



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de una Planta de producción de agua de mesa en la
provincia de Sechura**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Joe Emmanuel Fiestas Eche

Asesor:
Dr. José Luis Calderón Lama

Piura, enero 2020

Agradezco a Dios, mis padres y hermanos,
por ser el soporte durante esta etapa de mi vida y
por ayudarme a lograr mis objetivos.

A mis profesores y amigos que han
contribuido para que este trabajo se realice de la
mejor manera.

Resumen Analítico-Informativo

Diseño de una Planta de producción de agua de mesa en la provincia de Sechura

Joe Emmanuel Fiestas Eche

Asesor(es): Dr. Ing. José Luis Calderón Lama

Tesis.

Ingeniero Industrial y de Sistemas

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, 24 de febrero de 2020

Palabras claves: Sector económico / Ósmosis inversa / Calidad microbiológica / Calidad organoléptica / BPM / Operaciones / Línea de producción / Layout.

Introducción: Actualmente en Sechura, el abastecimiento de agua potable no es el esperado, teniendo en cuenta que Sechura cuenta con reservas de agua suficiente para satisfacer la demanda del mercado. En ese sentido, no se han desarrollado aún alternativas para producir agua de mesa envasada (en botellones) a gran escala, que sirva como un producto sustituto que satisfaga en cierta medida la demanda de agua que hay en la provincia y que además sea de una calidad que permita competir con otras marcas nacionales.

Metodología: El presente trabajo pretende aprovechar un manantial de agua subterránea para producir agua de mesa y para ello se ha analizado el sector en el que se desempeña el producto mediante un análisis de las Fuerzas de Porter. Además, se ha evaluado la calidad de la materia prima, se ha estimado la demanda mediante una encuesta, se ha diseñado la línea de producción definiendo: el proceso de producción, insumos necesarios, operaciones, maquinaria y equipo, consumo de energía, fuerza laboral y la disposición en planta mediante metodología relacional y método Guerchet. También se ha realizado la evaluación económica y el estudio de factibilidad.

Resultados: Se puede afirmar que el sector es atractivo para invertir (se ha estimado una demanda aproximada de 166 770 unidades al año). Además, hay suficiente materia prima para satisfacer la demanda y la tecnología de Ósmosis Inversa es adecuada para su procesamiento. Por otro lado, se ha estimado que se necesitan 756 m² para la construcción de la planta. También, se ha estimado un VAN de S/. 696 066.6 y un TIR de 46%. Por último, se ha demostrado que el proyecto es viable en cuatro factores: técnico, legal, socioeconómico y ambiental.

Conclusiones: Por lo anterior, se puede afirmar que el proyecto ayudará, en cierta medida, a satisfacer la demanda de agua potable que hay en la provincia, además se trata de un proyecto rentable y viable.

Fecha de elaboración del resumen: 20 de noviembre de 2019

Analytical-Informative Summary

Diseño de una Planta de producción de agua de mesa en la provincia de Sechura

Joe Emmanuel Fiestas Eche

Asesor(es): Dr. Ing. José Luis Calderón Lama

Tesis.

Ingeniero Industrial y de Sistemas

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, February 24th, 2020

Keywords: Economic sector / Reverse osmosis / Microbiological quality / Organoleptic quality / BPM / Operations / Production line / Layout.

Introduction: Currently in Sechura, the supply of drinking water is not as expected, taking into account that Sechura has enough water reserves to meet market demand. In that sense, alternatives have not yet been developed to produce large-scale bottled water, which serves as a substitute product that satisfies to some extent the demand for water in the province and that is also a quality that allows to compete with other national brands.

Methodology: The present work intends to take advantage of an underground water spring to produce bottled water and for this the sector in which the product is performed has been analyzed through an analysis of the Porter Forces. In addition, the quality of the raw material has been evaluated, the demand has been estimated through a survey, the production line has been designed defining: the production process, necessary inputs, operations, machinery and equipment, energy consumption, workforce and the layout in plant through relational methodology and Guerchet method. The economic evaluation and the feasibility study have also been carried out.

Results: It can be affirmed that the sector is attractive to invest (an approximate demand of 166 770 units per year has been estimated). In addition, there is enough raw material to meet demand and Reverse Osmosis technology is suitable for processing. On the other hand, it has been estimated that 756 m² are needed for the construction of the plant. Also, a NPV of S/. 696 066.6 and an IRR of 46% have been estimated. Finally, it has been shown that the project is viable in four factors: technical, legal, socioeconomic and environmental.

Conclusions: Due to the above, it can be said that the project will help, to some extent, to meet the demand for drinking water in the province, also it is a profitable and viable project.

Summary date: November 20th, 2019

Prefacio

Según el censo de 2017, Sechura es la segunda provincia del departamento de Piura que tiene mayor índice (14.1%) de familias que aún se abastecen de agua mediante camión cisterna, seguido de Paita con 20.4% (Luna Consultores, 2018), esto sumado al poco tiempo de suministro de agua potable que se da en toda la provincia (2 horas al día), refleja el deficiente suministro de agua que aún padece la ciudadanía.

Es esto lo que me ha motivado a desarrollar este trabajo que busca brindar una alternativa que ayude a reducir en cierta medida la insatisfacción que existe con el servicio de agua potable, en ese sentido el proyecto consiste en el diseño de una planta de producción de agua de mesa, que ofrezca un producto con una calidad necesaria para el consumo humano y que sea competitivo en el mercado local.

Por otro lado, es importante también, tener en cuenta que actualmente el consumidor busca, cada vez más, productos saludables, y este proyecto ofrece la producción de un producto saludable y económico.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y asesoramiento de mi asesor, el Dr. Ing. José Luis Calderón Lama, quién durante el desarrollo de la tesis me ha impartido sugerencias y observaciones para el correcto desarrollo de esta, por lo cual le agradezco profundamente, así como también a mi familia por el apoyo incondicional en todo momento.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1 Marco teórico	3
1. Agua potable	3
1.1. Aspectos microbiológicos	3
1.1.1. Bacterias	6
1.1.2. Virus	8
1.1.3. Protozoos	10
1.1.4. Helmintos.....	11
1.2. Aspectos químicos.....	12
1.2.1. Origen natural	12
1.2.2. Fuentes industriales y núcleos habitados	14
1.2.3. Actividades agropecuarias	15
1.3. Aspectos radiológicos	19
1.4. Aspectos relativos a la aceptabilidad	19
2. Tipos de fuentes de agua	21
2.1. Fuentes subterráneas	21
2.2. Fuentes superficiales	23
2.3. Disponibilidad de agua en el Perú.....	24
3. Tecnologías de producción de agua de mesa	25
3.1. Potabilización del agua.....	25
3.1.1. Captación	25
3.1.2. Captación	26
3.1.3. Desbaste	26
3.1.4. Desarenado	27
3.1.5. Sedimentación.....	27
3.1.6. Filtración.....	28
3.1.7. Desinfección	31
3.2. Ósmosis inversa.....	32
3.2.1. Descripción	32
3.2.2. Corrientes y componentes de la ósmosis inversa	33

3.2.3.	Tipos de membranas	35
3.2.4.	Desempeño de la ósmosis inversa	36
Capítulo 2 Sector económico		37
1.	Descripción del sector.....	37
2.	Análisis de fuerzas de Porter	38
2.1.	Entrada de nuevos competidores	38
2.2.	Rivalidad entre competidores existentes.....	39
2.3.	Amenaza de producto sustitutos	40
2.4.	Poder de negociación de los proveedores	40
2.5.	Poder de negociación de los compradores	41
Capítulo 3 Criterios técnicos para producción de agua de mesa		43
1.	Normas sanitarias.....	43
1.1.	Normativa nacional	43
1.2.	Codex Alimentarius	46
2.	Normas ISO 9001:2015	46
3.	Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).....	48
3.1.	Infraestructura e instalaciones.....	49
3.2.	Medidas higiénicas.....	50
3.3.	Equipos y utensilios	51
3.4.	Personal manipulador de alimentos	51
3.5.	Materia prima e insumos.....	51
3.6.	Operaciones.....	52
3.7.	Implementación y gestión de BPM.....	53
4.	Calidad de agua fuente.....	53
4.1.	Resultados de calidad microbiológica	54
4.2.	Resultados de calidad organoléptica	54
Capítulo 4 Ingeniería del proyecto		57
1.	Estudio de la demanda	57
1.1.	Mercado	57
1.2.	Demanda	58

2.	Determinación de la capacidad	59
3.	Diseño de la línea de producción	62
3.1.	Materiales e insumos	62
3.2.	Proceso	63
3.3.	Cálculos de diseño del proceso	65
3.3.1.	Balance de masa del proceso	65
3.3.2.	Potencia de las bombas	69
3.4.	Operaciones	70
3.4.1.	Esquema de operaciones	70
3.4.2.	Descripción de operaciones	70
3.5.	Maquinaria y equipo.....	74
3.6.	Consumo de energía eléctrica	84
4.	Mano de obra directa de producción	85
5.	Localización y distribución en planta	85
5.1.	Localización	85
5.2.	Distribución de línea	86
5.2.1.	Tabla de interrelaciones	86
5.2.2.	Diagrama de interrelaciones	88
5.2.3.	Dimensionamiento de áreas	90
5.2.4.	Diagrama de espacios	94
5.2.5.	Factores modificatorios y limitaciones prácticas	96
5.2.6.	Evaluación de alternativas	96
5.2.7.	Elección de alternativa.....	98

Capítulo 5 Organización de la empresa..... 101

1.	Organigrama de la empresa.....	101
2.	Personal necesario	101
3.	Sueldos	105

Capítulo 6 Evaluación económica y financiera..... 107

1.	Costos y presupuestos	107
1.1.	Proyección de ventas	107
1.2.	Inversión activo fijo	108

1.3.	Costos y gastos.....	108
1.4.	Capital de trabajo	111
1.5.	Inversión del proyecto.....	112
1.6.	Financiamiento del proyecto.....	112
1.7.	Estado de resultados.....	113
2.	Flujo económico y financiero	115
3.	Análisis económico y financiero.....	117
4.	Punto de equilibrio.....	117
Capítulo 7.....		119
Estudio de factibilidad		119
1.	Viabilidad técnica	119
2.	Viabilidad legal.....	120
3.	Viabilidad socioeconómica.....	121
4.	Viabilidad ambiental.....	122
Conclusiones		123
Recomendaciones		125
Referencias Bibliográficas		127
Anexos		133
Anexo A.	Agentes patógenos sugeridos como posibles causas de enfermedades	135
Anexo B.	Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.....	137
Anexo C.	C1. Resultados de análisis de agua fuente.....	139
	C2. Resultados de análisis de agua potable.....	146
Anexo D.	D1. Encuesta realizada en la provincia de Sechura	147
Anexo E.	Tablas de evaluación económica financiera	152

Lista de tablas

Tabla 1.	Agentes patógenos transmitidos a través del agua potablea	5
Tabla 2.	Valores de referencia para verificación de calidad microbiológica del agua	12
Tabla 3.	Valores de referencia de sustancias químicas de origen natural	14
Tabla 4.	Valores de referencia de sustancias químicas de fuentes industriales y núcleos habitados	15
Tabla 5.	Valores de referencia de sustancias químicas de actividades agropecuarias.....	16
Tabla 6.	Valores de referencia de sustancias químicas usados en el tratamiento de agua.....	17
Tabla 7.	Valores de referencia de plaguicidas añadidas al agua por motivos de salud pública.....	19
Tabla 8.	Directrices de calidad de agua aceptadas para minimizar incrustaciones y obstrucciones en la membrana	34
Tabla 9.	Índices de rechazo típicos de una membrana de ósmosis inversa.....	36
Tabla 10.	Marcas de agua mineral y de mesa que se ofertan en Sechura	39
Tabla 11.	Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	45
Tabla 12.	Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica	45
Tabla 13.	Registros obligatorios de ISO 9001	48
Tabla 14.	Resultados de análisis microbiológico	54
Tabla 15.	Resultados de análisis organoléptico.....	54
Tabla 16.	Población de Sechura 2017	57
Tabla 17.	Consumo de agua diario por persona	58
Tabla 18.	Capacidad de producción según horas de trabajo en la semana.....	59
Tabla 19.	Capacidades de producción de Ósmosis Inversa en el mercado	60
Tabla 20.	Número de membranas necesario para cada alternativa de producción.....	60
Tabla 21.	Costos de producción de alternativas de capacidad de producción	61
Tabla 22.	Caudales de corriente de Ósmosis Inversa	67
Tabla 23.	Maquinaria y equipos necesarios para el proceso	75
Tabla 24.	Especificaciones técnicas de filtro de arena y filtro de carbón activado.....	77

Tabla 25.	Especificaciones técnicas de filtro suavizador.....	77
Tabla 26.	Potencia eléctrica de los equipos	84
Tabla 27.	Consumo de energía diario	85
Tabla 28.	Personal necesario para las operaciones	85
Tabla 29.	Códigos de proximidad	87
Tabla 30.	Razones de proximidad.....	87
Tabla 31.	Simbología por tipo de actividad	88
Tabla 32.	Método Guerchet para Área de tratamiento y envasado	93
Tabla 33.	Dimensiones de las áreas	94
Tabla 34.	Método de factores ponderados para alternativas de layout	98
Tabla 35.	Sueldos mensuales del personal.....	105
Tabla 36.	Proyección de ventas del primer año (bidones)	107
Tabla 37.	Proyección de ventas del primer año (nuevos soles)	107
Tabla 38.	Proyección de ingresos por ventas de los próximos 10 años	107
Tabla 39.	Inversión activo fijo	108
Tabla 40.	Costos de insumos de producción.....	109
Tabla 41.	Costo de energía mensual en el periodo diciembre-abril.....	109
Tabla 42.	Costo de energía mensual en el periodo de mayo-noviembre	109
Tabla 43.	Costo de mano de obra directa de producción	110
Tabla 44.	Costo de mano de obra indirecta.....	110
Tabla 45.	Costo de combustible para el camión	110
Tabla 46.	Costo de servicios y otros	110
Tabla 47.	Proyección de costos para los próximos 10 años.....	111
Tabla 48.	Capital de trabajo	112
Tabla 49.	Inversión para el proyecto.....	112
Tabla 50.	Financiamiento del proyecto.....	112
Tabla 51.	Estado de resultados.....	114
Tabla 52.	Flujo de IGV	115
Tabla 53.	Flujo económico – financiero	116
Tabla 54.	VAN y TIR del proyecto.....	117
Tabla 55.	Punto de equilibrio del proyecto	117

Lista de figuras

Figura 1.	Tipos de acuíferos o agua subterránea	22
Figura 2.	Diagrama de flujo de proceso de potabilización de agua.....	26
Figura 3.	Corrientes de agua en ósmosis inversa.....	33
Figura 4.	Componentes de ósmosis inversa.....	33
Figura 5.	Diagrama de Fuerzas de Porter	38
Figura 6.	Diagrama de flujo del proceso de agua de mesa del proyecto	63
Figura 7.	Balance de masa de planta de producción de agua de mesa	68
Figura 8.	Esquema de operaciones.	70
Figura 9.	Diagrama de almacenamiento de bidones.....	71
Figura 10.	Diagrama de acondicionamiento de bidones.....	72
Figura 11.	Diagrama de tratamiento de agua y envasado.....	73
Figura 12.	Diagrama de sellado y almacenamiento de producto terminado.....	74
Figura 13.	Tanque de almacenamiento de agua.....	76
Figura 14.	Electrobomba	77
Figura 15.	Filtros de arena, carbón, suavizador y pulidor.	79
Figura 16.	Ósmosis Inversa	80
Figura 17.	Luz UV.....	80
Figura 18.	Generador de ozono	81
Figura 19.	Mesa de lavado y desinfección.....	81
Figura 20.	Mesa de llenado.....	81
Figura 21.	Pistola de calor	82
Figura 22.	Banda transportadora.....	82
Figura 23.	Mesa de trabajo	83
Figura 24.	Pallet plástico.	83
Figura 25.	Anaqueles para bidones.....	83
Figura 26.	Transpallet.....	83
Figura 27.	Camión repartidor.	84
Figura 28.	Tabla de interrelaciones.	87
Figura 29.	Tipo de actividad en cada área.	88
Figura 30.	Diagrama de interrelaciones – opción 1	89
Figura 31.	Diagrama de interrelaciones - opción 2.....	89

Figura 32.	Diagrama de interrelaciones - opción 3.	90
Figura 33.	Área de almacén de agua cruda.....	90
Figura 34.	Área de almacén de insumos.....	91
Figura 35.	Área de pre-lavado	91
Figura 36.	Área de almacén de producto terminado	93
Figura 37.	Diagrama de espacios - opción 1	95
Figura 38.	Diagrama de espacios - opción 2	95
Figura 39.	Diagrama de espacios - opción 3	95
Figura 40.	Layout - alternativa 1	96
Figura 41.	Layout - alternativa 2	97
Figura 42.	Layout - alternativa 3	97
Figura 43.	Layout - alternativa 1	99
Figura 44.	Organigrama de la empresa.....	101
Figura 45.	Producción de agua de mesa a nivel nacional.....	121

Introducción

La presente tesis denominada “Diseño de una Planta de producción de agua de mesa en la provincia de Sechura” es un trabajo que demuestra la viabilidad de la puesta en marcha de una planta de producción de agua de mesa, aprovechando un manantial subterráneo ubicado en la provincia de Sechura. El trabajo consta de siete capítulos.

El capítulo 1 es el marco teórico y describe los aspectos de la materia prima: microbiológicos, químicos, radiológicos y aspectos relacionados a su aceptabilidad. También describe los tipos de fuentes de agua que existen y tecnologías de purificación de agua.

El capítulo 2 es el sector económico y describe el sector del agua embotellada en el Perú, además, se analizan las cinco fuerzas de Porter para evaluar el entorno del negocio (competidores, productos sustitutos, proveedores y clientes).

El capítulo 3 consta de criterios técnicos para la producción de agua mesa. En este capítulo se habla de las normas sanitarias nacionales e internacionales a cumplir, además de la implementación de la norma ISO 9001:2015 y las buenas prácticas de manufactura que se deberán considerar en la implementación de la planta. También se analizan los resultados de los análisis realizados a la materia prima del manantial subterráneo.

