Variable	
Materiales Directos		\$ 7.248.750,00	
Mano de Obra Directa	\$ 267.600,00		
Materiales Indirectos		\$ 19.104,00	
Mano de Obra Indirecta	\$ 16.800,00		
Suministros	\$ 28.072,00	\$ 112.288,00	
Seguros	\$ 122.727,00		
Mantenimiento	\$ 20.511,15	\$ 82.044,60	
Depreciación	\$ 207.438,95		
Imprevistos		\$ 395.894,84	
Gastos Administrativos y Generales	\$ 123.360,00		
Gastos de Ventas	\$ -	\$ -	
Gastos Financieros	\$ 1.097.064,66		
Exoneraciones			
Total	\$1.883.573,75	\$7.858.081,43	
Producción Real (unidades)	164.250.000,00		
Costo Fijo	\$ 1.883.573,75		
Costo Variable Unitario	\$ 0,05		
Precio Unitario	\$ 0,06		
Punto de Equilibrio	116.573.655	\$ 319.379,88	\$ 7.460.713,94

El punto de equilibrio son 116.573.655 litros de agua desalinizada a un precio de venta al público de \$0,06 el litro.

7.6 Factibilidad

Tabla 23. Factibilidad

VALOR ACTUAL NETO (VAN)	2.193.915
RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C)	2,10
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) (%)	59,01%

El VAN de la empresa es de 2.193.915 y la tasa interna de retorno (TIR), es de 59, 01% demostrando así que es un proyecto rentable.

8. CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

El diseño de una planta desalinizadora de agua de mar debe contar con ciertas características para que este sea funcional y eficiente.

- La tecnología a utilizar para el proceso de Osmosis Inversa depende de varios factores antes mencionados, para el caso específico de la población de Montañita, se determinó que la tecnología a utilizar será la de Osmosis Inversa.
- Los equipos a utilizar y la cantidad de equipos será determinada en proyectos similares por la demanda de la población, esta demanda se verá afectada de acuerdo a los picos que se generen durante el año debido a las temporadas turísticas que existen en poblaciones costeras. Los equipos que se utilicen deben de tener la capacidad suficiente para satisfacer la demanda durante todo el año.
- De acuerdo al análisis económico realizado el proyecto es viable de acuerdo a la demanda que se genera en la población.
- El diseño de la planta fue realizado de tal manera que si poblaciones aledañas a Montañita se quieren sumar al proyecto, la planta tenga el suficiente espacio físico para comprar nuevos equipos y aumentar su capacidad de producción.

8.2 Recomendaciones

Las recomendaciones para futuros proyectos similares a este son las siguientes:

- En vista de la necesidad de la población de agua potable, debido a los altos índices de enfermedad, es recomendable tener un plan de control de toma de muestras diario dentro de la planta de desalinización, para certificar diariamente la calidad y sanidad del agua que se desaliniza.

- La planta debe estar localizada lejos de la comunidad para que esta no se vea afectada por el ruido generado por la planta. Al ser Montañita una comunidad turística, el ruido de la planta podría disgustar a los visitantes.
- En cuanto al Mantenimiento de los equipos, en temporadas que no se tenga picos turísticos dentro de la comunidad se puede aprovechar para hacer el Mantenimiento de los equipos e irlos rotando de acuerdo al Plan.

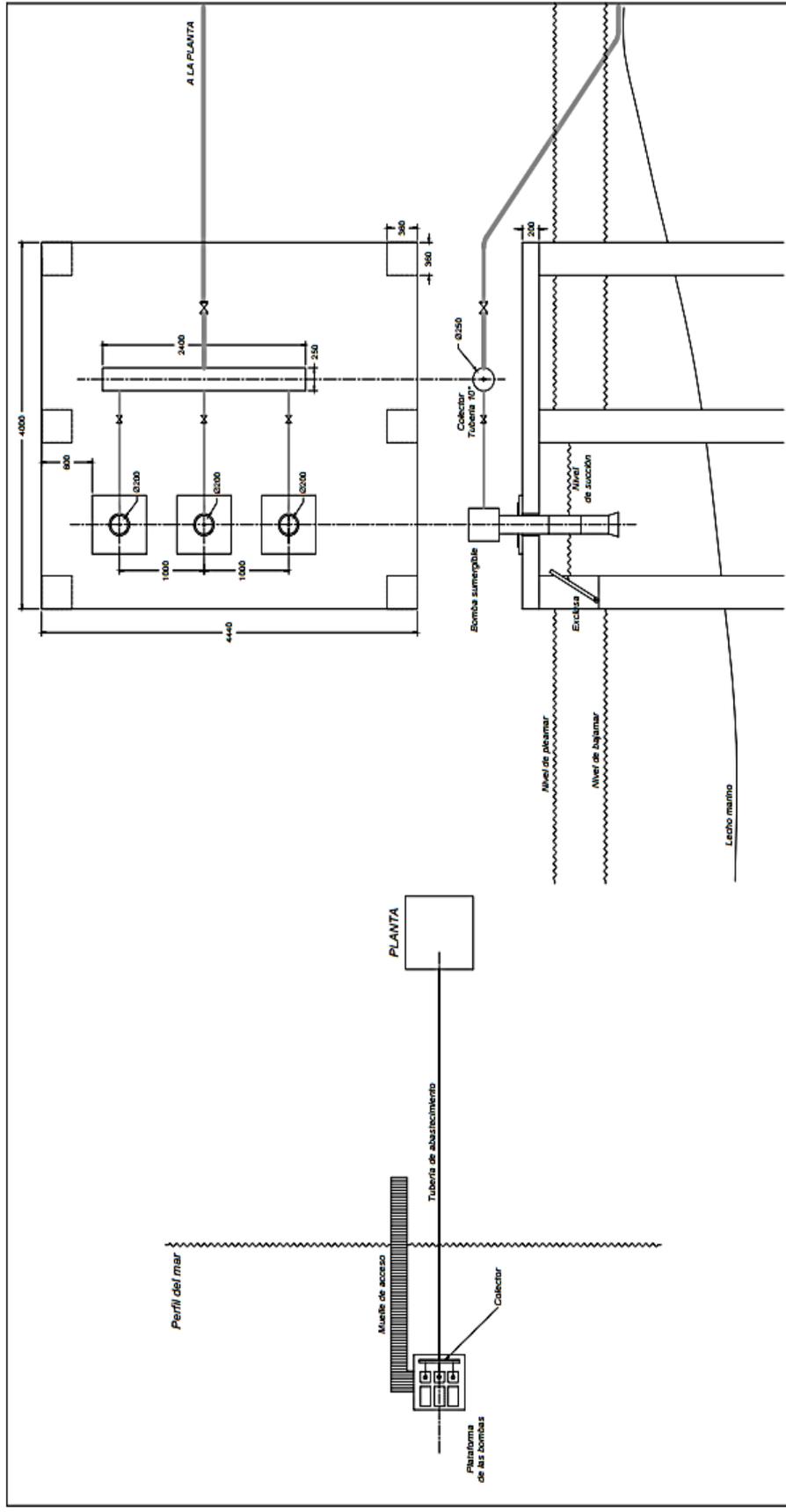
REFERENCIAS

- Abengoa. (s.f.). *Precio comparativo de las dos tecnologías de mayor utilización actual*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2015, de <http://www.abengoa.es/htmlsites/boletines/es/diciembre2007ext/desalacion.htm>
- Agroaguas. (s.f.). *Tanques de almacenamiento de agua*. Recuperado el 24 de Febrero de 2016, de www.agroaguas.com
- Andes Info. (s.f.). *Crecimiento de turismo en Montañita*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2015, de <http://www.andes.info.ec/es/noticias/visitas-turistas-ecuador-subieron-64-primer-trimestre-2015.html>
- Arreguin, F. (2000). *Desalinización del agua*. Ingeniería Hidráulica en México. México- México DF: Vol. XV.
- CubasolarCu. (s.f.). *Comparación del número de patentes registradas anualmente por cada tecnología*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia32/HTML/articulo04.htm>
- Curiosoando. (s.f.). *Tipos de Tuberías*. Recuperado el 18 de Febrero de 2016, de <https://curiosoando.com/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-tuberias-utilizados-en-fontaneria>
- El agua en el mundo. (s.f.). *Electrodialisis*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2015, de <http://elaguaenelmundo.webcindario.com/>
- Es Aqua-chem. (s.f.). *Compresión Mecánica de Vapor*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2015, de <http://es.aqua-chem.com>
- Es Aqua-chem. (s.f.). *Destilación Flash Multietapa*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de <http://es.aqua-chem.com/>
- Google. (s.f.). *Ubicación sugerida de la planta*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <https://www.google.com/maps/search/Ubicaci%C3%B3n+sugerida+de+la+planta/@-1.9031075,-80.7298703,16z>
- INEC. (s.f.). *Información oficial disponible para el Balneario Montañita*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2015, de <http://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/270>