El capítulo 4 es la ingeniería del proyecto y aquí se determina la capacidad de producción, además, se diseña la línea de producción definiendo el proceso de producción, los materiales e insumos, el balance de masa, las operaciones y la maquinaria a utilizar. También se define la mano de obra necesaria y se diseña la disposición en planta.

El capítulo 5 es la organización de la empresa y se determina el organigrama de la empresa, definiendo al personal directo e indirecto y sus funciones, así como los sueldos.

El capítulo 6 es la evaluación económica y financiera; aquí se definen los costos y presupuestos del proyecto, los flujos económicos y se realiza el análisis económico y financiero, estimando el VAN y TIR, para evaluar la rentabilidad del proyecto.

El capítulo 7 es el estudio de factibilidad del proyecto y se analiza si el proyecto es viable en cuatro factores: técnico, legal, socioeconómico y ambiental.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1

Marco teórico

1. Agua potable

El agua potable o agua de consumo humano, es aquella “agua apta para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2011, p. 10) y no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud si es consumida durante toda una vida (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018, p. 1).

Se calcula que la tierra contiene 1400 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los cuales, aproximadamente, solo el 3% del total es agua dulce (es decir 35 millones de km cúbicos). El 69.5% del agua dulce forman los polos y zonas heladas, el 30% el agua subterránea y el 0.5% se encuentra en la atmósfera, ríos y lagos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2002).

En el mundo la distribución del agua dulce por continentes es desigual y depende de las reservas naturales de cada región, así, tenemos que América del Sur es la región con mayor cantidad de agua dulce en el mundo con un 20.9% del total, le siguen: América del Norte con 10.3%, Asia y Oceanía con 9.9% cada uno, Europa 9.7%, Sudáfrica 7%, El Ártico con 5.2% y África 4.5% (Autoridad Nacional del Agua [ANA], s.f.).

Según la Organización Mundial de la Salud (2018), la seguridad del agua de consumo humano se garantiza teniendo en cuenta aspectos microbiológicos, químicos, radiológicos y aspectos relativos a la aceptabilidad.

1.1. Aspectos microbiológicos. En cuanto a los aspectos microbiológicos, los mayores riesgos tienen que ver con la contaminación por parte de las heces humanas o de animales que pueden ser fuente de agentes patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos.

Además de las heces, otros peligros microbiológicos importantes para la salud pueden ser: el gusano de Guinea (*Dracunculus medinensis*), cianobacterias tóxicas y *Legionella* (OMS, 2018, pp. 5-6).

Según la Organización Mundial de la Salud (2018), la contaminación del agua en el aspecto microbiológico se da por el tratamiento inadecuado del suministro de agua,

generalmente por conexiones cruzadas, contaminación durante el almacenamiento, baja presión del agua o suministro intermitente.

Los agentes patógenos tienen varias propiedades que los distinguen de otros contaminantes del agua de consumo humano:

- Pueden causar efectos agudos y crónicos sobre la salud.
- Algunos agentes pueden proliferar en el ambiente.
- Se encuentran en número discreto en el ambiente.
- Se adhieren a los sólidos suspendidos en el agua y sus concentraciones varían en el tiempo, de modo que la probabilidad de ingerir una dosis infecciosa no se puede predecir a partir de su concentración media en el agua.
- La exposición a un agente patógeno que produzca una enfermedad depende de la dosis, la invasión y virulencia del agente, así como del estado inmunológico de la persona.
- Los agentes patógenos se multiplican una vez producida la infección.
- Ciertos agentes patógenos también se multiplican en los alimentos, bebidas o sistemas de agua caliente.
- No tienen un efecto acumulativo como los agentes químicos.

Las infecciones transmitidas por el agua se dan mediante una variedad de agentes patógenos, de los cuales unos son más relevantes que otros, debido a que unos han sido confirmados por estudios epidemiológicos en personas, sin embargo, hay unos agentes que han sido sugeridos como posibles causas de enfermedades, pero aún no hay pruebas concluyentes o se ha demostrado que son poco probables que transmitan una enfermedad mediante el agua.

En la Tabla 1 se muestran agentes patógenos, los cuales se ha demostrado que producen enfermedades, mientras que en el anexo A se muestran los agentes patógenos sugeridos como posibles causas de enfermedades.

Algunos de estos agentes patógenos, producen desde enfermedades leves como gastroenteritis leve hasta enfermedades que pueden ser mortales como la diarrea grave. Algunas otras enfermedades que se ocasionan pueden ser: fiebre tifoidea, cólera, hepatitis A o E, diarrea autolimitada entre otras (OMS, 2018, pp. 139-148).

Tabla 1. Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable

Agente patógeno	Tipo de especie/genero /grupo ^b	Importancia para la salud ^c	Persistencia en el suministro de agua ^d	Resistencia al cloro ^e	Infectividad relativa ^f	Fuente animal importante
Bacterias						
Burkholderia	B. pseudomallei	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	No
Campylobacter	C. coli, C.jejuni	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
Escherichia coli – diarrogenica ^g		Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
E. coli – enterohemorrágica	E. coli O157	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
Francisella	F. tularensis	Alta	Larga	Moderada	Alta	Sí
Legionella	L. pneumophila	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Micobacteria (no tuberculosa)	Mycobacterium avium complex	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja	No
Salmonella typhi		Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras Salmonellas	S. entérica	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	Sí
	S. bongori					
Shigella	S. dysenteriae	Alta	Corta	Baja	Alta	No
Vibrio	V. cholerae O1 y O139	Alta	Corta a larga ^h	Baja	Baja	No
Virus						
Adenoviridae	Adenovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Astroviridae	Astrovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Caliciviridae	Norovirus, Sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Hepeviridae	Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Picornaviridae	Enterovirus, Parechovirus, Virus de la hepatitis	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Reoviridae	Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Protozoos						
Acanthamoeba	A. culbertsoni	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta	No
Cryptosporidium	C. hominis/parvum	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Cyclospora	C. cayetanensis	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Entamoeba	E. histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
Giardia	G. intestinalis	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
Naegleria	N. fowleri	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Helmintos						
Dracunculus	D. medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No

- (a) Este cuadro presenta agentes patógenos para los cuales hay algunas pruebas de su importancia para la salud, debido a su ocurrencia en el abastecimiento de agua potable
- (b) Las especies listadas (p. ej. *I. pneumophila*) son las más comunes relacionadas con las enfermedades transmitidas por el agua, pero estas especies también podrían causar enfermedades
- (c) La importancia para la salud se relaciona con la incidencia y la gravedad de la enfermedad, incluida la asociación con brotes
- (d) Persistencia y detección en la fase infecciosa en el agua a 20 °C, corta, hasta 1 semana; moderada, de 1 semana a 1 mes; larga, más de 1 mes
- (e) Entre las especies y grupos de patógenos es probable que haya variaciones en la resistencia, que podrían verse afectadas por las características del suministro de agua y las condiciones de operación. La resistencia se basa en una inactivación del 99% a 20°C, en la que, generalmente, baja representa un C_{t99} de < 1 min.mg/L, moderada de 1-30 min.mg/L y alta > 30 min.mg/L (donde C = la concentración de cloro libre en mg/L y t = tiempo de contacto en minutos) en las siguientes condiciones: en la etapa infecciosa los agentes patógenos están suspendidos libremente en el agua tratada con dosis y tiempo de contacto convencionales y pH entre 7 y 8. Cabe señalar que los organismos que sobreviven y crecen en biopelículas, como *Legionella* y micobacterias, no serán eliminadas con cloración
- (f) Basado en experimentos con personas voluntarias, evidencia epidemiológica y estudios experimentales con animales. Alta significa que la dosis infecciosa puede tener $1-10^2$ organismos o partículas; moderada, 10^2-10^4 y baja > 10^4 .
- (g) Incluye enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva, de adherencia difusa y enteroagregativas
- (h) *Vibrio cholerae* puede persistir por largos periodos en asociación con copépodos y otros acuáticos

Fuente: (OMS, 2018). Elaboración propia

1.1.1. Bacterias. Según la Organización Mundial de la Salud, las bacterias son el grupo de agente patógenos más sensible a la inactivación por la desinfección. Algunas bacterias pueden proliferar en el agua, como es el caso de la *Legionella* y micobacterias no tuberculosas, y otras bacterias no crecen en el agua como es el caso de las bacterias entéricas que pueden sobrevivir periodos más cortos que los virus y protozoos (OMS, 2018, pp. 151- 52).

Burkholderia pseudomallei: Se encuentra con frecuencia en aguas turbias, tolera el ácido y puede sobrevivir en el agua con ausencia de nutrientes durante largos periodos. La enfermedad más frecuente que ocasiona es la neumonía, que en algunos casos puede ser mortal. Las infecciones pueden producirse por inhalación, ingestión o mediante el contacto de la piel con agua contaminada. Las medidas de control que podrían proporcionar protección son la desinfección y tratamiento del agua, y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 276-277).

Compylobacter: Se puede encontrar en aguas superficiales, son microaerófilos (requieren menos oxígeno) y capnófilos (requieren más dióxido de carbono). La enfermedad más frecuente que causa es la gastroenteritis aguda. Las transmisiones que se han detectado son mediante aguas superficiales con contenido de heces de aves silvestres. Las medidas de control que se recomiendan son la protección de las fuentes de agua,

evitando que ingresen residuos de humanos y animales, y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 277-278).

Legionella: Se encuentran en distintos medios acuáticos como: Agua dulce, ríos, arroyos y represas. Pueden proliferar a temperaturas mayores a 25 °C. Las enfermedades más conocidas que causa son la enfermedad de los legionarios y la fiebre de Pontiac. Las transmisiones más comunes que se han detectado son por inhalación de aerosoles en torres de refrigeración, duchas, humidificadores y bañera, también por aspiraciones en hielo y agua contaminada. Las medidas de control que se recomiendan son el control de la temperatura (mantener el agua fuera de 25-50 °C) y desinfección para limitar la formación de biopelículas (OMS, 2018, pp. 284-286).

Mycobacterium: Se encuentran en ambientes acuáticos y proliferan especialmente en biopelículas. Las enfermedades que pueden causar son neuropatías, úlcera de Buruli, osteomielitis y artritis séptica. Las transmisiones más comunes que se han detectado son Por inhalación, contacto e ingestión de agua contaminada. Las medidas de control recomendadas son evitar el crecimiento de biopelículas, eliminación de carbono orgánico, minimizar el tiempo de permanencia en sistemas de distribución y el constante mantenimiento del nivel adecuado de desinfectante residual (OMS, 2018, pp. 288-290).

Salmonella: Se encuentran presentes en sistemas de distribución, debido a la contaminación fecal por ganado o animales silvestres. Producen sulfuro de hidrogeno o gas por fermentación de carbohidratos. Las enfermedades que producen son gastroenteritis, bacteriemia o septicemia, fiebre tifoidea. Se transmite mediante el consumo de aguas subterráneas y superficiales contaminadas. Las medidas de control a tomar en cuenta son la protección de fuentes de agua de residuos humanos y animales, así como el cuidado en la distribución (OMS, 2018, pp. 292-293).

Shigella: No permanecen mucho tiempo en el agua, crecen con la presencia o ausencia de oxígeno. Pueden ocasionar enfermedades graves y leves como úlceras con diarrea hemorrágica. La transmisión de esta bacteria se puede dar mediante el contacto con el agua y alimentos contaminados. Las medidas de control a tener en cuenta son la desinfección, evitar el ingreso de aguas residuales y protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 293-295).

Vibrio Cholerae: Se puede encontrar en ambientes acuáticos (cepas no toxígenas). Es la única especie patógena relevante en fuentes de agua dulce. Las enfermedades que puede producir son el cólera y otros tipos de este organismo pueden causar diarreas graves y fulminantes. La transmisión de estos organismos se puede dar mediante el consumo de agua con contaminación fecal. Las medidas de control recomendadas son la desinfección, así como la protección de fuentes de agua cruda y el tratamiento y protección de los sistemas de distribución (OMS, 2018, pp. 297-299).

1.1.2. Virus. Son agentes patógenos muy pequeños difíciles de eliminar por medios físicos como la filtración. Existen virus que son menos sensibles a la desinfección que bacterias y parásitos, y pueden persistir durante largos periodos en el agua. Hay diversos tipos de virus con diversas vías de transmisión, sin embargo, la contaminación del agua se da, generalmente, mediante los virus respiratorios que pueden excretarse en las heces. Los virus de referencia identificados son los rotavirus, enterovirus y norovirus. (OMS, 2018, p. 151)

Adenovirus: Se excretan en cantidades abundantes en heces humanas, además se encuentran en aguas residuales, aguas no tratadas y agua de consumo humano. Entre las enfermedades que producen se encuentran gastroenteritis, neumonía, infección de vías urinarias y conjuntivitis. La transmisión de este virus se puede dar mediante el consumo de agua contaminada, además del contacto con esta agua (infección ocular). Los controles de seguridad recomendados están orientados a la protección de fuentes de agua, tratamiento y desinfección, además de la protección del agua de consumo humano durante su distribución (OMS, 2018, pp. 301-303).

Astrovirus: Se encuentran en aguas residuales debido a que están presentes en las heces humanas. Causan gastroenteritis, sobre todo diarrea. Se transmiten mediante la ingestión de agua contaminada. Las medidas de control a tener en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 303-304).

Calcivirus: Están presentes en aguas residuales debido a que se encuentran en heces humanas. Causan gastroenteritis vírica, acompañadas de diarrea y fiebre. Se ha probado distintas vías de transmisión, consumo y contacto de agua de consumo humano, agua contaminada, incluso mediante especies hidrobiológicas extraídas de aguas contaminadas

con aguas residuales. Las medidas de control a tener en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 304-305).

Enterovirus: Son considerados entre los virus más pequeños y conocidos debido a que frecuentemente causan infecciones humanas, se encuentran en aguas residuales, recursos hídricos y agua de consumo humano. Causan afección febril, miocarditis, meningoencefalitis, poliomielitis, herpangina, exantema vírico de manos, pies y boca e insuficiencia multiorgánica neonatal, además las infecciones por este virus ocasionan la excreción de grandes cantidades de virus que pueden producir enfermedades en otras personas. La transmisión de este virus se da predominantemente por contacto de persona a persona y por aire, por agua aún no se ha confirmado. Las medidas de control a tomar en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 306-307).

Virus de la hepatitis A: Se excreta en las heces humanas y por tanto está presente en aguas residuales. Causa la hepatitis A o también llamada la “hepatitis infecciosa”. Se transmite mediante consumo de agua y por especies hidrobiológicas extraídas de aguas contaminadas. Las medidas de control a tener en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua, de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 307-309).

Virus de la hepatitis E: Se excreta en las heces humanas y por tanto está presente en aguas residuales e incluso en aguas tratadas. Causa una hepatitis similar a la hepatitis A. La tasa de transmisión por agua contaminada fecalmente es mayor que en el caso del virus de la hepatitis A. Las medidas de control a tener en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 309-310).

Rotavirus y ortorreovirus: Se encuentran en grandes cantidades en aguas residuales debido a que los humanos excretan grandes concentraciones de estos virus, además se han detectado en ríos, lagos y agua de consumo tratada. Causa gastroenteritis aguda mayormente en niños. La transmisión mediante el agua contaminada es baja y mayormente se transmite de persona a persona o inhalación. Las medidas de control a tomar en cuenta están orientadas a la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 311-312).

1.1.3. Protozoos. Son los agentes patógenos menos sensibles a la inactivación por desinfección química. Algunos agentes pueden ser eliminados con la irradiación de luz UV, sin embargo, son altamente resistentes a los desinfectantes oxidantes, como es el caso del *Cryptosporidium*. Sus tamaños son moderados, de manera que pueden ser eliminados por medios físicos y pueden sobrevivir durante largos periodos en el agua (OMS, 2018, p. 152).

Acanthamoeba: Pueden encontrarse en aguas superficiales, aguas de grifo, piscinas y otros medios acuáticos y pueden proliferar en el agua a distintas temperaturas. Este agente causa encefalitis granulomatosa amebiana, queratitis y uveítis. Las transmisiones de este agente detectados son por agua de grifo e incluso mediante el lavado de lentes de contacto. Las medidas de control recomendadas se orientan a reducir la presencia de microorganismos que forman biopelículas para evitar su proliferación (OMS, 2018, pp. 313-314).

Cryptosporidium: Pueden encontrarse en aguas residuales y aguas superficiales. Causan diarrea, náuseas, vómitos y fiebre que pueden durar poco tiempo o llegar a ser mortales en personas de avanzada edad. La transmisión de este agente puede dar por consumo de agua de consumo humano y aguas recreativas. Las medidas de control a considerar están orientadas a la protección de fuentes de agua de residuos humanos y protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 317-319).

Cyclospora cayetanensis: Se han detectado en aguas residuales y en fuentes de agua. Causan diarrea, cólico, pérdida de peso, anorexia, mialgia, vómitos y fiebre. La principal vía de transmisión es el agua y los casos más conocidos se han dado por cultivos regados con agua contaminada. Las medidas de control a tener en cuenta están orientadas a la protección, de las fuentes de agua de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 319-320).

Entamoeba Histolytica: Pueden encontrarse en aguas residuales y aguas contaminadas, debido a que el ser humano puede excretarlas. Causan mayormente infecciones asintomáticas y algunas veces causan disentería o colitis. La transmisión de este agente puede darse por la ingestión de agua contaminada o algunos alimentos cultivados con agua contaminada. Las medidas de control a tener en cuenta están

orientadas a la protección de las fuentes de agua, de los residuos humanos y la protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 321-322).

Giardia Intestinalis: Se han registrado presencias en aguas residuales y aguas superficiales. Producen infecciones asintomáticas como diarrea, cólicos y en algunos casos pueden aparecer trastornos de hipoabsorción. Se han detectado transmisiones por agua de consumo humano y aguas recreativas. Las medidas de control a considerar están orientadas a la protección de fuentes de agua de residuos humanos y protección del sistema de distribución (OMS, 2018, pp. 323-322).