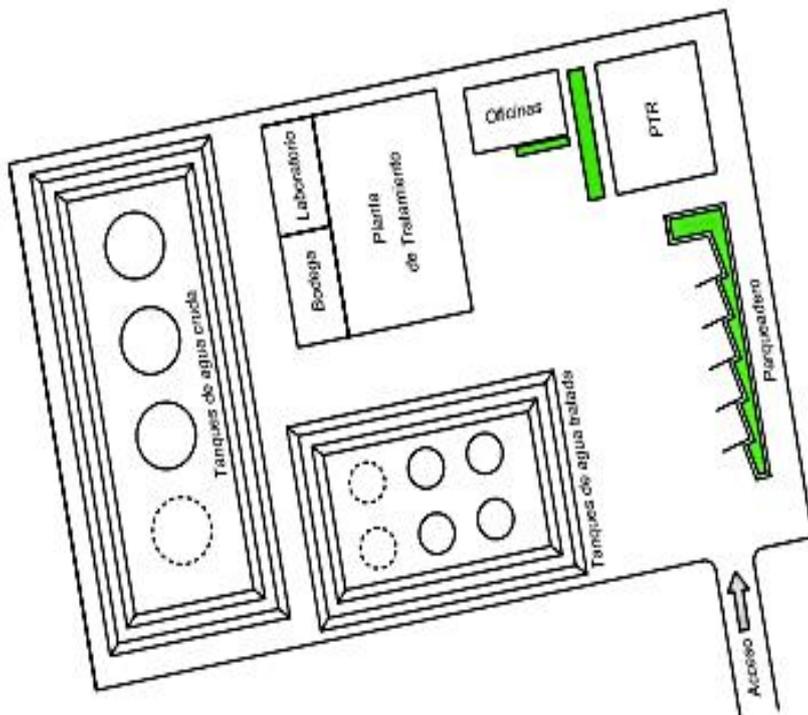
- Infomontanita. (s.f.). *Surf Montañita*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.infomontanita.com/es/surf/campeonato-en-vivo/>
- Núñez, A. (2015). *Bombeo de captación de agua de mar*. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de <https://www.linkedin.com/pulse/why-good-people-do-bad-things-dr-travis-bradberry>
- Pinterrest. (s.f.). *Playa de Montañita*. Recuperado el 31 de Diciembre de 2015, de www.pinterest.com
- Pureaqua. (s.f.). *Equipo de Osmosis Inversa*. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de ww.pureaqua.com
- Ros, A. (2011). *Descripción de los procesos de desalinización*. Recuperado el 04 de Enero de 2016, de <http://www.mailxmail.com/curso-agua-desalacion-2-4/electrodialisis>
- Wilo. (s.f.). *Especificaciones técnicas BOMBA WILLO* . Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <http://productfinder.wilo.com/es/ES/start#>
- Zarza, M. (s.f.). *Metodos de desalinizacion*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2015, de [http://www.dipalme.org/servicios/anexos/anexosiea.nsf/vanexos/iea-sa-c10/\\$file/sa-c10.pdf](http://www.dipalme.org/servicios/anexos/anexosiea.nsf/vanexos/iea-sa-c10/$file/sa-c10.pdf)

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS PRELIMINARES

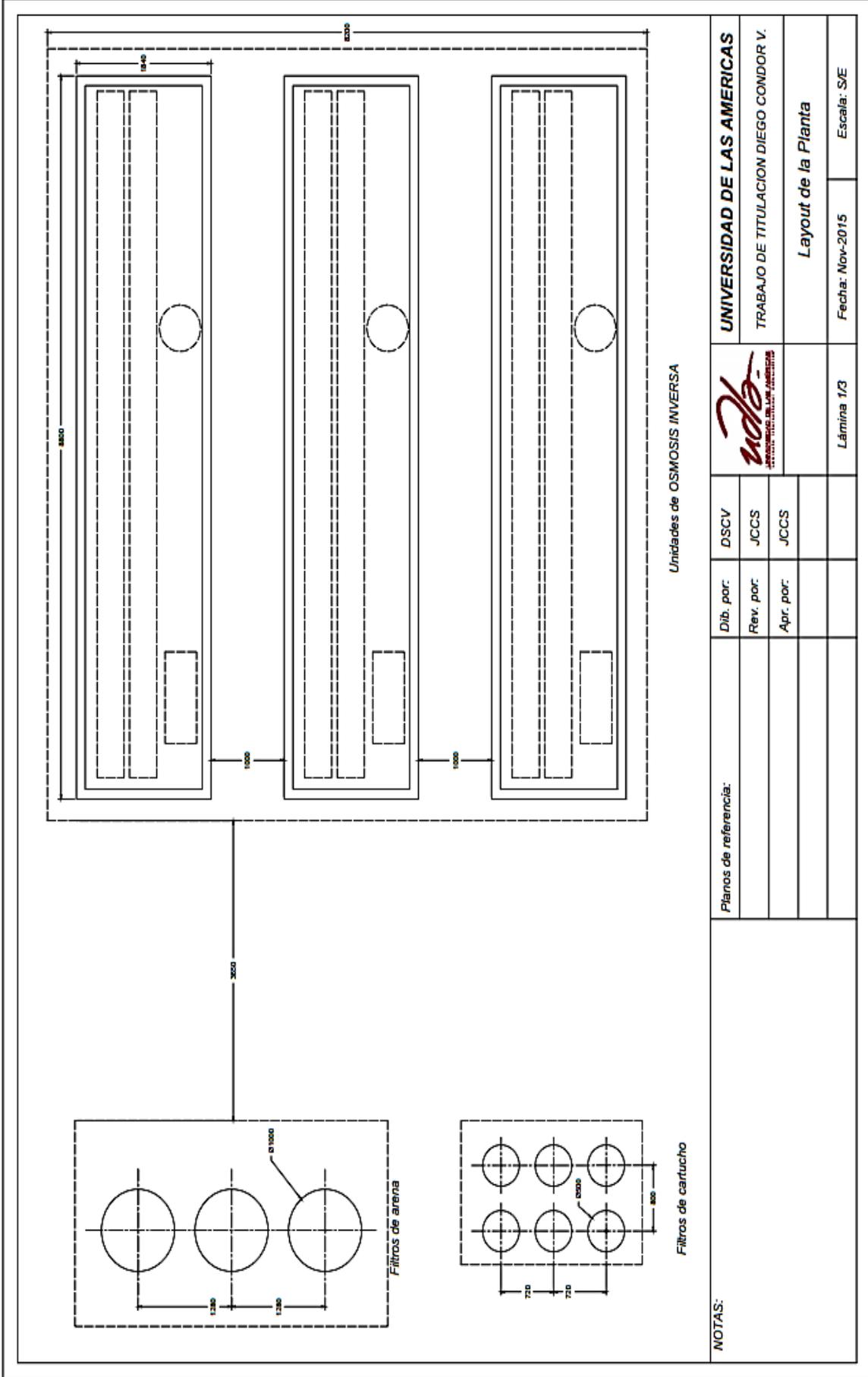


NOTAS:	Planos de referencia:		Dib. por:	DSCV		UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS	
			Rev. por:	JCCS		TRABAJO DE TITULACION DIEGO CONDOR V.	
			Apr. por:	JCCS		Plano de captación de agua	
					Fecha:	Nov-2015	Escala: S/E



Ubicación de la planta

NOTAS:	Planos de referencia:		Dib. por	DSCV	UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS	
			Rev. por	JCCS	TRABAJO DE TITULACION DIEGO CONDOM V.	
			Aprob. por	JCCS	Por Plan de la Planta	
					Fecha: Jun-2016	Escala: S/E



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS
 TRABAJO DE TITULACION DIEGO CONDOR V.

nota
 UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS
 CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