Naegleria fowleri: Está presente en aguas dulces a temperaturas que llegan hasta los 45°C. Causa meningoencefalitis amebiana y puede ser mortal. La transmisión se contrae exclusivamente por la exposición de las fosas nasales al agua contaminada en aguas recreativas, aguas superficiales, aguas de refrigeración industrial y manantiales geotérmicos. Las medidas de control que se recomiendan son el uso de concentraciones residuales de cloro libre, además de mantener concentraciones residuales de desinfectantes, también se recomienda limitar la presencia de microorganismo que formen biopelículas para evitar su proliferación (OMS, 2018, pp. 327-329).

1.1.4. Helmintos. Según la OMS estos agentes patógenos son gusanos tanto parasitarios como de vida libre, se clasifican principalmente en el filo Nematoda (lombrices) y el filo Platyhelminthes (platelmintos, incluidos los trematodos y cestodos). Su transmisión por el agua de consumo humano no es muy significativa, ya que se necesita de un agente intermedio para completar su ciclo biológico, como es el caso del *Dracunculus medinensis* (gusano de guinea) y *Fasciola* spp. (*F. hepática* y *F. gigantica*) pero se pueden transmitir mediante otros mecanismos diferentes.

Dracunculus medinensis: Es considerado el único helminto asociado con la transmisión significativa por el agua de consumo humano. Su presencia se limita geográficamente a países de la franja central de África subsahariana. Puede ocasionar vómitos, prurito, mareos y otros síntomas. La transmisión se da mediante el agua de consumo humano que contiene *Cyclops* infectados portadores de larvas infecciosas de *Dracunculus*. Las medidas de control recomendables se orientan a prevenir que los gusanos expulsen larvas de *D. medinensis*, provenientes de personas infectadas, al agua (OMS, 2018, pp. 331- 333).

En la Tabla 2 se muestran valores de referencia para la calidad microbiológica del agua.

Tabla 2. Valores de referencia para verificación de calidad microbiológica del agua

Organismos	Valor de referencia
Toda agua destinada directamente para beber E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No se debe detectar en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada que ingresa al sistema de distribución E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No se debe detectar en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada en el sistema de distribución E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No se debe detectar en ninguna muestra de 100 ml

Fuente: (OMS, 2018). Elaboración propia

1.2. Aspectos químicos. En cuanto a los aspectos químicos, los riesgos se asocian a la capacidad de los componentes químicos de causar efectos adversos en la salud luego de estar expuestos por periodos prolongados, aunque existen algunos componentes que pueden ocasionar efectos adversos al estar expuestos por un corto tiempo (OMS, 2018, p. 7).

Los componentes químicos que contaminan el agua se pueden encontrar en distintas fuentes:

1.2.1. Origen natural. Se pueden encontrar en rocas, suelos y los efectos del marco geológico y el clima, además en masas de agua eutróficas (por el vertido de aguas residuales y la escorrentía agrícola) (OMS, 2018, p.188). Dentro de los componentes químicos de origen natural cuya presencia en el agua puede afectar la salud se encuentran:

Arsénico: Se presenta en aguas naturales en concentraciones de menos de 1-2 µg/l, las concentraciones pueden ser mayores en aguas subterráneas donde hay depósitos de minerales de sulfuro y sedimentos de rocas volcánicas. Puede afectar mediante el agua de consumo humano y puede causar cáncer en la piel, pulmones, vejiga y riñones (OMS, 2018, pp. 371-374).

Bario: Ingresa a las fuentes de agua por aplicaciones industriales, se han detectado casos de causa de hipertensión aguda y efectos secundarios a la hipocaliemia (OMS, 2018, pp. 377-378).

Boro: Se encuentra en aguas subterráneas por lixiviado de rocas y suelos que contienen boratos y borosilicatos, además por descargas de aguas residuales. Puede afectar mediante el agua de consumo humano al aparato reproductor masculino (OMS, 2018, pp. 381-382).

Cromo: Algunas veces se han reportado concentraciones de hasta 120 ug/l en agua de consumo humano y se le asocia la exposición por inhalación al cromo (VI) con el cáncer de pulmón (OMS, 2018, p. 404).

Fluoruro: Se encuentra en concentraciones altas en aguas subterráneas. Puede exponerse mediante el agua de consumo humano y puede afectar gravemente los tejidos óseos (OMS, 2018, pp. 437-440).

Selenio: Se puede encontrar en fuentes de agua proviniendo de plantas industriales. La ingesta de esta sustancia puede causar miocarditis y condrodistrofia, además se asocia a trastornos gastrointestinales, decoloración de la piel, pérdida de cabello o uñas (OMS, 2018, pp. 486-487).

Uranio: Puede ser responsable de la mayor parte de la ingesta si se encuentra en una fuente de agua de consumo humano, aunque generalmente se encuentra en concentraciones baja (OMS, 2018, pp. 505-506).

Microcistina L-R: Única sustancia orgánica a la cual se le ha establecido un valor de referencia debido a que su presencia en el agua puede afectar la salud. Se encuentran con mayor frecuencia en aguas dulces y pueden alcanzar altas concentraciones en lagos, reservorios, lagunas y ríos de flujo lento que pueden ser potencialmente dañinos para la salud humana, principalmente el hígado (OMS, 2018, pp. 495-498).

En la Tabla 3 se muestran los valores de referencia de los componentes químicos de origen natural cuya presencia en el agua puede afectar la salud.

Tabla 3. Valores de referencia de sustancias químicas de origen natural

Sustancia	µg/L	mg/L	Observaciones
Inorgánica			
Arsénico	10 (A, T)	0.01 (A, T)	
Bario	1 300	1,3	
Boro	2 400	2,4	
Cromo	50 (P)	0.05 (P)	Para cromo total
Fluoruro	1 500	1,5	Al fijar normas nacionales deben tenerse en cuenta el volumen de agua consumida y la ingesta de otras fuentes
Selenio	40 (P)	0.04 (P)	
Uranio	30 (P)	0.03 (P)	Solo se abordan los aspectos químicos del uranio
Orgánica			
Microcistina-LR	1 (P)	0.001 (P)	Para la microcistina-LR (suma de la libre más la intracelular
A, valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado está por debajo del nivel de cuantificación alcanzable; P, valor de referencia provisional debido a incertidumbres en la base de datos sobre salud; T, valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado está por debajo del nivel que se puede alcanzar a través de métodos de tratamientos prácticos, protección de la fuente, etc.			

Fuente: (OMS, 2018). Elaboración propia

1.2.2. Fuentes industriales y núcleos habitados. Se pueden encontrar en minería e industrias de fabricación y procesamiento, aguas residuales, residuos sólidos, escorrentía urbana, fugas de combustibles. (OMS, 2018, p. 188). Dentro de los componentes químicos inorgánicos, de fuentes industriales y núcleos habitados, cuya presencia en el agua puede afectar la salud se encuentran:

Cadmio: Es un metal y se expulsa al ambiente en las aguas residuales. Impurezas provenientes de soldaduras, tuberías galvanizadas y accesorios de gasfitería pueden contaminar el agua de consumo humano. Puede ingresar al cuerpo mediante la ingesta y puede dañar los riñones y ser cancerígeno (OMS, 2018, pp. 385-386).

Mercurio: El mercurio inorgánico se metila en agua dulce y en agua de mar, y es perjudicial en el agua como mercurio inorgánico. La toxicidad por vía oral puede causar gastritis hemorrágica y colitis, y también puede afectar a los riñones (OMS, 2018, pp. 457-458).

Existen también componentes químicos orgánicos cuya presencia en el agua pueden afectar la salud. En la Tabla 4 se muestran los valores de referencia de los componentes químicos de fuentes industriales y núcleos habitados cuya presencia en el agua puede afectar la salud.

Tabla 4. Valores de referencia de sustancias químicas de fuentes industriales y núcleos habitados

Sustancia	µg/L	mg/l	Observaciones
Inorgánica			
Cadmio	3	0.003	
Mercurio	6	0.006	Para mercurio inorgánico
Orgánicas			
Benceno	10 ^a	0.01 ^a	
Tetracloruro de carbono	4	0,004	
1,2-Diclorobenceno	1 000 (C)	1 (C)	
1,4-Diclorobenceno	300 (C)	0.3 (C)	
1,2-Dicloroetano	30 ^a	0.03 ^a	
1,2-Dicloroeteno	50	0.05	
Dichlorometano	20	0.02	
Di(2-etilhexil) ftalato	8	0.008	
1,4-Dioxano	50 ^a	0.05 ^a	Calculado usando el enfoque de la IDT, así como el modelado lineal de múltiples etapas
Ácido edético	600	0,6	Aplicable al ácido libre
Etilbenceno	300 (C)	0.3 (C)	
Hexaclorobutadieno	0.6	0.0006	
Ácido nitrilotriacético	200	0.2	
Pentaclorofenol	9 ^a (P)	0.009 ^a (P)	
Estireno	20 (C)	0.02 (C)	
Tetracloroeteno	40	0,04	
Tolueno	700 (C)	0.7 (C)	
Tricloroetileno	20 (P)	0.02 (P)	
Xilenos	500 (C)	0.5 (C)	
C, concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar la apariencia, sabor, u olor del agua, dando lugar al reclamo de los consumidores; P: valor de referencia provisional debido a incertidumbres en la base de datos sobre salud.			
(a) El valor de referencia de las sustancias sin umbral es la concentración en el agua de consumo humano asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10 ⁻⁵ (un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren agua de consumo humano con una concentración de la sustancia igual al valor d referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁶ pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10			

Fuente: (OMS, 2018)

1.2.3. Actividades agropecuarias. Se pueden encontrar en estiércoles, fertilizantes, prácticas de ganadería intensiva y plaguicidas. (OMS, 2018, p. 188). Dentro de los componentes químicos, de actividades agrícolas, cuya presencia en el agua puede afectar la salud se encuentran sustancias que no son plaguicidas, como:

Nitrato (NO₃-) y Nitrito (NO₂-): El nitrato es un nutriente importante para plantas, puede llegar a aguas superficiales y subterráneas debido a la aplicación de fertilizantes nitrogenados inorgánicos y estiércol, también a la vegetación natural. El nitrito puede formarse en las tuberías de distribución debido al estancamiento en tuberías de acero galvanizado de agua potable que contiene nitratos y es pobre en oxígeno. A estas sustancias se les ha asociado con cánceres gástricos, malformaciones congénitas y diabetes mellitus infantil (OMS, 2018, pp. 466-473).

Existen también sustancias que son plaguicidas usados en la agricultura que pueden afectar la salud. En la Tabla 5 se muestran los valores de referencia de los componentes químicos de actividades agropecuarias cuya presencia en el agua puede afectar la salud.

Tabla 5. Valores de referencia de sustancias químicas de actividades agropecuarias

Sustancia química	µg/L	mg/l	Observaciones
Sustancias que no son plaguicidas			
Nitrato (como NO ₃)	50 000	50	Basado en efectos de corto plazo, pero es protector contra los efectos de largo plazo
Nitrito (como NO ₂)	3 000	3	Basado en efectos de corto plazo, pero es protector contra los efectos de largo plazo
Plaguicidas usados en la agricultura			
Alacloro	20 ^a	0.02 ^a	
Aldicarb	10	0.01	Aplicable al aldicarb sulfóxido y al aldicarb sulfona
Aldrín y dieldrin	0.03	0.00003	Aplicable a la suma de aldrín y dieldrin
Antrazina y sus metabolitos de cloro-s-triazina	100	0.1	
Carbofurán	7	0.007	
Clordano	0.2	0.0002	
Clorotolurón	30	0.03	
Clorpitifós	30	0.03	
Cianazina	0.6	0.0006	
2,4-D ^b	30	0.03	Aplicable al ácido libre
2,4-DB ^c	90	0.09	
1,2-Dibromo-3-cloropropano	1 ^a	0.001 ^a	
1,2-Dibromoetano	0.4 ^a (P)	0.0004 ^a (P)	
1,2-Dicloropropano	40 (P)	0.04 (P)	
1,3-Dicloropropeno	20 ^a	0.02 ^a	
Diclorprop	100	0.1	
Dimetoato	6	0.006	
Endrin	0,6	0.0006	
Fenoprop	9	0,009	
Hidroxiatrazina	200	0.2	Metabolito de atrazina
Isoproturón	9	0.009	
Lindano	2	0.002	
MCPA ^d	2	0.002	
Mecoprop	10	0.01	
Metoxycloro	20	0.02	
Metolacloro	10	0.01	
Molinato	6	0.006	
Pendimetalina	20	0.02	

Sustancia química	µg/L	mg/l	Observaciones
Simazina	2	0.002	
2,4,5-T ^e	9	0.009	
Terbutilazina	7	0.007	
Trifuralina	20	0.02	
P, valor de referencia provisional debido a incertidumbres en la base de datos sobre salud (a) El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua de consumo humano asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-5} (un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren agua de consumo humano con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-4} y 10^{-6} pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10. (c) Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (d) Ácido 2,4-Diclorofenoxibutírico (e) Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético			

Fuente: (OMS, 2018)

Además, se pueden encontrar en actividades asociadas al tratamiento del agua o materiales en contacto con el agua de consumo humano, por ejemplo: Coagulantes, Subproductos de desinfección (SPD) y materiales de tuberías, cuyas sustancias químicas se pueden quedar en el agua de manera involuntaria (OMS, 2018, p. 188).

La Tabla 6 muestra productos químicos usados en el tratamiento del agua y que pueden afectar la salud.

Tabla 6. Valores de referencia de sustancias químicas usados en el tratamiento de agua

Sustancia	µg/L	mg/l	Observaciones
Desinfectantes			
Cloro	5 000 (C)	5 (C)	Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre de $\geq 0,5$ mg/L tras un tiempo de contacto de al menos 30 minutos a un pH < 8. Se debe mantener una concentración residual de cloro a lo largo del sistema de distribución. En el punto de entrega, la concentración residual mínima del cloro libre debe ser 0,2 mg/L
Monocloramina	3 000	3	
Dicloroisocianurato de sodio	50 000	50	Como dicloroisocianurato de sodio
	40 000	40	Como ácido cianúrico
Subproductos de la desinfección			
Bromato	10a (A, T)	0.01a (A, T)	
Bromodichlorometano	60 ^a	0.06 ^a	
Bromoformo	100	0.1	
Clorato	700 (D)	0.7 (D)	
Clorito	700 (D)	0.7 (D)	
Cloroformo	300	0.3	
Dibromoacetoneitrilo	70	0.07	

Sustancia	µg/L	mg/l	Observaciones
Dibromoclorometano	100	0.1	
Dicloroacetato	50 ^a (D)	0.05 ^a (D)	
Dicloroactonitrilo	20 (P)	0.02 (P)	
Monocloroacetato	20	0.02	
N-Nitrosodimetilamina	0.1	0.0001	
Tricloroacetato	200	0.2	
2,4,6-Triclorofenol	200 ^a (C)	0.2 ^a (C)	
Trihalometanos			La suma de los cocientes de la concentración de cada uno y sus respectivos valores de referencia no debe ser mayor a 1

Contaminantes procedentes de productos químicos utilizados en el tratamiento

Acrilamida	0.5 ^a	0.0005 ^a	
Epiclorohidrina	0.4 (P)	0.0004 (P)	

Contaminantes procedentes de tuberías y accesorios

Antimonio	20	0,02	El agua puede manchar la ropa y los aparatos sanitarios a concentraciones menores que el valor de referencia
Benzo[a]pireno	0.7 ^a	0.0007 ^a	
Cobre	2 000	2	
Plomo	10 (A, T)	0,01 (A, T)	
Níquel	70	0.07	
Cloruro de vinilo	0.3 ^a	0.0003 ^a	

A = valor de referencia provisional dado que el valor de referencia calculado es menor que el límite de cuantificación práctico, C = concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar el aspecto, sabor u olor del agua y ocasionar reclamaciones de los consumidores; D = valor de referencia provisional porque es probable que la desinfección supere el valor de referencia; P = valor de referencia provisional debido a incertidumbre en la base de datos sobre salud; T = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el que es posible alcanzar mediante métodos de tratamiento prácticos, control de la fuente, etc.

(a) El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua de consumo humano asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-5} (un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren agua de consumo humano con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-4} y 10^{-6} pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10

Fuente: (OMS, 2018)

También se pueden encontrar en plaguicidas añadidos al agua por motivos de salud por ejemplo en larvicidas utilizados en el control de insectos vectores de enfermedades (OMS, 2018, p.188). La tabla 7 muestra plaguicidas que se añaden al agua por motivos de salud pública.

Tabla 7. Valores de referencia de plaguicidas añadidas al agua por motivos de salud pública

Plaguicidas añadidos al agua por motivos de salud pública	µg/L	mg/l
DDT y metabolitos	1	0.001

Fuente: (OMS, 2018)

1.3. Aspectos radiológicos. Según la Organización Mundial de la Salud el riesgo para la salud respecto a aspectos radiológicos está asociado a los radionúclidos de origen natural en el agua de consumo humano, aun así, el riesgo es pequeño y depende de las condiciones locales de la fuente de agua para determinar una estrategia que evite posibles responsables de radiactividad. Estos radionúclidos pueden ingresar al agua en cualquier punto del sistema de distribución.

Los radionúclidos se clasifican en naturales y ocasionados por el hombre. Los radionúclidos de origen natural son: potasio-40, radio-226, radio-228, uranio-234, uranio-238 y plomo-210, y pueden estar presentes en el agua por procesos radioactivos, mineros u otros procesos industriales.

Los radionúclidos ocasionados por el hombre pueden estar presentes en el agua debido a actividades donde se utiliza combustible nuclear, actividades de la medicina o por emisiones accidentales al medio ambiente.

Los efectos de ingerir agua de consumo humano con radionúclidos pueden causar cáncer en los seres humanos (OMS, 2018, pp. 239-243).

1.4. Aspectos relativos a la aceptabilidad. Según la Organización Mundial de la Salud (2018) los aspectos relativos a la aceptabilidad se asocian principalmente en lo que la persona siente y percibe cuando consume el agua, estos son el sabor, olor y la apariencia, dado que un agua muy turbia, con color, con sabor u olor desagradable puede dar la impresión de que es un agua insalubre.