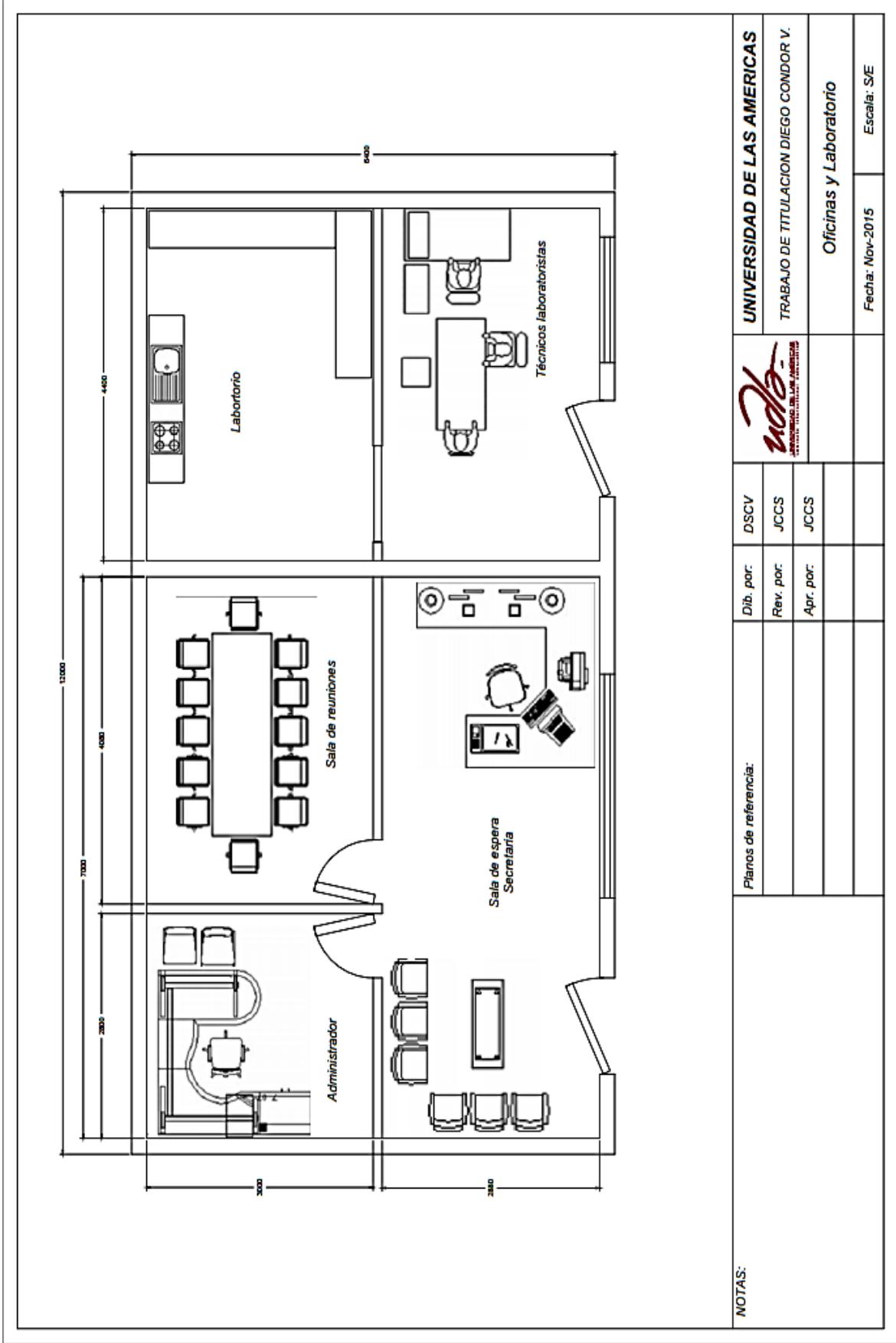
Lámina 1/3

Fecha: Nov-2015

Escala: S/E

Planos de referencia:	Dib. por:	DSCV
	Rev. por:	JCCS
	Apr. por:	JCCS

NOTAS:



NOTAS:

Planos de referencia:

Dib. por:

JCCS

JCCS



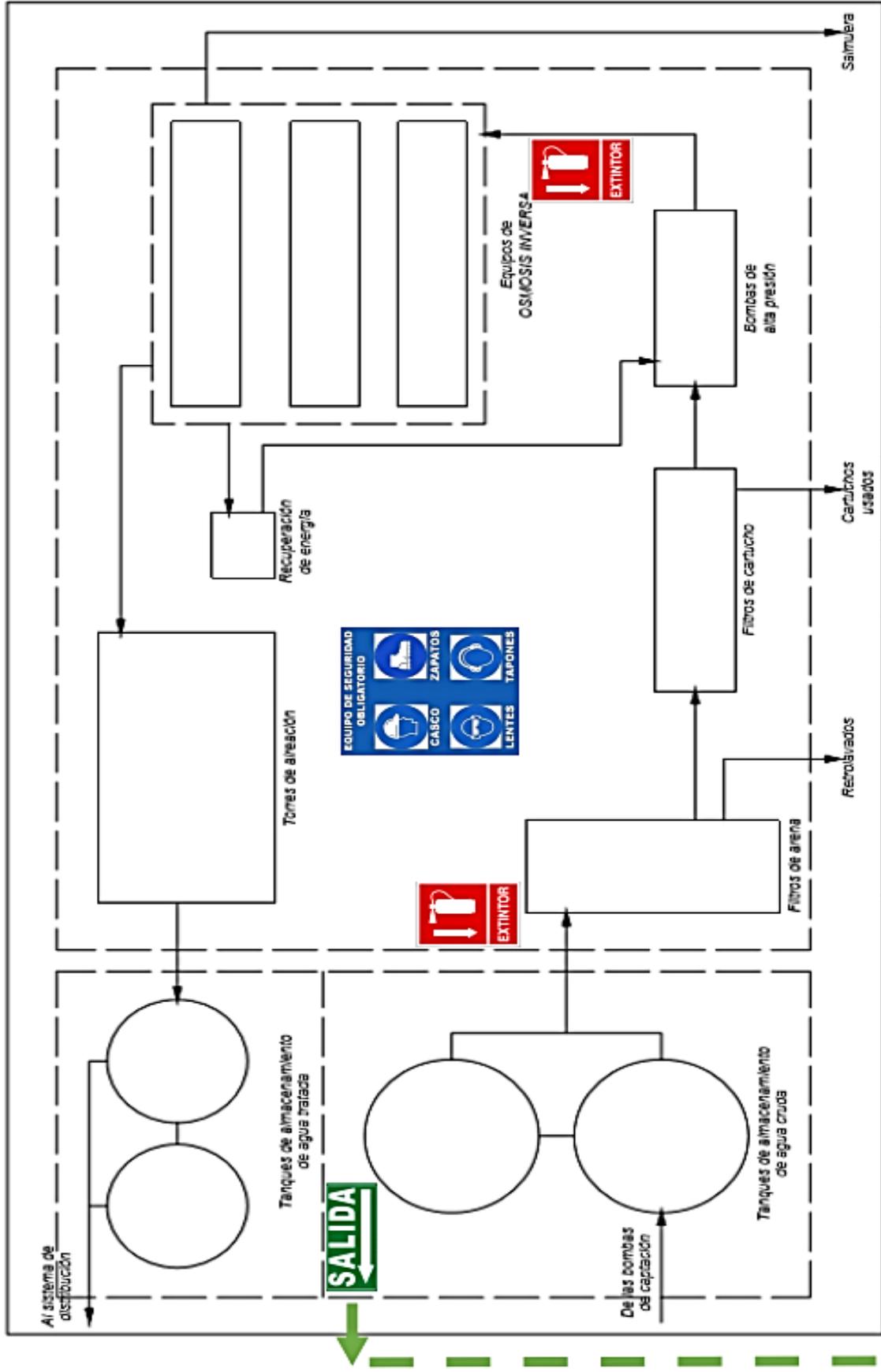
UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

TRABAJO DE TITULACION DIEGO CONDOR V.

Oficinas y Laboratorio

Fecha: Nov-2015

Escala: S/E



ANEXO 2. ANALISIS FINANCIERO

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Inversiones****Maquinaria y Equipo**

Item	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
1	Bombas de Captación	3	\$ 45 000,00	\$ 135 000,00
2	Unidades de Osmosis Inversa	3	\$ 180 000,00	\$ 540 000,00
3	Planta de Tratamiento Químico	1	\$ 67 000,00	\$ 67 000,00
4	Filtros de Arena	6	\$ 6 200,00	\$ 37 200,00
5	Tanques de Almacenamiento	4	\$ 140 000,00	\$ 560 000,00
6	Bomba de Distribución	2	\$ 25 000,00	\$ 50 000,00
Total Maquinaria y Equipo				\$ 1 389 200,00

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Inversiones****Instalación y Montaje**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	OBRA MECANICA				\$ 65 000,00
1,1	Montaje de Equipos	glb	1	\$ 65 000,00	\$ 65 000,00
1,2	Instalación de tuberías				\$ -
1,3	Instalación de aislamiento térmico				\$ -
1,4	Pintura y recubrimiento				\$ -
1,5	Pruebas				\$ -
2	OBRA ELECTRICA				\$ 24 000,00
2,1	Tendido de cable		1	\$ 24 000,00	\$ 24 000,00
2,2	Conexiones				\$ -
2,3	Instalación de equipo eléctrico TRIFASICO				\$ -
2,4	Instalación de sistema a tierra				\$ -
2,5	Instalación de lámparas y alumbrado				\$ -
2,6	Pruebas				\$ -
3	INSTRUMENTACION				\$ 15 000,00
3,1	Instalación de instrumentos		1	\$ 15 000,00	\$ 15 000,00
3,2	Instalación de sistemas de seguridad				\$ -
3,3	Pruebas				\$ -
3,4	Pre-Comisionado				\$ -
4	COMISIONADO Y ARRANQUE	%	5		\$ 1 950,00
5	TASAS E IMPUESTOS				\$ 11 000,00
5,1	Gastos Legales				\$ 11 000,00
5,2	Seguro todo riesgo				\$ -
6	INDIRECTOS				\$ 26 000,00
6,1	Dirección Técnica		1	\$ 26 000,00	\$ 26 000,00
6,2	Gastos Administrativos				\$ -
Total Instalación y Montaje					\$ 142 950,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Inversiones					
Terrenos y Adecuaciones					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Terreno	m ²	1	\$ 115.000,00	\$ 230.000,00
2	Rellenos	m ³	1	5000	\$ 8.000,00
3	Mejoramiento del Suelo	m ²	1	5000	\$ 7.000,00
Total Terrenos y Adecuaciones					\$ 245.000,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Inversiones					
Construcciones-Obras Civiles					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	PLANIFICACIÓN				\$ 24 000,00
1,1	Proyecto Arquitectónico	glb	1	\$ 24 000,00	\$ 24 000,00
3	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN				\$ 26 400,00
3,1	Bloque Administrativo	m ²	48	\$ 340,00	\$ 16 320,00
3,2	Bloque de Procesamiento y laboratorio	m ²			\$ -
3,3	Bloque de bodega (cuarto frio)	m ²	16	\$ 280,00	\$ 4 480,00
3,4	Exteriores y estacionamientos descubiertos	m ²	20	\$ 280,00	\$ 5 600,00
4	IMPREVISTOS	2%	1		\$ 264,00
Total Construcciones-Obras Civiles					\$ 50 664,00

Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
	6	\$ 180,00	\$ 1 080,00
	6	\$ 1 200,00	\$ 7 200,00
	6	\$ 160,00	\$ 960,00
	4	\$ 130,00	\$ 520,00
Total Muebles y Equipo de Oficina			\$ 9 760,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Inversiones					
Vehículos					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Camioneta	glb	2	\$ 31 000,00	\$ 62 000,00
2					\$ -
3					\$ -
Total Vehículos					\$ 62 000,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Inversiones					
Equipo de Laboratorio(analisis fisico-quimico)					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Phmetro	u	1	\$ 396,00	\$ 396,00
2	Equipo de titulacion	u	1	\$ 20,00	\$ 20,00
3	Centrifuga	u	1	\$ 600,00	\$ 600,00
4	Baño María	u	1	\$ 200,00	\$ 200,00
5	Materiales de vidrio(pipetas, tubos)	u	1	\$ 100,00	\$ 100,00
6	Equipo de gerber	u	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Total Equipo de Laboratorio(analisis fisico-quimico)					\$ 1 396,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Inversiones					
Intangibles					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Constitución de la compañía	glb	1	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00
2	Estudios de mercado	glb	1	\$ 4 000,00	\$ 4 000,00
3	Estudios de factibilidad	glb	1	\$ 1 800,00	\$ 1 800,00
Total Intangibles					\$ 8 800,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Costos de Producción					
Costos Directos					
Materiales Directos					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Anual
	Químicos	l	1.642.500	\$ 3,50	\$ 5 748 750,00
	Filtros	Unidad	2.000	\$ 750,00	\$ 1 500 000,00
Total Materiales Directos					\$ 7 248 750,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Costos de Producción					
Costos Directos					
Mano de Obra Directa					
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual	
1	Jefe de Planta	1	\$ 3 500,00	\$ 42 000,00	
2	Coordinador de Mantenimiento	1	\$ 2 000,00	\$ 24 000,00	
3	Operadores	6	\$ 1 200,00	\$ 86 400,00	
4	Técnicos de Mantenimiento	4	\$ 1 500,00	\$ 72 000,00	
5	Laboratoriste	2	\$ 1 800,00	\$ 43 200,00	
Total Mano de Obra Directa					\$ 267 600,00

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Costos de Producción****Costos Indirectos****Materiales Indirectos**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Laboratorio	mes	12	\$ 800,00	\$ 9 600,00
2	Tomamuestras	u	4.320	\$ 2,20	\$ 9 504,00
Total Materiales Indirectos					\$ 19 104,00

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Costos de Producción****Costos Indirectos****Mano de Obra Indirecta**

Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Seguridad Externa	2	\$ 500,00	\$ 12.000,00
2	servicios y Asistencia Técnica	1	\$ 400,00	\$ 4.800,00
3				\$ -
4				\$ -
5				\$ -
6				\$ -
7				\$ -
8				\$ -
9				\$ -
10				\$ -
11				\$ -
Total Mano de Obra Indirecta				\$ 16.800,00

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Costos de Producción****Costos Indirectos****Servicios Básicos**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Energía	KW-h	2 000 000	\$ 0,07	\$ 140 000,00
2	Agua Potable	m ³	0	\$ -	\$ -
4	Telefonía Fija (incluye internet)	mes	12	\$ 30,00	\$ 360,00
6	Vigilancia Privada	mes			\$ -
Total Servicios Básicos					\$ 140 360,00