El sabor y olor pueden provenir de contaminantes químicos naturales, orgánicos e inorgánicos, de procesos biológicos, sustancias químicas sintéticas, o del tratamiento del agua, también pueden originarse en el sistema de distribución.

Dentro de los contaminantes de origen biológico que pueden afectar la aceptabilidad del agua tenemos:

Actinomicetos y hongos: Pueden abundar en aguas superficiales y producir geosmina, 2-metil isoborneol y otras sustancias que ocasionan sabores y olores desagradables en el agua.

Cianobacterias y algas: La floración de estos contaminantes pueden impedir la coagulación y la filtración, lo que puede ocasionar turbiedad en el agua, además pueden producir geosmina y 2-metil isoborneol que producen turbiedad.

Bacterias ferruginosas: En aguas que contienen sales ferrosas y manganosas se puede generar precipitados de color herrumbroso en las paredes de tanques y tuberías.

Dentro de los contaminantes de origen químico y características que pueden afectar la aceptabilidad del agua tenemos:

Aluminio: Se puede encontrar en el agua como aluminio de origen natural o sales de aluminio y puede cambiar el color del agua como precipitación del floculo de hidróxido de aluminio

Cinc: Produce mal sabor al agua, color opalino y una película de oleosa al hervir, se puede dar en grifos debido al material galvanizado utilizado.

Cloraminas (monocloramina, dicloramina y tricloramina): Son producto de la reacción del cloro y el amoníaco. La monocloramina es un desinfectante utilizado para reducir la formación de la dicloramina y tricloramina. Pueden variar el sabor y el olor del agua, sobre todo la tricloramina.

Cloruro: Producen un sabor salado al agua

Cobre: Por lo general, la presencia de cobre se debe a la corrosión que genera el agua al disolver las tuberías. Puede cambiar el color del agua y producir un sabor amargo

Hierro: En aguas subterráneas no genera alteraciones en el color ni turbiedad, sin embargo, cuando se pone en contacto con la atmosfera le da al agua un color marrón rojizo.

Color: El agua de consumo humano no debe tener ningún color, debe ser incoloro. Las fuentes de agua pueden tener algún color generado por la presencia de materia orgánica coloreada como ácidos húmicos y fúlvicos, además de la presencia de hierro y otros metales. También el color se puede deber a la contaminación por aguas residuales.

Dureza: Se genera por la presencia de calcio y magnesio, una mayor dureza en el agua puede ocasionar incrustaciones en el sistema de tratamiento y una menor dureza puede ser más corrosiva para las tuberías.

pH y corrosión: El pH es importante para que la desinfección con cloro sea eficaz, un buen control del pH permite controlar la corrosión que se pueda dar en el sistema de tuberías y se pueda contaminar el agua.

Sólidos disueltos totales: Son la suma de minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Es una medida del contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas. Concentraciones mayores de esta pueden disminuir la aceptabilidad del sabor del agua (Panachlor SA, s.f., p. 1).

Turbiedad: Es la pérdida de claridad del agua producida por partículas en suspensión (por ejemplo, arcilla y sedimentos), sustancias químicas (manganeso y hierro), partículas orgánicas y otros organismos. Se puede dar por la mala calidad de la fuente de agua, tratamiento o distribución deficiente u otras formas de contaminación, lo que puede reducir la aceptabilidad del agua (OMS, 2018, pp. 257-268).

2. Tipos de fuentes de agua

Una fuente de agua es el afloramiento natural de agua mediante la capa freática, en un punto de la superficie del terreno, las fuentes pueden ser permanentes o temporales, dado que unos mantienen su caudal durante todo el año y otros se secan durante el verano (Vieira, 2002, p. 7).

Como se sabe, la mayoría del agua se encuentra en estado líquido, tanto en la superficie de la tierra y bajo la corteza terrestre, a este cuerpo que engloba el agua en estado líquido se le denomina hidrósfera. Por tanto, se puede decir que los tipos de fuentes naturales son dos: Fuentes subterráneas y superficiales (Fan del agua, 2017, sección La hidrósfera, 1).

2.1. Fuentes subterráneas. Este tipo de aguas proceden de las precipitaciones por lluvia, nieve, granizo, etc. También por el deshielo de la nieve que se infiltra en la superficie terrestre. Esta agua se desplaza por el interior de la tierra por gravedad y se acumula hasta formar lo que se conoce como acuífero.

El agua subterránea se puede encontrar a uno como a cientos de metros de profundidad, a lo que se le denomina el nivel freático y representa unas veinte veces más que el total de las aguas superficiales de la tierra. Existen tres tipos de acuíferos o aguas subterráneas como se ve en la figura 1.

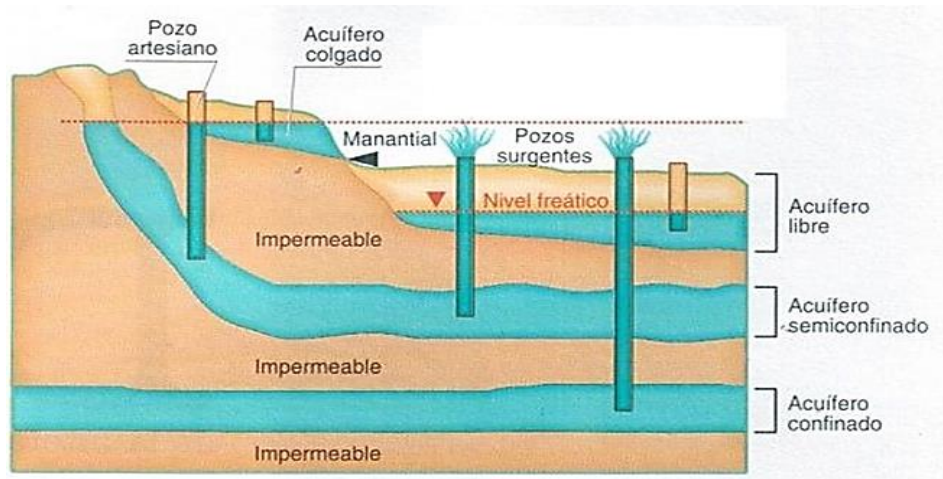


Figura 1. Tipos de acuíferos o agua subterránea
Fuente: (Área ciencias, s.f.)

Acuíferos libres: En los acuíferos libres el nivel freático está al nivel de la superficie y se encuentra en contacto con la zona subsaturada del suelo. El agua que se libera de este tipo de acuífero es la procedente del drenaje de sus poros, es decir, por desaturación (Ordoñez Gálvez, 2011, p. 10). No son aptas para el consumo humano, ya que están en contacto con las aguas que usa el hombre (desechos, pozos ciegos, etc).

Acuíferos confinados: En los acuíferos confinados el agua se acumula entre dos capas impermeables y a mayor profundidad. El agua que se libera de estos acuíferos es por la expansión del agua y descompresión de la estructura permeable vertical cuando se produce la depresión en el acuífero.

Acuíferos semi-confinados: En estos acuíferos el muro y/o el techo no son totalmente impermeables y el agua se libera por filtración vertical. Estas aguas son aptas para el consumo al igual que los acuíferos confinados, debido a que se encuentran a mayor profundidad que la capa freática (Área ciencias, s.f.).

El agua subterránea puede salir de forma natural, debido a que se mueve mediante el terreno poroso del subsuelo y puede volver a surgir a la superficie como manantiales. También puede salir de forma artificial sacándola mediante construcción de pozos.

Manantiales: Esta fuente de agua es originada por la filtración del agua de lluvia, nieve o rocas ígneas que se almacena subterráneamente y surge a la superficie. El caudal varía según la estación y la intensidad de las lluvias, los manantiales originados por filtración se secan en escasas precipitaciones y algunos con caudales copiosos pueden suministrar agua a las localidades. La mayoría de las marcas de agua embotellada provienen de este tipo de fuentes de agua (ECONET, 2017, sección Manantiales naturales, 1).

Pozos: Un pozo es una estructura de captación vertical para explotar el agua freática contenida en el subsuelo. Mediante el pozo se puede llevar el agua hasta el nivel del suelo y según sea la necesidad, respecto a profundidad, datos hidrogeológicos del terreno y costo, los pozos pueden ser tubulares y aforados.

Los pozos tubulares son usados en zonas donde el agua freática está cerca de la superficie, se realizan insertando un tubo con un colador en el fondo que sirve como filtro para la arena y demás partículas. (Ingeniero de caminos, s.f., sección Pozos tubulares, 1) Los pozos perforados son pozos modernos y son usados en zonas de gran profundidad y roca dura, se emplea una herramienta rotatoria cortante que gira alrededor de un eje vertical que rompe y tritura la roca (Wikiwater, s.f.).

2.2. Fuentes superficiales. Según EcuRed (2019) las aguas superficiales provienen de precipitaciones y no se infiltran ni vuelven a la atmósfera por evaporación, también provienen de manantiales. Pueden ser quietas o corrientes en la superficie del suelo, aunque generalmente son aguas que discurren por la superficie de las tierras emergidas.

El agua superficial, generalmente, requiere tratamientos de manera indispensable, debido a que arrastran a su paso una mayor cantidad de residuos que no han sido filtrados y que le ocasionan turbiedad y color por ello es importante su potabilización para el consumo humano. Existen dos tipos de aguas superficiales: Aguas lólicas o corrientes y aguas lénticas.

Aguas lólicas

Se denomina a las aguas que están en continuo movimiento y en una sola dirección. Estas aguas, generalmente, llevan hasta el mar, el excedente de agua producido por lluvias

o deshielo. El volumen del agua y la velocidad del flujo varían de acuerdo con las precipitaciones (Cajal, 2017). Dentro de este grupo de aguas superficiales tenemos:

Ríos: En los ríos, el agua fluye con continuidad y discurre por gravedad de las partes altas hacia las partes bajas. Pueden desembocar en el mar, en lagos o en otros ríos. También pueden terminar su curso en zonas desérticas donde sus aguas se infiltran o se evaporan. Cuando el río es corto y estrecho se le denomina riachuelo o arroyo.

Manantiales tubulares: A los manantiales se les denomina tubulares cuando circulan por la superficie del suelo siguiendo su estructura. Estos son denominados a veces “nacientes de minerales” debido a que contienen grandes cantidades de minerales, las cuales les da sabor al agua, es por ello que esta agua se vende como agua mineral.

Aguas lénticas

Aular (2017) denomina a las masas de agua que están quietas o que no fluyen, son ambientes estáticos debido a que no tienen entradas ni salidas a otros ambientes acuáticos y por tanto no se genera movimiento. En este tipo de agua se forman sedimentos en el fondo, debido a que no existe flujo continuo. Las fuentes de agua de lénticas pueden secarse y desaparecer en ausencia de lluvias, dado que es su única fuente de renovación. Dentro de este grupo de aguas superficiales tenemos:

Lagos: El agua de los lagos proviene de los escurrimientos de las lluvias, tienen velocidades de flujo pequeñas. Son aguas de gran importancia en muchos ecosistemas tanto para animales, plantas y seres humanos. Tienen grandes extensiones que pueden abarcar varios kilómetros.

Lagunas: En cuanto a las lagunas, dependiendo del país, se denomina laguna de acuerdo con su profundidad. Por ejemplo, en EE. UU se denomina lagunas cuando se tienen profundidades menores a tres metros.

2.3. Disponibilidad de agua en el Perú. Según la Autoridad Nacional del Agua, el agua dulce en el Perú se ha estimado que es el 1.89% de la disponibilidad total en el mundo y las principales fuentes de agua son los ríos, lagunas, glaciares y acuíferos. Así mismo cuenta con 159 cuencas, 62 cuencas pertenecen a la Región Hidrográfica del

Pacífico, 84 a Región Hidrográfica del Amazonas y 13 a la Región Hidrográfica del Titicaca.

En el Perú se cuenta con tres vertientes (Vertiente Atlántico, Vertiente del Pacífico y Vertiente de Titicaca), de las cuales la vertiente del Atlántico es la que posee mayor recurso hídrico (97.3% del total), sin embargo, la Vertiente del Pacífico que posee 2.2% es el que cuenta con mayor población, lo que significa un porcentaje de acceso al agua muy pequeño.

3. Tecnologías de producción de agua de mesa

3.1. Potabilización del agua. Como se sabe, el agua es quizá el recurso máspreciado para la humanidad, sin embargo, para que pueda ser consumido por el hombre, debe pasar por distintos procesos para que su calidad sea apta para el consumo humano, esto significa que el agua no debe tener color, sabor, turbiedad, olor, o alguna sustancia que pueda dañar el organismo del consumidor. Las técnicas que se emplean para la potabilización del agua dependen mucho de las circunstancias y del medio del cual se obtiene el recurso.

Las etapas o técnicas para la potabilización del agua son muchas, dependiendo de la calidad que se requiera algunas pueden no ser tomadas en cuenta, sin embargo, otras si son, siempre, obligatorias.

A continuación, se presentan las técnicas que hoy en día son las más usadas para el tratamiento del agua, Figura 2:

3.1.1. Captación. Es la primera etapa del proceso de potabilización, que consiste en la obtención del agua de las fuentes naturales. Para las fuentes subterráneas se realiza la captación mediante el bombeo y para las fuentes superficiales se realizan tomas de agua en ríos, mares, etc.

La captación de agua de las fuentes subterráneas se puede dar mediante pozos de bombeo o perforaciones (Agua.org.mx, 2017).

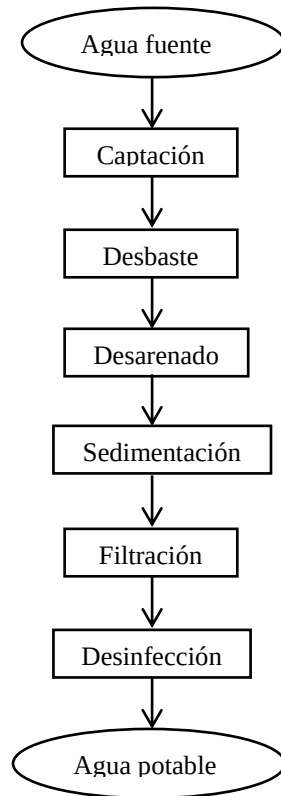


Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de potabilización de agua
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Captación. Es la primera etapa del proceso de potabilización, que consiste en la obtención del agua de las fuentes naturales. Para las fuentes subterráneas se realiza la captación mediante el bombeo y para las fuentes superficiales se realizan tomas de agua en ríos, mares, etc.

La captación de agua de las fuentes subterráneas se puede dar mediante pozos de bombeo o perforaciones (Agua.org.mx, 2017).

3.1.3. Desbaste. El desbaste es el proceso de retención de grandes sólidos que pueden existir en la fuente natural. El mecanismo para la retención de estos sólidos consiste en un pozo situado en el sistema de captación con el fin de acumular los sólidos y arenas sedimentadas.

El pozo cuenta con una reja, llamada “reja de muy gruesos”, que consta de una serie de perfiles de acero posicionados de forma vertical que impiden la entrada de ramas, troncos, o cualquier sólido de gran tamaño. Según sea el caso, se pueda realizar un

desbaste fino colocando rejas con paso libre entre barras de 10-25 mm o desbaste grueso colocando rejas con paso libre entre barras de 50-100 mm (El Blog Ceupe, s.f.).

3.1.4. Desarenado. Es el proceso de extracción de grava, arena y partículas minerales más o menos finas para evitar que partículas produzcan sedimentos que dañen las bombas y otra maquinaria en las siguientes etapas del proceso.

Generalmente los desarenadores utilizados son rectangulares de tipo canal, donde la velocidad del agua se reduce sedimentando las partículas. El desarenado tiene como finalidad eliminar las partículas pequeñas (superiores a 200 micras) y se emplea frecuentemente en la captación.

También se puede utilizar hidrociclones, sin embargo, puede desgastar las bombas por abrasión. Otros tipos de desarenadores como circulares, con alimentación tangencial y agitación mecánica o desarenadores aireados son utilizados en aguas residuales (Casero Rodriguez, 2007, p. 14).

3.1.5. Sedimentación. Es el proceso por el cual las partículas en suspensión, que están presentes en el agua, con mayor peso específico que el agua son removidas por efecto gravitacional. Es un proceso netamente físico que se utiliza para conseguir la clarificación del agua y una suspensión más concentrada.

La suspensión se puede dar de tres formas, dependiendo de las características de las partículas: Partículas discretas, partículas floculentas y por caída libre e interferida.

Sedimentación de partículas discretas: Denominada también sedimentación o sedimentación simple, se da con aquellas partículas que no cambian su forma, tamaño y densidad durante la caída. No es necesario adición de sustancias y basta con el reposo. Se da en los desarenadores, en sedimentadores y presedimentadores antes de la coagulación en plantas de filtración rápida y en sedimentadores en plantas de filtración lenta (Maldonado Yactayo, 2004, pp. 3-4).

Sedimentación de partículas floculantes (Coagulación-Floculación-Decantación): Casero Rodriguez (2007) dice que esta etapa tiene como finalidad desestabilizar las partículas coloidales (debido a que la existencia de cargas negativas en su

superficie las hace estables), facilitando la formación de agregados de mayor volumen con mayor velocidad de sedimentación, para que puedan ser eliminadas más fácilmente.

Las partículas coloidales no son capaces de sedimentar rápidamente debido a su tamaño y peso específico, es por ello que a menor peso específico más lenta serán las velocidades de sedimentación, por tanto, es muy difícil que el material coloidal se pueda separar por sedimentación.

En los coloides predominan los factores estabilizantes sobre los desestabilizantes, es decir, las fuerzas electrostáticas y la hidratación que provocan la repulsión entre las partículas predominan sobre el movimiento Browniano, las fuerzas de Van der Waals y las fuerzas de gravedad que provocan la unión por atracción. Es por ello que la coagulación es el proceso de desestabilización de las partículas que disminuyen las fuerzas de repulsión.