Planta desalinizadora de				
Agua de Mar				
Costos de Producción				
Costos Indirectos				
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo				
Item	Equipo	Valor Inversión	%	Costo Anual
1	Mantanimiento	\$ 1 281 946,80	8%	\$ 102 555,74
Total Mantenimiento de Maquinaria y Equipo				\$ 102 555,74

Planta desalinizadora de				
Agua de Mar				
Costos de Producción				
Costos Indirectos				
Seguros				
Item	Activo	Valor Asegurado	Prima	Costo Anual
1	Seguros al Personal	\$ 120 000,00	5%	\$ 6 000,00
2	Incendio	\$ 1 451 020,00	5%	\$ 72 551,00
3	Robo y Asalto			\$ -
4	Rotura de Maquinaria	\$ 1 389 200,00	3%	\$ 41 676,00
5	Vehículos			
5,1	Livianos	\$ 50 000,00	5%	\$ 2 500,00
5,2	Pesados			\$ -
Total Seguros				\$ 122 727,00

Planta desalinizadora de		
Agua de Mar		
Costos de Producción		
Imprevistos		
Item	Descripción	Costo Anual
1	Materiales Directos	\$ 7 248 750,00
2	Mano de Obra Directa	\$ 267 600,00
3	Materiales Indirectos	\$ 19 104,00
4	Mano de Obra Indirecta	\$ 16 800,00
5	Servicios Básicos	\$ 140 360,00
6	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 102 555,74
7	Seguros	\$ 122 727,00
Total Costos Directo e Indirectos		\$ 7 917 896,74
% Imprevistos		5%
Total Imprevistos		\$ 395 894,84

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo					
Personal					
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual	
1	Gerente	1	\$ 4 000,00	\$	48 000,00
2	Asistente Secretaría Contable	1	\$ 3 000,00	\$	36 000,00
3		1	\$ 3 000,00	\$	36 000,00
Total Personal				\$	120 000,00

Planta desalinizadora de					
Agua de Mar					
Gastos de Administración y Generales					
Materiales y Utiles de Oficina					
Item	Categoría	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Aseo y Limpieza	mes	12	\$ 100,00	\$ 1 200,00
2	Oficina y Computación	mes	12	\$ 180,00	\$ 2 160,00
Total Materiales y Utiles de Oficina					\$ 3 360,00

Valor Inversión	Valor Residual	Vida Util	Depreciación Anual
\$ 50 664,00	\$ 36 815,18	20	\$ 692,44
\$ 1 389 200,00	\$ 52 525,00	7	\$ 190 953,57
\$ 9 760,00	\$ -	3	\$ 3 253,33
\$ 62 000,00	\$ -	5	\$ 12 400,00
\$ 1 396,00	\$ -	10	\$ 139,60
\$ -			\$ -
Total Depreciaciones			\$ 207 438,95
\$ 89.340,18			
Valor Inversión	Tasa de Amortización	Amortización Anual	
\$ 3 000,00	20%	\$ 600,00	
\$ -		\$ -	
\$ 4 000,00	20%	\$ 800,00	
\$ 1 800,00	20%	\$ 360,00	
Total Amortizaciones		\$ 1 760,00	

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Gastos de Ventas****Otros Gastos (costos otros requerimientos)**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Uniformes	u	30	\$ 95,00	\$ 2 850,00
2	Redecillas	u	500	\$ 0,25	\$ 125,00
3	Guantes	u	50	\$ 8,00	\$ 400,00
4	Botas	par	10	\$ 120,00	\$ 1 200,00
5	mascarillas	u	500	\$ 0,50	\$ 250,00
6	Otros	glb	12	\$ 200,00	\$ 2 400,00
Total Otros Gastos (costos otros requerimientos)					\$ 7 225,00

Planta desalinizadora de**Agua de Mar****Gastos Financieros****Datos**

Capital Propio \$ 1.001.362,65

Deuda \$ 1.001.362,65

Plazo 4 Años

Tasa de Interés 7%

Período de Gracia 1 Años

	1	2	3	4	5
	2010	2011	2012	2013	2014
Intereses	\$ 70 095,39	\$ 70 095,39	\$ 52 571,54	\$ 35 047,69	\$ 17 523,85
Amortización anual	\$ -	\$ 250 340,66	\$ 250 340,66	\$ 250 340,66	\$ 250 340,66
Amortización acumulada	\$ -	\$ 250 340,66	\$ 500 681,33	\$ 751 021,99	\$ 1 001 362,65
Total	\$ 70 095,39	\$ 320 436,05	\$ 302 912,20	\$ 285 388,36	\$ 267 864,51

Valor Presente \$ 1 858 018,37