La coagulación se da cuando se aplica al agua sales de aluminio o hierro (coagulantes), debido a que los cationes trivalentes de aluminio o hierro neutralizan las cargas eléctricas negativas que rodean al material coloidal disperso en el agua, de esta manera las partículas dispersas pueden asociarse en otras más voluminosas que puedan ser de fácil separación, todo esto ocurre inmediatamente cuando se coloca el coagulante, por lo que el tiempo de duración es de fracciones de segundo (pp. 19-21).

Sedimentación por caída libre e interferida: Según Maldonado Yactayo (2004) ocurre cuando hay altas concentraciones de partículas, debido a que se dan colisiones que las mantiene en masas hasta el depósito, es decir, cuando las partículas forman una masa compacta se produce una compresión (p. 4).

3.1.6. Filtración. Consiste en la separación de partículas suspendidas y coloidales presentes en un líquido, mediante un medio poroso, con lo cual se permite el paso del agua y los sólidos quedan retenidos en la tela porosa.

En este proceso, el agua decantada ingresa al estanque por la parte superior donde está el material filtrante, el agua logra pasar la capa filtrante y los sólidos en suspensión que no pudieron ser eliminados en etapas anteriores quedan retenidos en el material filtrante, de esta manera el agua que se recolecta se encuentra clara y cristalina. Además, la filtración ayuda a eliminar el hierro, manganeso, color, sabor y olor en el agua.

Es importante que cada cierto número de horas operadas se proceda a limpiar el material filtrante por “retrolavado”, debido a que se puede llenar de impurezas que se retienen en el filtrado (SAMSA, 2008, pp. 5-6).

Tipos de filtración

Filtro multimedia: También llamado filtro de lecho profundo se utiliza para la eliminación de sólidos suspendidos en el agua de tamaño de hasta 20 micrones, es decir, las impurezas de tamaño mayor a 20 micrones son retenidas en el filtro (Quiminet, 2012), permitiendo de esta manera que el agua quede limpia, libre de sabores y olores.

Este tipo de filtración consiste en pasar el agua a través de diferentes capas filtrantes de más grueso a más fino, de manera que las partículas grandes queden atrapadas en las capas superiores y las más pequeñas en las inferiores. Las capas filtrantes son de antracita, garnet, grava y arena (Merinsa, s.f.).

Filtro de zeolita: La zeolita es un mineral de origen volcánico que tiene propiedades únicas y se puede utilizar en cualquier industria de tratamiento de aguas debido a su estabilidad y microporosidad, con lo cual puede brindar al agua una mayor claridad y una menor caída de presión.

Su estructura está compuesta por cristales con una gran capacidad como intercambiadores de iones lo que posibilita la absorción de sustancias contaminantes presentes en el agua y los canales que forma tienen diámetros de hasta 0.5 nm por lo que se le considera como un material microporoso.

Este medio filtrante tiene la capacidad de extraer del agua minerales como el calcio, lo que permite un ablandamiento progresivo en la dureza del agua, además puede retener partículas en suspensión como moléculas de tipo orgánico como por ejemplo los compuestos amoniacales en el agua dulce. Además, reduce el contenido de hierro y manganeso, reduce el contenido total de hidrogeno y se ajusta el pH (Aquanovel, 2013).

Filtros de carbón activado: Es un carbón poroso que tiene la capacidad de atrapar, principalmente, compuestos orgánicos presentes en el agua, mediante una propiedad llamada adsorción, que consiste en que un sólido adhiere a sus paredes una molécula que fluye a su alrededor.

En la adsorción, los átomos de la superficie de un sólido atraen y retienen compuestos debido a las “fuerzas de Van Der Waals”, por ello mientras la superficie del sólido tenga mayor área superficial, mayor adsorción ocurrirá. En ese sentido, el carbón, debido a que es extremadamente poroso y puede desarrollar grandes cantidades de áreas superficiales (del orden de 1500 m cuadrados), lo hace altamente adsorbente.

Los átomos de carbón en la superficie de un sólido tienen la capacidad de atraer moléculas que causan color, olor o sabor indeseables, por ello el carbón activado consiste en multiplicar el área superficial del sólido para volverlo altamente adsorbente. Además, el diámetro de los poros debe ser adecuado (esto significa, que el diámetro debe ser entre una y cinco veces la molécula a adsorber).

Teniendo en cuenta la difracción de rayos X, las estructuras porosas del carbón activado son de dos tipos: Uno formado por microcristalitas, que son semejantes al grafito por sus capas paralelas de átomos de carbono ordenadas hexagonalmente y el otro tipo de estructuras se describe como un retículo tridimensional de hexágonos de carbono desordenados.

Para la potabilización del agua potable, el carbón más adecuado es uno de alta microporosidad, debido a que generalmente los contaminantes en el agua son de bajo peso molecular (plaguicidas, detergentes, subproductos de desinfección, etc), los carbonos que cumplen con esta condición son los de concha de coco y los minerales bituminosos (Aguapedia, s.f., pp. 10-12).

Ultrafiltración: Elimina sólidos disueltos, turbidez y microorganismos y es el tamaño de la membrana lo que determina la eliminación de estas partículas. Las partículas de mayor tamaño que los poros son retenidos totalmente y los de menor tamaño que los poros, parcialmente. Por tanto, para la ultrafiltración no se necesita de procesos químicos ni biológicos.

La ultrafiltración consiste en utilizar la presión hidrostática para impulsar el agua a través de la membrana con una luz de paso de entre 0,1 y 0,01 micras, de esta manera las partículas diminutas quedan retenidas en la membrana, que son más cerradas que la microfiltración y más abiertas que la nanofiltración (Totagua, s.f., sección Qué es la ultrafiltración, 1).

Nanofiltración: Es una técnica de filtración por membranas para eliminar iones divalentes como calcio, magnesio o sulfato, con el objetivo de descalcificar el agua, las membranas de nanofiltración son capaces de eliminar moléculas orgánicas disueltas, además de reducir el carbono orgánico total y organismos que forman los trihalometanos (THM).

Es distinta a la ósmosis inversa en cuanto a que presenta poca capacidad para eliminar iones monovalentes como sodio, potasio, bicarbonatos o nitratos, lo que significa que se puede obtener un mayor contenido de sales, además de funcionar a una presión inferior que la ósmosis inversa.

Aun así, tiene la capacidad de eliminar el color en el agua, causado por ácidos húmicos y fúlvicos en aguas superficiales y subterráneas como plaguicidas, subproductos de desinfección y micropolucionantes orgánicos emergentes (Guerrero Gallego & Sanz Ataz, s.f., p. 147).

3.1.7. Desinfección. Consiste en la extracción, desactivación o eliminación de los agentes patógenos presentes en el agua, con la finalidad de detener la reproducción de estos microorganismos y cumplir con la potabilización del agua.

Hay distintas maneras de desinfectar el agua, entre las cuales tenemos desinfectantes químicos y físicos que tienen la capacidad de eliminar contaminantes orgánicos del agua que pueden ser nutrientes de los agentes patógenos, y a la vez tienen un efecto residual después de la desinfección que evitan el crecimiento de los agentes patógenos (Lenntech, s.f.).

Algunos desinfectantes químicos y físicos según el Museo de Ciencia Koshland de la National Academy of Sciences (s.f.):

Cloro (Cl₂): La cloración es un tratamiento de desinfección del agua que ayuda a mejorar el sabor y la claridad del agua, además de eliminar virus y bacterias, aunque a veces puede no ser suficiente para eliminar *Giardia* y *Cryptosporidium*. También es capaz de eliminar el manganeso, hierro y ácido sulfhídrico. El cloro se almacena en recipientes en el sistema de tratamiento y se inyecta como gas dentro del agua cuidadosamente, teniendo en cuenta que es tóxico. Su uso es sencillo y no se requiere de técnicas costosas.

Otros desinfectantes pueden ser el hipoclorito de sodio (NaOCl) o el hipoclorito cálcico ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), con los cuales es más fácil de manejar el gas de cloro. Además, el bajo costo de fabricación y transporte del cloro como hipoclorito de sodio o calcio lo han vuelto un tratamiento muy popular.

Dióxido de cloro (ClO_2): Elimina Giardia, virus y bacterias, y en cierta medida Criptosporidium. No produce carcinógenos a diferencia de la cloración y ozonización. Su uso puede ser más costoso debido a que su fabricación requiere de técnicas y cuidados especiales, lo que limita su uso.

Ozono (O_3): La ozonización es un tratamiento de desinfección del agua que elimina virus, bacterias, Giardia, Criptosporidium y químicos orgánicos. Además, ayuda a eliminar el hierro, azufre, manganeso y otras sustancias inorgánicas.

Debido a que se revierte rápidamente a O_2 , no se puede almacenar o transportar fácilmente, por lo tanto, se debe crear el ozono en el sitio de tratamiento, forzando aire seco a través de una serie de electrodos, para luego ponerlo en contacto con el agua. Su costo puede ser elevado debido a que se requiere de una gran infraestructura y mantenimiento tecnificado.

Radiación Ultravioleta (UV): Es un tratamiento físico de desinfección del agua y ayuda a eliminar microorganismos peligrosos, aunque no impide que en algún momento vuelvan. Generalmente no se usa en aguas superficiales, debido a que tiene muchas partículas, por ello es muy usado como complemento a la filtración, sedimentación u otros procesos para eliminar partículas del agua.

3.2. Ósmosis inversa

3.2.1. Descripción. El principio de la ósmosis consiste en que un fluido menos denso se desplaza por diferencia de energía potencial hacia un fluido de mayor densidad, a través de una membrana semipermeable hasta equilibrar la presión entre ambos. Por ello la ósmosis inversa consiste en realizar en sentido inverso lo que haría la naturaleza, lo que significa que aumentando la presión del lado del fluido más denso se puede atravesar la membrana y pasar al lado menos denso, dejando atrás las sales y material contaminante (Mendoza Ibáñez, 2011, p. 30).

Por tanto, como dice Diseños y Soluciones Sostenibles DSS. SA (2012) la ósmosis inversa es un proceso en el que a una corriente de agua salada se le aplica una alta presión para atravesar una membrana y obtener un equilibrio en el cual se generan dos corrientes a la vez, Figura 3:

- Producto o permeado: Corriente que atraviesa la membrana y que resulta libre de sólidos disueltos (minerales, materia orgánica, etc.), virus, bacterias y otros microorganismos.
- Concentrado: Corriente que se va concentrando sin que lleguen a atravesar la membrana y que contiene impurezas que luego se rechaza (p. 2).

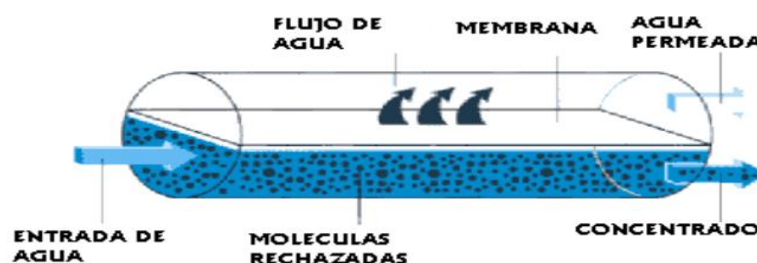


Figura 3. Corrientes de agua en ósmosis inversa
Fuente: (Ortega, 2001)

3.2.2. Corrientes y componentes de la ósmosis inversa

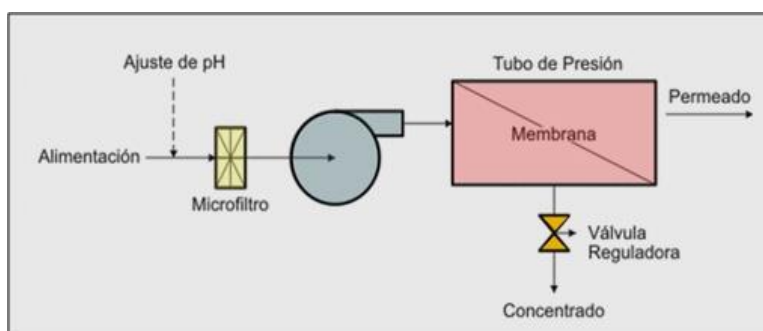


Figura 4. Componentes de ósmosis inversa
Fuente: (AQUARA, s.f.)

Agua de alimentación

Según DSS. SA, es el agua que pasa a través de la membrana y contiene sales e impurezas que serán removidas. Los factores a tener en cuenta para esta corriente son:

Presión: Es importante porque afecta la cantidad y la pureza del agua producida, a mayor presión, mayor pureza del agua producida.

pH: Es importante identificar la variedad del pH del agua de alimentación para según ello usar una membrana, dado que el agua de alimentación puede ser básica, ácida o inestable.

Índice de saturación de Langelier (LSI): Indica la formación o incrustación sobre el área de la membrana. El LSI se calcula con la temperatura, total de sólidos inorgánicos, dureza alcalina y pH del agua de alimentación. Si el LSI es positivo se recomienda la instalación de un suavizador del agua antes de la ósmosis inversa.

Temperatura: La temperatura del agua de alimentación debe ser 25 °C, dado que por cada 1°C menor que 25° la producción del agua disminuye en 3%. Una temperatura mayor a 35°C causará daños a las membranas

Calidad del agua: Es importante que la calidad del agua sea la adecuada para evitar daños como obstrucciones o incrustaciones en una membrana, dado que eso significa que se requiera mayor presión de operación y ocurra una caída de presión más alta y un menor rechazo de sales e impurezas. Por ello, las directrices que generalmente se aceptan del agua de alimentación se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Directrices de calidad de agua aceptadas para minimizar incrustaciones y obstrucciones en la membrana

Sustancia	Medida	Valor
Sílice	Ppm	200
Bario, Estroncio	ppm	< 0.05
Calcio	LSI	< 0
Sólidos suspendidos	Turbiedad	< 1 NTU
Coloides	SDI	< 5
Microbios	Filtración por membrana	< 1 000 UFC/mL
Orgánicos	Concentración COT	< 3 ppm
Color	Unidad de color	< 3 APHA
Metales: hierro, manganeso, aluminio	Concentración	< 0.05 ppm
Sulfuro de hidrogeno	Concentración	< 0.1 ppm
UFC/mL: Unidad Formadora de colonias por mililitros COT: Carbono Orgánico Total El color APHA es un estándar de color definido por la APHA (asociación americana de la salud pública) que fue pensado originalmente para describir el color de las aguas residuales, pero su uso se ha ampliado para incluir otras aplicaciones industriales. El color de APHA o el número de APHA refiere a un estándar del platino-cobalto. Los colorímetros se pueden calibrar según las soluciones estándar del cobalto y del platino y las soluciones poliméricas se pueden comparar a los estándares para determinar el número de APHA. Cuanto más alto es el número de APHA, más amarillo es la solución polimérica		

Fuente: (Diseños y Soluciones Sostenibles [DSS]. SA, 2012)

Agua rechazada

Es el agua que no atraviesa la membrana pero que se encarga de limpiar la membrana y drenar los sólidos inorgánicos y orgánicos que se van concentrando. Aproximadamente entre 50 y 90% de agua de alimentación no atraviesa la membrana.

Agua permeada

Es el agua que logra atravesar la membrana por acción de la presión, y que está libre de impurezas (sales y microorganismos) (DSS, 2012, pp. 2-9).

Los componentes de la ósmosis inversa son los tubos de presión que contienen la membrana, que pueden estar en serie o paralelo, la bomba que se encarga de aumentar la presión del agua de alimentación y suministrar la presión necesaria en el proceso. También la válvula reguladora que controla la corriente de concentrado (AQUARA, s.f.).

3.2.3. Tipos de membranas. Según DSS SA, la membrana en la ósmosis inversa es importante, debido a que el desempeño de los sistemas de ósmosis inversa depende del material y estructura de la membrana. Las membranas más utilizadas son a base de poliamidas aromáticas (membranas de película delgada), debido a que tiene mejores características de rechazo y necesitan menor presión de trabajo, sin embargo, para fuentes de agua con alto índice de sustancias orgánicas las más recomendadas son las membranas a base de acetato de celulosa, debido a que tienen menor probabilidad de ocurrencia de obstrucción y necesita menor limpieza y pretratamiento.

En cuanto a los módulos de membrana, hay formas básicas como Placa y Marco, tubular, espiral y de fibra fina hueca. El más usado hoy en día en el tratamiento de agua es el módulo en espiral, cuyas características son:

- Densidad más alta
- Temperatura limitada a 45 °C
- Difícil de limpiar
- Alta área de membrana por unidad de volumen
- Mayor calidad (DSS, 2012, pp. 9-13)

3.2.4. Desempeño de la ósmosis inversa. Según DSS SA, la ósmosis inversa puede eliminar tanto productos químicos inorgánicos y microorganismos, incluidas cryptosporidium y guardia. Es capaz de tratar agua con minerales metálicos y no metálicos, es eficaz con productos que producen olores, colores, turbiedad y radio, incluso contaminantes orgánicos que se usan en pretratamientos. En conclusión, la ósmosis inversa es capaz de rechazar impurezas como: bacterias, sales, azúcares, proteínas, partículas, colorantes, minerales, cloro y otros contaminantes con un peso molecular superior a 150-250 daltons (DSS, 2012, pp. 17-19). En la Tabla 9 se muestran índices de rechazo de minerales tanto metálicos como no metálicos.

Tabla 9. Índices de rechazo típicos de una membrana de ósmosis inversa

Elemento / Sustancia	% Rechazo	Elemento / Sustancia	% Rechazo
Aluminio	97 - 98 %	Nitrato	93 - 96 %
Amonio	85 - 95	Fosfato	99+ %
Arsénico	94 - 96	Polifosfato	98 - 99 %
Bacterias	99+ %	Potasio	92%
Bicarbonato	95 -96 %	Pirógenos	99+ %
Bromuro	93 - 96 %	Radioactividad	95 - 98 %
Cadmio	96 - 98 %	Radio	97%
Calcio	96 - 98 %	Selenio	97%
Cloro	94 - 95 %	Silicona	85 - 90 %
Cromato	90 - 98 %	Silicato	95 - 97 %
Cromo	96 - 98 %	Plata	95 - 97 %
Cobre	97 - 99 %	Sodio	92 - 98 %
Cianuro	90 - 95 %	Sulfuros	99+ %
Ferrocianuro	98 - 99 %	Sulfato	96 - 98 %
Fluoruro	94 - 96 %	Zinc	98 - 99 %
Hierro	98 - 99 %	* Virus	99+ %
Plomo	96 - 98 %	* Insecticidas	97%
Magnesio	96 - 98 %	* Detergentes	97%
Manganeso	96 - 98 %	* Herbicidas	97%
Mercurio	96 - 98 %	% TDS	95 - 99 %
Níquel	97 - 99 %		
* Estimaciones conservadoras			

Fuente: (Diseños y Soluciones Sostenibles [DSS]. SA, 2012)

Capítulo 2

Sector económico

1. Descripción del sector

El sector económico en el que se desarrolla el tema es la industria de alimentación y de bebidas, más precisamente, el agua embotellada, que incluye el agua de mesa y mineral. La categoría de agua embotellada en el Perú, según Euromonitor, “mueve más de S/ 1 523 millones al año y proyecta un crecimiento a doble dígito en 2019” (Inga, 2019). Además, debido a la amplia gama de presentaciones y formatos del agua, los consumidores prefieren cada vez más, formatos más grandes como los bidones de 20 L.

En el Perú se ofertan dos tipos de agua embotellada:

Agua natural: Llamada también agua de mesa, que es extraída de pozos o manantiales y cuyo tratamiento elimina las impurezas. Entre este tipo de aguas están las marcas líderes en el mercado como San Luis, Cielo y San Carlos.

Agua mineral: Es extraída de manantiales subterráneos y contiene grandes cantidades de sales minerales como calcio, sodio, magnesio y otros, y que no requiere mayor procesamiento en comparación con el agua natural. San Mateo es la marca de agua mineral que posee gran porcentaje del mercado nacional.

Según Kantar Worldpanel (2017), entre 2014 y 2017, el consumo de agua embotellada creció de 24% a 30% de la participación total de las bebidas sin alcohol, solo superada por el consumo de gaseosas que bajó del 47% a 44%.

Las regiones que consumieron más agua embotellada fueron el centro oriente con un 70% de bebidas consumidas y el norte con un 39%, mientras que Lima y el sur fueron las regiones que consumieron menos con 23% y 16%, respectivamente (Perú Retail, 2018).

El sector, Según Maximixe, tendría un crecimiento de 7,9% en 2019, esto debido al crecimiento en la tendencia al consumo de alimentos saludables y precios más competitivos, así como, por la sustitución de bebidas azucaradas (encarecidas debido a la aplicación de mayor ISC¹), lo que significaría un alcance de 961,7 millones de litros en dicho periodo.

¹ Impuesto selectivo al consumo (ISC).

2. Análisis de fuerzas de Porter

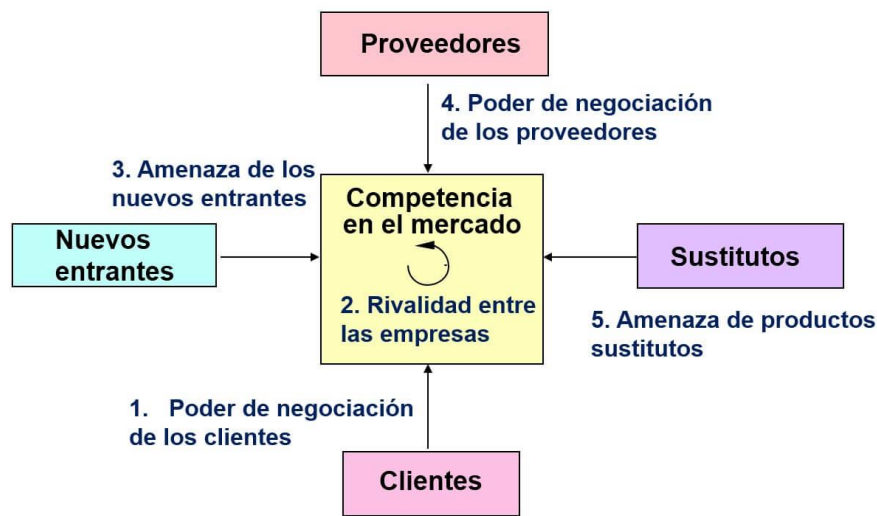


Figura 5. Diagrama de Fuerzas de Porter
Fuente: (Leiva, 2015)

2.1. Entrada de nuevos competidores. Las barreras de entrada más significativas para la industria de agua embotellada pueden ser:

- Las economías de escala de marcas top en el Perú, pueden ser una amenaza para poder iniciar en la industria de agua embotellada, debido a que marcas como San Luis, San Mateo, San Carlos o Cielo tienen altos volúmenes de producción, lo que significa para ellos tener bajos costos de producción y por ende ofrecer precios bajos en el mercado, sumado al alto nivel de marketing. Con esto los nuevos competidores están prácticamente obligados a ofrecer precios iguales o menores a las marcas top.
- Posicionamiento de las marcas top: Según Maximixe, en 2018 San Luis concentró 37,4% de las ventas, Cielo (28,8%), San Mateo (15,7%) y San Carlos (5%).
- Diferenciación del producto: Las marcas top llevan años ofreciendo sus productos la cual ha generado cierta fidelidad de sus clientes, sin embargo, en el caso del presente proyecto, la diferenciación está basada en ofrecer una marca de agua embotellada elaborada en la misma localidad que cumpla con una calidad necesaria para el consumo humano. Lo que significa ofrecer precios accesibles y un buen servicio que genere a la competencia ciertas desventajas, por ejemplo, en cuanto a la distribución del producto.
- En cuanto al capital de inversión, no se necesita un alto capital para maquinaria y equipos.

- Una ventaja para la implementación de este proyecto es que se tiene una resolución de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para limitar el acceso a materia prima a 1 500 m a la redonda del área en que se pretende realizar el proyecto.

2.2. Rivalidad entre competidores existentes. La competencia en la industria del agua embotellada es alta debido al crecimiento constante cada año, donde las marcas top a nivel nacional poseen campañas de marketing agresivas buscando obtener mayor alcance en el mercado nacional. Así tenemos que las ventas en 2018 a nivel nacional fueron: San Luis (37.4%), Cielo (28.8%), San Mateo (15.7%), San Carlos (5%), Otros (23.1%).

Sin embargo, las variadas presentaciones que tiene la industria de agua embotellada permiten al usuario la preferencia por presentaciones de mayor volumen, tal es así que a nivel regional existen marcas que están en el mercado y que compiten con las marcas top en el mercado de la provincia de Sechura, pero solo en presentaciones de 7 o 20 L, como Spring y Crystal Light. En la tabla 10 se muestran las marcas de botellones de agua que tienen presencia en el mercado de la provincia de Sechura.

Tabla 10. Marcas de agua mineral y de mesa que se ofertan en Sechura

Marcas Top Nacional	Spring	Crystal Light
Dentro de esta lista se tienen a la Corporación Lindley con su marca San Luis, Aje Group con Cielo, Backus con San Mateo, y Pepsico con San Carlos. Producen agua mineral en presentaciones variadas: botellas de 500 ml, 650 ml, 1.5 L y botellones de 7 L y 20 L. Tienen plantas de producción cuya distribución tiene alcance a nivel nacional, debido a que además producen otras bebidas como gaseosas.	Empresa piurana que produce agua de mesa en presentaciones de botellones 7 L y 20 L, además de vender hielo Gourmet de mesa. Tiene alcance a nivel departamental (Ubicome, s.f.)	Empresa que tiene su planta ubicada en Sullana y que produce agua de mesa en botellones de 20 L. Tiene alcance a nivel departamental.

Fuente: Elaboración propia

Como se ve, las marcas top compiten entre sí a nivel nacional debido a que cuentan con economías de escala, sin embargo, las presentaciones en donde más competencia existe son en los productos de pequeño volumen (presentaciones de botellas).

Como se sabe el crecimiento que se espera para estos próximos años es prometedor y por ello el presente proyecto pretende competir en el mercado local solo con las presentaciones en botellones de 20 L.

2.3. Amenaza de producto sustitutos. La amenaza de productos sustitutos es baja puesto que existen diferentes productos dentro de la categoría bebidas como gaseosas, jugos envasados, refrescos, bebidas hidratantes u otros que pueden reemplazar el consumo de agua embotellada, sin embargo, el agua embotellada sigue siendo considerado un producto más sano y saludable comparado con los demás productos mencionados, esto sumado al decreciente consumo de las bebidas saborizadas.

A estos productos se les considera sustitutos ya que se venden junto al agua, sin embargo, otras bebidas, tales como café, infusiones, etc. podrían considerarse sustitutos teniendo en cuenta el momento del consumo.

Incluso el agua de servicio público se considera un sustituto, sin embargo, el suministro de agua en el país no es considerado de calidad para consumirla directamente, sino que es necesario primero hervirla. El agua de servicio público se considera un sustituto, también, puesto que se utiliza para cocinar alimentos y al ser mucho más barato que el agua embotellada, podría ser una amenaza en ese factor.

Por ello, la amenaza de productos sustitutos se considera baja, debido a que los beneficios que tiene el agua de mesa respecto a los productos antes mencionados resultan poco comparables.

2.4. Poder de negociación de los proveedores. Los principales proveedores que se tienen en esta industria son los vendedores de insumos para el procesamiento del agua, equipos y fabricantes de botellones (bidones) PET.

Por ello, el poder de negociación de estos proveedores es bajo, debido a que existen muchas empresas tanto a nivel regional como nacional que ofrecen estos productos o similares a ellos, lo que significa que no son proveedores críticos o exclusivos.

En el caso de este proyecto, una ventaja muy importante es que los financistas de este proyecto cuentan con la materia prima principal (el agua) en un área de su propiedad de manera ilimitada.

2.5. Poder de negociación de los compradores. Los principales compradores que se tienen en esta industria se pueden identificar en dos tipos: distribuidores y consumidor directo.

Los distribuidores son aquellos que compran el producto en grandes cantidades de bidones para venderlo a terceros, dentro de estos tenemos a bodegas y centros comerciales. Mientras que los clientes directos son aquellos que adquieren el producto para su consumo final, dentro de estos tenemos al consumidor final y las empresas.

Como ya se ha dicho, la industria del agua embotellada es muy competitiva, sobre todo entre las marcas top a nivel nacional, sin embargo, la diferenciación entre las diferentes aguas embotelladas no es muy marcada, por tanto, el comprador puede cambiar de marca fácilmente y esto hace que la fidelización hacia una marca en específico no sea sólida. Sin embargo, el comprador prioriza otros factores a la hora de realizar la compra como disponibilidad, ubicación, precio o servicio y ello podría darle al comprador un poder de negociación alto.

Por ello, el proyecto pretende ofrecer un producto que beneficie al usuario en cuanto a disponibilidad, precio y servicio, de manera que el comprador pase a tener un poder de negociación bajo.

Capítulo 3

Criterios técnicos para producción de agua de mesa

1. Normas sanitarias

La Organización Mundial de la Salud (2018) mediante sus publicaciones de “Guías para la calidad del agua potable” ha apoyado el desarrollo y la ejecución de estrategias para garantizar la calidad del agua a nivel mundial y están basadas en estudios científicos que proporcionan requisitos mínimos para proteger la salud de las poblaciones. Tal es así que estas guías proporcionan valores de referencia o indicadores de calidad del agua, sin embargo, hay que tener en cuenta el contexto de las condiciones locales de cada país dado que no hay un método único que pueda aplicarse de forma universal. Por ello es fundamental que cada país desarrolle su marco normativo examinando sus condiciones (OMS, 2018, pp. 2-3).

En ese sentido, se puede decir que la industria de agua embotellada en el Perú está regulada principalmente por el decreto supremo denominado “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”: DS N° 031-2010-SA. Además, se fundamenta también en dos normas: “Norma para las aguas minerales naturales” y “Norma general para las aguas embotelladas/envasadas”, desarrolladas por la Comisión del Códex Alimentarius de la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Para el presente proyecto, es necesario seguir los lineamientos del “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, así como la “Norma general para las aguas embotelladas/envasadas”, debido a que el producto terminado califica como agua natural embotellada/envasada (diferente de agua mineral natural).

1.1. Normativa nacional. En el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental (2011) inició la elaboración del “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” que consistió en actualizar el “Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables” del año 1946 y culminó en el año 2010 publicándose mediante DS N° 031-2010-SA que contiene 10 títulos, 81 artículos y 12 disposiciones complementarias,

transitorias y finales, además de 5 anexos. Este reglamento tiene por objetivos normar los siguientes aspectos:

1. La gestión de la calidad del agua
2. La vigilancia sanitaria del agua
3. El control y supervisión de la calidad del agua
4. La fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano
5. Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano
6. La difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano (DIGESA, 2011, pp. 8-9)

Para el presente proyecto, es importante poner énfasis en los títulos VIII y IX del reglamento, dado que detallan las obligaciones como proveedor y los requisitos que garantizan la calidad del agua para consumo humano.

Así, tenemos que según (DIGESA, 2011) el capítulo II del título VIII, detalla las responsabilidades del proveedor en los siguientes artículos:

- Artículo 50° habla de las obligaciones del proveedor, de las cuales resalta la obligación de “suministrar agua para consumo humano cumpliendo con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos establecidos en el presente reglamento” y “controlar la calidad del agua que suministra para el consumo humano de acuerdo a lo normado en el presente reglamento”
- Artículo 51° habla de la obligación de solo usar desinfectantes, insumos químicos y bioquímicos que posean registro sanitario
- Artículo 52° habla de la obligación de “aplicar un plan de control de calidad (PCC), que incluya la fuente, la captación, producción y distribución, a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad del agua”
- Artículo 53° señala la presentación del plan de control de calidad y que debe ser formulado de acuerdo con el reglamento y a las normas técnicas que disponga la Autoridad de Salud a nivel nacional.

- Artículo 54° habla del Plan de contingencia que debe aplicar en caso de emergencias tales como desastres naturales, sequías u otras causas, con la finalidad de salvaguardar la calidad del agua.

Así mismo el título IX nos detalla los requisitos de calidad del agua para consumo humano:

- Artículo 60° Parámetros microbiológicos y otros organismos (ver Tabla 11)

Tabla 11. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias coliformes totales	UFC / 100 ml a 35°C	0 (*)
2. E. coli	UFC / 100 ml a 44.5°C	0 (*)
3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC / 100 ml a 44.5°C	0 (*)
4. Bacterias heterotróficas	UFC / ml a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y o quistes de protozoarios patógenos	N° org/l	0
6. Virus	UFC / ml	0
7. Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/l	0
UFC = Unidad formadora de colonias		
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1.8/100 ml		

Fuente: (DIGESA, 2011). Elaboración propia

- Artículo 61° Parámetros de calidad organoléptica (ver Tabla 12)

Tabla 12. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	-	Aceptable
2. Sabor	-	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µs/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000
8. Cloruros	mg Cl^- /l	250
9. Sulfatos	mg SO_4^- /l	250
10. Dureza total	mg $CaCO_3$ /l	500
11. Amoníaco	mg N/l	1,5

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
12. Hierro	mg Fe/l	0.3
13. Manganeseo	mg Mn/l	0.4
14. Aluminio	mg Al/l	0.2
15. Cobre	mg Cu/l	2.0
16. Zinc	mg Zn/l	3.0
17. Sodio	mg Na/l	200
UCV = Unidad de color verdadero		
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad		

Fuente: (DIGESA, 2011). Elaboración propia

- Artículo 62° Parámetros inorgánicos y orgánicos (Ver anexo B).
- Artículo 63° Parámetros de control obligatorio: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH.
- Artículo 66° dice que, si se utiliza cloro como desinfectante, el 90% de las muestras tomadas de cualquier punto de la red durante un mes no deberá contener menos de 0.5 mg/L de cloro residual y del 10% restante ninguna debe contener menos de 0.3 mg/l (DIGESA, 2011, pp. 25-29).

1.2. Codex Alimentarius. La comisión del Codex Alimentarius de la OMS y la FAO proporciona una “Norma general para aguas embotelladas/envasadas” (CODEX STAND 227-2001) que hace referencia a las Guías que ha presentado la OMS, es decir sugiere los valores de referencia de la OMS como los requisitos de calidad para el agua de consumo humano. La norma describe los tipos de agua, factores esenciales de composición y calidad, higiene, requisitos de etiquetado y métodos de análisis de muestro (Comisión Codex Alimentarius, 2001).

2. Normas ISO 9001:2015

Dado que lo que se requiere del presente trabajo es diseñar un proyecto que brinde un producto y servicio de calidad, es importante tener en cuenta un sistema de gestión de la calidad (SGC) debido a que brindan una serie de directrices, recursos, sugerencias y normas que ayudan a las empresas a mejorar sus procesos para ofrecer un producto y/o servicio de calidad que cumpla con las expectativas de sus clientes.

En ese sentido, ISO 9001 es una norma internacional que sirve para implementar sistemas de gestión de la calidad en una organización, con la finalidad de mejorar el desempeño y garantizar un crecimiento sostenible. Los beneficios de implementar un SGC basado en esta norma son:

- a) La capacidad para proporcionar productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
- b) Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente
- c) Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos
- d) La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del SGC especificados (Organización Internacional de Normalización, 2015, p. 7)

Respeto al presente proyecto, es importante tener en cuenta los documentos obligatorios que sugiere la norma (ISO, 2015), los cuales son:

Alcance del Sistema de Gestión de calidad: Define los límites del SGC y a que partes de la organización aplica. Para la determinación del alcance, se debe tener en cuenta: las cuestiones externas e internas, los requisitos de las partes interesadas pertinentes y los productos y servicios de la organización.

Política de calidad: Es el enfoque de la organización que establece el rumbo que debe seguir para cumplir con los requisitos necesarios, incrementar la satisfacción del cliente, mejorar continuamente y establecer los objetivos de la organización.

Objetivos de la calidad y la planificación para lograrlos: En este documento se deben establecer los objetivos para las funciones y niveles pertinentes, los cuales deben ser medibles, seguidos en el tiempo y planificados, lo que significa que la organización asignará un responsable, tiempo y recursos para lograr los objetivos.

Procedimiento para el control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente: En este documento se establece el procedimiento para la que la provisión de los productos y servicios suministrados externamente cumpla los requisitos. De manera que se deben determinar controles necesarios para que no afecte los productos y servicios que ofrece la organización. Estos controles pueden ser criterios técnicos para evaluación, selección y seguimientos del desempeño.

También es importante tener en cuenta los registros obligatorios que se deben tener en la organización y que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Registros obligatorios de ISO 9001

Registros obligatorios	Cláusula
Registro de seguimiento y medición	7.1.5.1
Registro de competencia	7.2
Registro de revisión de los requisitos de producto/servicio	8.2.3.2
Registro de nuevos requisitos para producto o servicio	8.2.3.2
Registro de entradas para el diseño y desarrollo	8.3.3
Registro de controles de diseño y desarrollo	8.3.4
Registro de salidas de diseño y desarrollo	8.3.5
Registro de cambios de diseño y desarrollo	8.3.6
Registro de evaluación de proveedor externo	8.4.1
Registro de características de producto/servicio	8.5.1
Registro de cambios en propiedad del cliente	8.5.3
Registro de cambios en producción y provisión de servicio	8.5.6
Evidencia de la conformidad de producto/servicio	8.6
Registro de no conformidad	8.7.2 - 10.2.2
Información de la evaluación del desempeño	9.1.1
Programas y resultados de auditorías internas	9.2.2
Resultados de la revisión por parte de la dirección	9.3
No conformidades y acción correctiva	10.2.2

Fuente: (Advisera, 2017). Elaboración propia

3. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Son una herramienta que constituyen principios básicos de higiene, aspectos operacionales de la planta y del personal con el objetivo de obtener productos de consumo humano de calidad e inocuos.

Las BPM sirven para el diseño y desarrollo de procesos y productos orientados al consumo humano, dado que garantizan la producción de alimentos seguros, saludables e inocuos. Además, son indispensables para implementar el sistema HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control, traducido al español). Se aplican en los distintos procesos de elaboración y manipulación, tales como infraestructura, medidas higiénicas, equipos y utensilios, personal, materia prima y operaciones (De León Barrios, 2009, p. 6).

Por ello, la puesta en marcha de la planta debe implementar la herramienta BPM enfocado en los siguientes puntos:

3.1. Infraestructura e instalaciones

Localización y accesos: La planta estará ubicada en el área donde se encuentra la fuente subterránea, al norte y alejada de la ciudad, donde no tendrá conexión directa con viviendas, tampoco con locales que realicen actividades distintas al giro del negocio. Estará ubicada lejos de zonas que supongan algún tipo de contaminación.

Diseño y construcción: La planta debe ser diseñada considerando las distintas áreas para pre-lavado, envasado, empaquetado, almacenamiento de producto terminado, almacén de insumos, oficinas y servicios higiénicos. El área de producción deberá ser construida de concreto y pintada de color blanco, las diferentes estructuras metálicas deberán ser de material inoxidable para facilitar las actividades de limpieza.

Abastecimiento de agua: El abastecimiento se realiza mediante un pozo tubular, donde se extrae el agua de la fuente, la construcción del pozo es tal que se evita la contaminación. Además, el sistema de abastecimiento tiene la capacidad para provisionar agua de manera permanente y suficiente.

Pisos y drenajes: Deben ser contruidos de material impermeabilizado. El piso ubicado en la sala de producción debe ser cubierto con cerámica para facilitar su limpieza.

Paredes: Las paredes de la planta purificadora deben ser de concreto y recubiertas de pintura lavable de color blanco. Deben ser impermeables y las uniones deben ser tal que no se acumule residuos y para facilitar su limpieza.

Techos: Deben ser de material noble la misma que impida la condensación de agua y formación de mohos. Deben ser contruidos de manera tal que facilite su limpieza

Ventanas: Deben ser fácil de limpiar, que impidan entrada de agua y polvo. Deben tener marcos de metal o vidrio.

Puertas: Las puertas dentro la planta purificadora deben ser corredizas con estructura de vidrio, lisa, color claro, no absorbente y de fácil limpieza y desinfección.

Escaleras y estructuras complementarias: Las escaleras estarán ubicadas solo para acceso a oficinas. El extintor deberá ubicarse de tal forma que no impida el libre tránsito del personal.

Iluminación: La planta contará con iluminación natural y artificial suficiente para el desarrollo de las actividades. El sistema de iluminación deberá protegerse para evitar la acumulación de insectos.

Ventilación: Deberá instalarse un sistema de aire acondicionado dentro de la planta para evitar el exceso de calor y la condensación de vapor de agua (De León Barrios, 2009, pp. 10-17).

3.2. Medidas higiénicas

Disposición de residuos líquidos: La planta deberá contar con redes de transporte como canaletas y tuberías que impidan el contacto con el agua envasada.

Disposición de residuos sólidos: Se deberá contar con recipientes de plástico al exterior de la planta de purificación, las cuales deberán estar tapadas y rotuladas correctamente. Los residuos deben ser retirados del área de producción con frecuencia diaria.

Instalaciones sanitarias: Antes del ingreso al área de producción y envasado deberá haber un sistema de lavado de botas, además deberá haber un sistema de lavamanos, para el personal, rotulado con los procedimientos a seguir y con los recursos necesarios como jabón líquido, papel toalla, gel antibacterial, papelera, etc.

Pediluvio: Se deberá colocar una bandeja que contenga un líquido desinfectante para el calzado, esta deberá estar ubicada en el acceso a la planta purificadora.

Programa de limpieza y desinfección: Deberán existir procedimientos que se apliquen a todas las áreas correspondientes, incluido a los equipos de la planta de purificación. El programa debe estar escrito y especificar distribución de limpieza por áreas, responsable, frecuencia y medidas de vigilancia.

Control de plagas: Se deberán implementar programas de fumigación para la eliminación de insectos. Además, se deberá implementar un sistema de barrera física para evitar presencia de roedores, los cuales deberán tener un seguimiento (De León Barrios, 2009, pp. 17-23).

3.3. Equipos y utensilios. Los equipos que se utilicen deberán ser de acero inoxidable, ya que es resistente a la corrosión y soporta repetidas operaciones de limpieza y desinfección. Además, deben estar libre de exposición a la contaminación y ambiente. Además, deberá existir un programa de mantenimiento preventivo para garantizar el correcto funcionamiento (De León Barrios, 2009, pp. 23-24).

3.4. Personal manipulador de alimentos

Estado de salud: Se deberá realizar examen médico al menos una vez por año. Se le controlará el estado de salud de manera diaria para adoptar las medidas necesarias ante algún imprevisto.

Capacitación: El personal deberá recibir programas de capacitación en temas de Buenas Prácticas de Manufactura, los mismos que deberán ser evaluados, registrados, archivados y actualizados de manera periódica.

Prácticas higiénicas y medidas de protección: El personal deberá cumplir lo siguiente:

- Presentarse correctamente aseado al desarrollo de sus labores
- No usar accesorios, joyas, u objetos que representen peligro de contaminación para el producto
- Utilizar correctamente el uniforme que provea la empresa (mandil, pantalón, botas, guantes, tapabocas y tocas)
- El uniforme deberá ser de color claro y presentarse en buen estado y limpio
- El pelo y las uñas deben presentarse cortos (De León Barrios, 2009, pp. 24-25).

3.5. Materia prima e insumos.

Aseguramiento y control de calidad: Se deberá tener planes de muestro que las lleven a cabo entidades externas certificadas, con la finalidad de garantizar la calidad del producto. Se deberá establecer una bitácora correspondiente a los procesos productivos para facilitar la trazabilidad del producto.

En cuanto a los insumos (envases, tapas, etc) deberán ser sometidos a un proceso de limpieza y desinfección antes de ser utilizados (De León Barrios, 2009, pp. 25-26).

3.6. Operaciones. Los procedimientos realizados desde la recepción hasta el almacenamiento se realizarán bajo condiciones de limpieza, tal que se evite la exposición al ambiente y la proliferación de microorganismos. Por ello será necesario las mediciones de: pH, cloro, dureza, sólidos totales disueltos y el análisis microbiológico respectivo.

Prevención de contaminación cruzada: Se deberá adoptar medidas necesarias para cuidar que el personal expuesto a zonas de alto riesgo no tenga contacto con las áreas involucradas al procesamiento para evitar la contaminación.

Operaciones de envasado: El material a utilizar en el envasado debe almacenarse en espacios exclusivos para tal fin y en buenas condiciones de salubridad. El proceso de envasado deberá desarrollarse dentro de la cabina esterilizada siguiendo la secuencia de lavado, embotellado, tapado y etiquetado.

Etiquetado: Las etiquetas deberán tener información correspondiente a fecha de producción, fecha de vencimiento, lote y datos correspondientes al fabricante.

Documentación y registro: Se deberá tener registros del proceso y distribución con la finalidad de mantener la trazabilidad del producto.

Almacenamiento: El producto terminado deberá organizarse a fin de facilitar su correcta rotación, siguiendo el sistema FIFO (Primero en entrar, primero en salir). Los insumos y el producto terminado se deberán almacenar sobre parihuelas para evitar el deterioro físico y el contacto directo con el suelo. En el área de almacén, tanto de insumos como producto terminado, no se almacenará ningún otro producto de diferentes características.

Transporte: Se deberá llevar a cabo cuidando la calidad del producto y evitando la contaminación. Los vehículos que carguen el producto final deberán someterse a constantes revisiones y limpieza a fin de garantizar el buen estado de la carga. El producto terminado deberá ser trasladado de manera exclusiva para evitar el contacto con otros productos de diferentes características que pongan en riesgo su contaminación (De León Barrios, 2009, pp. 26-28).

3.7. Implementación y gestión de BPM

Gerencia: La gerencia deberá asumir el compromiso para el logro de los objetivos, cumpliendo la función de facilitador de recursos económicos y humanos para el correcto desempeño de las BPM

Programas documentados y registros: Se deberá contar con los registros de análisis microbiológicos, charlas y capacitaciones, manual de higiene y saneamiento, fichas técnicas de los productos y químicos utilizados, registro de higiene y salud del personal, y control de plagas y fumigaciones. Además, será necesario la actualización del conocimiento del personal de manera periódica mediante charlas y capacitaciones.

Verificación y actualización de BPM: Se deberá designar a los responsables que se encargaran de verificar el correcto funcionamiento. También se revisará el programa de BPM continuamente para ser actualizado (De León Barrios, 2009, pp. 28-33).

4. Calidad de agua fuente

El agua, como se ha dicho antes, debe cumplir ciertos requisitos exigidos por organismos que velan por la seguridad del agua de consumo humano. Es por ello que la calidad del agua del manantial subterráneo, ubicado en el área que se pretende aprovechar para el proyecto, ha sido objeto de análisis para conocer su estado.

Por ello, el agua extraída de la fuente natural, mediante un sistema de perforación, ha sido analizado por el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, laboratorio que cumple con los requisitos necesarios como se indica en el artículo 72° del DS N° 031-2010-SA (DIGESA, 2011) y el agua potable ha sido analizada por la misma DIGESA.

En ese sentido, los análisis (Anexo C) se han realizado en dos puntos:

Agua natural de manantial subterráneo (Anexo C1): Agua sin pasar por tratamiento de potabilización (agua que se pretende usar como materia prima)

Agua potable (Anexo C2): Agua que ha pasado por filtros y se le ha añadido cloro.

Los resultados que arrojaron los análisis realizados fueron:

4.1. Resultados de calidad microbiológica. La Tabla 14 muestra los resultados del análisis microbiológico.

Tabla 14. Resultados de análisis microbiológico

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible (DIGESA, 2011)	Agua natural	Agua potable
Bacterias coliformes totales	NMP / 100 ml	1.8	< 1.1	< 1.1
E. coli	NMP / 100 ml	1.8	< 1.1	< 1.1
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	NMP / 100 ml	1.8	< 1.1	< 1.1
Bacterias heterotróficas	UFC / ml	500	97	< 1
Huevos y larvas de helmintos, quistes y o quistes de protozoarios patógenos	N° org/l	0	0	0
Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/l	0	0	0
UFC = Unidad formadora de colonias				
En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1.8/100 ml				

Fuente: (Laboratorio de Ingeniería Sanitaria. Universidad de Piura, 2015). Elaboración propia

Como se ve en la Tabla 14, el agua, tanto del manantial natural, como del agua potable cumple con los valores de referencia para calidad microbiológica y parasitológica establecidos por DIGESA.

4.2. Resultados de calidad organoléptica. La Tabla 15 muestra los resultados del análisis organoléptico.

Tabla 15. Resultados de análisis organoléptico

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible (DIGESA, 2011)	Agua natural	Agua potable
Olor	-	Aceptable	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable	-	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15	< 0.4	-
Turbiedad	UNT	5	0.3	0.38
pH	Valor de Ph	6.5 a 8.5	7.4	7.54
Conductividad (25°C)	μS/cm	1 500	2 090	1431
Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000	1 172	780
Cloruros	mg Cl^- /l	250	426.3	293.02
Sulfatos	mg SO_4^- /l	250	136.6	135.83
Dureza total	mg $CaCO_3$ /l	500	470.4	266.67
Cloro residual libre	mg/l	0.5	-	1.0
Amoniaco	mg N/l	1.5	-	-
Hierro	mg Fe/l	0.3	0.0590	-
Manganeso	mg Mn/l	0.4	0.08972	-
Aluminio	mg Al/l	0.2	0.00753	-
Cobre	mg Cu/l	2.0	0.00064	-
Zinc	mg Zn/l	3.0	0.0320	-
Sodio	mg Na/l	200	268.1	-
UCV = Unidad de color verdadero				
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad				

Fuente: (Laboratorio de Ingeniería Sanitaria. Universidad de Piura, 2015). Elaboración propia

Como se ve en la Tabla 15 el agua del manantial natural no cumple con los valores de referencia establecidos por DIGESA para: Conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros y sodio (sales). Sin embargo, luego de pasar por el proceso de potabilización, se ve una mejora en los valores de referencia, pero sigue sin cumplir con el valor establecido para cloruros y cloro residual.

Por ello, dado que el agua de manantial es elevada en sales, y el agua potable supera el valor máximo de cloro residual, se sugiere como tecnología a aplicar la ósmosis inversa, ya que es una tecnología ideal para tratar aguas con contenido elevado de sales, y se sugiere también utilizar el agua natural, debido a que el exceso de cloro residual en el agua potable provocaría una reducción en el tiempo de vida de las membranas de ósmosis inversa. También, se sugiere un pretratamiento (debido al exceso de sales) para garantizar una mayor duración del equipo de osmosis inversa.

Capítulo 4

Ingeniería del proyecto

1. Estudio de la demanda

1.1. Mercado. Como se ha dicho en el punto 2.1, se estima un crecimiento anual de 10% a nivel nacional en los próximos años (Inga, 2019). Sin embargo, para estudiar la demanda del agua embotellada en Sechura ha sido necesario realizar una encuesta para recoger información que sirva para estimar si el producto puede tener aceptación entre los consumidores.

La población de Sechura cuenta con 27 745 viviendas de las cuales el 14,1% aún se abastece de agua mediante cisternas, según el censo de 2017 de INEI (Luna Consultores, 2018) y el número de habitantes en la provincia se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Población de Sechura 2017

Lugar	Urbana	Rural	Total	%
Sechura	42 090	1 160	43 250	55.8%
Bellavista	4 626	169	4 795	6.2%
Bernal	6 428	427	6 855	8.8%
San Cristo	2 654	1 442	4 096	5.3%
Vice	15 191	385	15 576	20.1%
Rinconada - Llicuar	2 999	5	3 004	3.9%
TOTAL	73 988	3 588	77 576	

Fuente: (INE, 2017). Elaboración propia

Por tanto, el mercado potencial, considerando el % del nivel socioeconómico ABC del departamento (25.9 %, según la Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública SAC, 2019) y discriminando al % de familias que aún se abastece de cisternas por vivir muy alejada, es el siguiente:

$$N^{\circ} \text{ de viviendas} = 27\,745 \times (1 - 14.1\%) \times 25.9\% = 6\,173 \text{ familias}$$

$$\text{De las cuales cada familia tiene en promedio: } \frac{N^{\circ} \text{ habitante}}{\text{familia}} = \frac{77\,576}{27\,745} = 3 \frac{\text{habitantes}}{\text{familia}}$$

1.2. Demanda. Según la encuesta (anexo D1) realizada entre agosto y setiembre de 2019 en la provincia de Sechura, el 56,1% de encuestados respondieron que consumen agua embotellada y pagan por un bidón de 20 L entre 7 y 10 soles, y de los que no consumen, más del 90% respondió que sí consumiría un agua embotellada elaborada en Sechura y pagaría por ello entre 7 y 9 soles, además el 70% respondió que prioriza la calidad al momento de comprar el agua (anexo D2).

Además, el sondeo también arroja información importante sobre el consumo de agua por persona en el día, la cual ha sido importante para estimar el consumo de agua promedio por persona (1.4 l/día). La Tabla 17 muestra la cantidad que suele consumir cada persona según la encuesta.

Tabla 17. Consumo de agua diario por persona

l/día	%
0.5	15.8
1	36.8
1.5	19.3
2	15.8
>2	12.3

Fuente: Elaboración propia

Por ello, para estimar la demanda del proyecto, se ha considerado un porcentaje de penetración del mercado objetivo de 30 %, con lo cual el cálculo de la demanda se ha estimado de la siguiente manera:

$$\text{Demanda por familia (semanal): } 1.4 \times \frac{L}{\text{hab} \times \text{día}} \times 3 \frac{\text{hab}}{\text{fam}} \times 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} / 20 \frac{L}{\text{Bidon}} = 1.5 \frac{\text{Bidones}}{\text{familia} \times \text{semana}}$$

$$\text{Demanda de mercado potencial (semanal): } 1.5 \frac{\text{Bidones}}{\text{familia} \times \text{semana}} \times 6\,173 \text{ familias} = 9\,260 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}}$$

Por tanto, la demanda del proyecto se estima en:

$$9260 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}} \times 30\% = 2\,778 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}} \approx 397 \frac{\text{bidones}}{\text{día}}$$

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la demanda del producto varía de manera estacional, tal es así que durante época de verano (diciembre a abril) aumenta su demanda, la cual se va a considerar 40% más. Por esto, la demanda en el año sería:

$$\text{Demanda (mayo-noviembre): } 2\,778 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}} \approx 397 \frac{\text{bidones}}{\text{día}}$$

$$\text{Demanda (diciembre-abril): } 2\,778 \times 1.4 \approx 3890 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}} \approx 556 \frac{\text{bidones}}{\text{día}}$$

2. Determinación de la capacidad

Para estimar la capacidad de diseño de la planta, se debe tener en cuenta la utilización de las maquinas (dado que existen trabajos de regeneración de filtros, limpieza, y otras actividades), la cual se ha determinado para este caso en 90%, por lo que la capacidad instalada debe ser:

$$\text{Capacidad instalada} = 3\,890 / 90\% = 4\,323 \frac{\text{bidones}}{\text{semana}}$$

Además, se debe tener en cuenta el número de días a operar la planta y el número de turnos diarios para estimar la capacidad de producción mínima de la planta en el día, por ello las opciones de capacidad de diseño en el día se muestran en la Tabla 18:

Tabla 18. Capacidad de producción según horas de trabajo en la semana

Alternativa	N° días	N° turnos	Horas en el día	Bidones/día	Bidones/h	Bidones/h
1	7	1	8	618	77.25	78
2	7	2	16	618	38.62	39
3	5.5*	1	8	786	98.25	99
4	5.5 *	2	16	786	49.13	50

* Se considera como opción 5.5 días en la semana, teniendo en cuenta que generalmente un operario trabaja 5 jornadas y media por semana

Fuente: Elaboración propia

Por ello, para elegir la alternativa que más convenga se ha evaluado el costo de producción semanal para cada alternativa considerando solo costos de maquinaria y equipo (MyE), mano de obra (MO) y energía.

Para estimar el costo de MyE se debe tener en cuenta el cuello de botella que es el proceso de ósmosis inversa y la Tabla 19 muestra las capacidades de producción que se encuentran en el mercado, considerando el número de membranas del equipo de ósmosis inversa:

Tabla 19. Capacidades de producción de Ósmosis Inversa en el mercado

Numero de membranas de OI	1	2	3	4	5	6	7
Capacidad (Litros/hora)	370	7 40	1 110	1 480	1 850	2 220	2 590
Capacidad (Bidones/hora)	16	33	50	67	84	100	117

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, teniendo en cuenta la Tabla 19, se determina que el número de membranas requeridas para cada alternativa de producción es como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Número de membranas necesario para cada alternativa de producción

Alternativas de Capacidad de producción (bidones/hora)	78	39	99	50
Número de membranas	5	3	6	3

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 20, el equipo de ósmosis inversa necesario para producir 39 o 50 bidones/hora son de la misma capacidad, según lo que se encuentra en el mercado, por lo que el costo de MyE para ambas alternativas sería el mismo.

Por ello, el detalle del costo de producción para cada alternativa de capacidad de producción, considerando MyE, MO y energía, se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Costos de producción de alternativas de capacidad de producción

Descripción	Capacidad de producción (Bidones/hora)			
	78	39	99	50
Número de bidones/semana	4 368	4 368	4 356	4 400
Número operadores/turno ²	6	3	7	3
Número de horas/turno	8	8	8	8
Número de turnos/día	1	2	1	2
Número de días/semana	7	7	5.5	5.5
Costo MyE (Vida útil = 10 años) ³	64 350.00	49 500.00	74 250.00	49 500.00
Costo MyE por semana	123.8	95.2	142.8	95.2
Costo de 1 operador (S./mes)	1 200	1 200	1 200	1 200
Costo de 1 operador (S./día)	47	47	47	47
Costo MO por semana	1 974	1 974	1 809.5	1 551
Consumo Energía (kWh/día) ⁴	46.29	69.17	53.09	75.97
Costo Energía (S./kWh)	0.6538	0.6538	0.6538	0.6538
Costo Energía (S./día)	30.27	45.23	34.71	49.67
Costo Energía por semana	211.9	316.6	190.9	273.2
Costo de producción por semana	2 309.6	2 385.8	2 143.2	1 919.4
Costo unitario producción (S./Bidón)	0.529	0.546	0.492	0.436

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 21, la alternativa de producción 50 bidones/hora es la que genera el costo de producción más bajo, por lo que se determina que sea la alternativa a elegir. Con esta opción se aprovecharía más tiempo de operación por día y menos días de operación por semana, un costo de maquinaria no muy elevado y menos número de mano de obra.

Por tanto, el diseño de la planta se va a determinar considerando una capacidad instalada de 50 bidones/h u 800 bidones/día.

² El número de operadores para la opción 4 (50 bid/h) se ha determinado en el punto 4.4

³ El detalle de MyE para la opción 4 se puede ver en el punto 4.3.5 y su costo en la tabla 39

⁴ El detalle del consumo de energía para la opción 4 se puede ver en el punto 4.3.6

3. Diseño de la línea de producción

3.1. Materiales e insumos

Agua cruda: El principal insumo para la elaboración del producto es el agua extraída de un pozo propio. Vale decir que existe suficiente cantidad de agua durante el día para poder satisfacer la demanda estimada.

Sal industrial: El cloruro de sodio (NaCl), es usada para la regeneración de la resina en el filtro suavizador, de esta manera la sal industrial garantiza que la resina no sufra saturación y pueda ablandar el agua.

Bidones: Es el recipiente que contendrá el agua purificada, este bidón tiene carácter de retornable y un tiempo de vida útil aproximada de 6 a 8 meses. El bidón que se pretende usar es de material politereftalato de etileno, más conocido por sus siglas en inglés PET que significa polyethylene terephthalate (Wikipedia, s.f.), con capacidad de 20 L y con caño. Sus dimensiones son 496 mm de largo x 260 mm de diámetro mayor. El número de unidades a comprar inicialmente deberá ser 20% más de la capacidad instalada, es decir 960 bidones.

Cápsulas: Es la tapa que contendrá el bidón, es descartable y de material polietileno.

Etiquetas: Son las etiquetas que se colocarán en el bidón y que contendrá información de la empresa y relacionada al producto. Deberán ser de vinilo autoadhesivas y durables para evitar cambiarlos cada vez que se produzca un bidón.

Termocontraíbles: Son etiquetas con las que se sellará el producto e irán colocadas en la cápsula y en el caño, para evitar que el producto pueda ser manipulado o contaminado antes de ser consumido. En estos, irá información relacionada al producto.

Detergente: Se utilizará detergente industrial para el pre-lavado de bidones.

3.2. Proceso

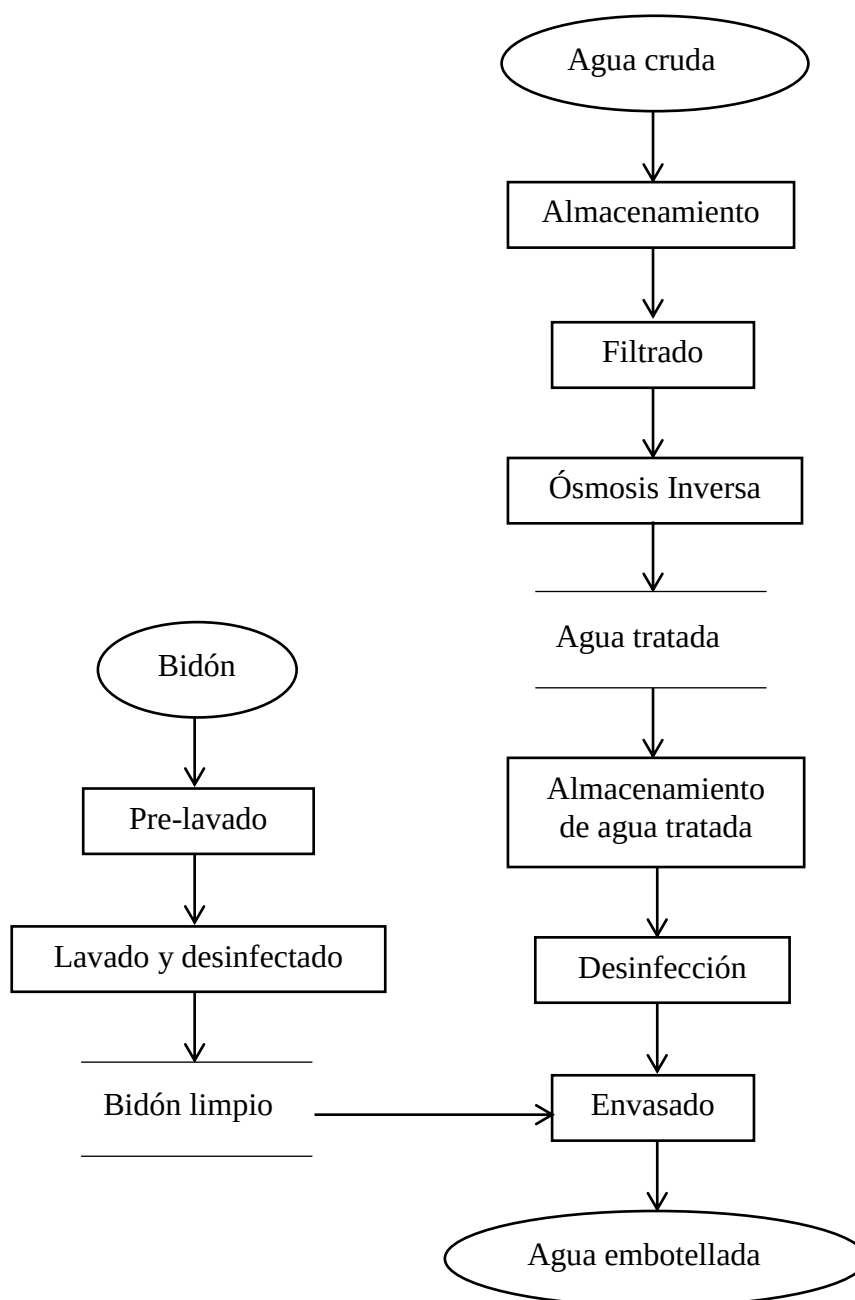


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de agua de mesa del proyecto
Fuente: Elaboración propia

a) Almacenamiento de agua cruda

El agua cruda que se va a purificar es impulsada desde la planta de agua potable, que actualmente existe en el área del proyecto, hacia los tanques de almacenamiento que se encontrarán al inicio de la etapa de purificación.

b) Filtrado

El agua cruda es impulsada por un presurizador, desde los tanques de almacenamiento hacia los filtros del proceso, donde pasará por 4 tipos de filtrado para el pretratamiento: filtro de arena, filtro de carbón, filtro suavizador y filtros pulidores, esto, para evitar que se dañen las membranas en el proceso de ósmosis inversa y así alargar su vida útil.

Filtro de arena: En esta operación, el agua proveniente de los tanques de almacenamiento pasa por el filtro de arena, donde se retienen partículas sólidas microscópicas de origen humano o natural que quedan suspendidas en el agua.

Filtro de carbón: En esta operación, tras el paso por el filtro de arena, el agua pasa por un filtro de carbón activado, donde se elimina el cloro residual, materia orgánica, sabor, color y olor para perfeccionar la calidad del agua.

Ablandamiento: Luego de pasar por el filtro de carbón, el agua pasa por un filtro suavizador que reduce la dureza del agua a niveles óptimos para el consumo humano.

Filtro pulidor: Finalmente el pretratamiento del agua culmina en los filtros pulidores, donde se retiene, mediante un filtro de Poliespum, partículas de hasta 5 micras para asegurar que el agua no dañe la membrana de la ósmosis inversa en la siguiente operación.

c) Ósmosis inversa

Luego del pretratamiento, el agua filtrada pasa por unas membranas semipermeables porosas, reteniendo en sus poros sales ionizadas, coloides y moléculas orgánicas. De esta manera se elimina la concentración de sólidos disueltos.

d) Almacenamiento de agua purificada

Luego del proceso de ósmosis inversa, el agua tratada o purificada se almacena en tanques de almacenamiento de agua tratada para pasar por los procesos de desinfección y luego ser envasada.

e) Desinfección

El agua tratada o purificada es impulsada, mediante un presurizador, hacia el proceso de desinfección, donde tienen lugar dos operaciones: luz ultra violeta y ozono

Luz Ultra Violeta: En esta operación los rayos ultra violeta dañan la molécula del ADN de los virus y bacterias presentes en el agua, de esta manera impide su división celular, su reproducción y causa su muerte.

Ozono: Con el ozono se neutralizan el olor, color, sabor, virus y bacterias. Además, reduce la turbiedad y contenido de sólidos en suspensión.

f) **Envasado**

Luego de purificarse totalmente el agua, pasa al proceso de envasado, en la cual ocurren el llenado, etiquetado y sellado de bidones.

Llenado: Esta operación se realiza en una mesa de llenado de acero inoxidable, donde se llenan los bidones y se coloca la cápsula para taparse.

Sellado y etiquetado: Luego de llenarse el bidón, se transporta mediante una banda transportadora para colocar el termocontraible en la tapa y la etiqueta.

g) **Almacenaje**

Luego de sellarse el bidón se procede a almacenar el producto terminado.

h) **Pre-lavado, lavado y desinfectado**

Por otra parte, los bidones que se llenarán pasarán por dos etapas de lavado: Pre-lavado y lavado, y desinfectado.

Pre-lavado de bidones: Esta operación se realiza en una tarja de acero inoxidable, donde el bidón es lavado interna y externamente con agua potable y detergente, con la ayuda de escobillas.

Lavado y desinfectado de bidones: Esta operación se realiza en una mesa de lavado de acero inoxidable, donde se enjuaga internamente los bidones con agua purificada y germinicida para eliminar los microorganismos que pueda tener.

3.3. **Cálculos de diseño del proceso**

3.3.1. Balance de masa del proceso. Primero se debe tener en cuenta algunos datos de partida:

- Actualmente en el área del proyecto se produce agua potable con un caudal de $8.5 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Se cuenta con un pozo tubular de 135 m^3 de capacidad.

- Se deben producir 800 bidones de agua purificada diariamente.
- Los bidones tienen un pre-lavado con agua cruda y luego tienen un lavado y desinfección con agua purificada.
- Se considera 2 turnos de operación.

Balance de masa ósmosis inversa

Para realizar el balance de masa, hay que tener en cuenta que el cuello de botella del proceso se encuentra en la etapa de ósmosis inversa, dado que hay un porcentaje de rechazo que para efectos del proyecto se va a asumir de 50% (considerando lo dicho en el punto 1.3.2.2 respecto del agua rechazada en la ósmosis inversa), lo que significa que el factor de recuperación (Y) es también 50%.

Por ello, se debe realizar el cálculo de las corrientes del proceso de ósmosis inversa y para ello se debe tener en cuenta los datos de partida:

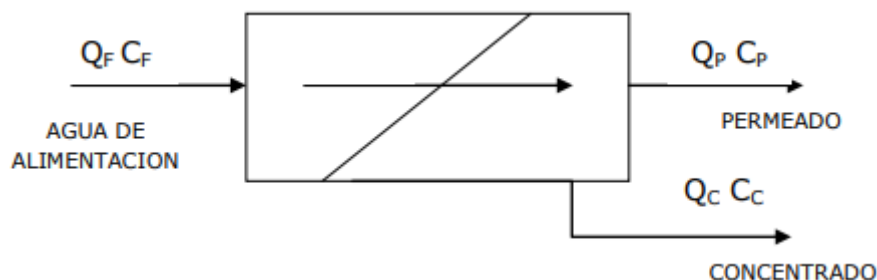
- 800 bidones objetivo = $> 800 \times 20 \text{ L} = 16\,000 \text{ L}$ de agua purificada
- Se asume 2 L de agua cruda para pre-lavado por bidón: $800 \times 2 \text{ L} = 1\,600 \text{ L}$
- Se asume 2 L de agua purificada para lavado y desinfección por bidón = 1600 L
- 1 turno: 8 h de operación $\Rightarrow$ 16 h operación al día

Entonces:

- Caudal de permeado objetivo (agua purificada):

$$Q_p = 16\,000 + 1\,600 = 17\,600 \frac{\text{L}}{\text{día}} = 17,6 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 1\,100 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 1,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Factor de recuperación: $Y = 50\%$



Balance de agua: $Q_f = Q_p + Q_c$

Balance de sólidos: $Q_f * C_f = (Q_p * C_p) + (Q_c * C_c)$

Por tanto, los valores de las corrientes resultan:

$$Q_f = \frac{17\,600 \frac{L}{día}}{0.50} = 35\,200 \frac{L}{día} = 35.2 \frac{m^3}{día} = 2\,200 \frac{L}{h} = 2.2 \frac{m^3}{h}$$

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_f - Q_p = 35\,200 \frac{L}{día} - 17\,600 \frac{L}{día} = 17\,600 \frac{L}{día} = 17.6 \frac{m^3}{día} = 1\,100 \frac{L}{h} \\ &= 1.1 \frac{m^3}{h} \end{aligned}$$

El resumen de las corrientes del proceso de ósmosis inversa se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Caudales de corriente de Ósmosis Inversa

Corrientes	m ³ /h	L/h
Agua de alimentación (Q _f)	2.2	2 200
Permeado (Q _p)	1.1	1 100
Concentrado (Q _c)	1.1	1 100

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la Tabla 22, la producción de la planta sería de 1 100 L/h, lo cual equivale a una producción de 50 bidones/h. También, se puede ver que el agua de alimentación necesario para ingresar a la ósmosis inversa debería ser 2 200 L/h.

Por otro lado, al agua cruda de alimentación necesaria para la ósmosis inversa (Q_f) hay que sumarle el agua cruda necesaria para realizar el pre-lavado de los bidones, lo que resultaría:

$$2\,200 + 2 \times 50 \text{ bidones} = 2\,300 \frac{L}{h}$$

Caudal necesario que debiera ingresar a la planta de tratamiento.

Sin embargo, a este caudal (2 300 L/h) se le va a considerar 5% adicional, suponiendo algunas otras pérdidas, resultando:

$$\text{Caudal de ingreso a la Planta de purificación: } 2\,300 \times 1.05 = 2\,415 \frac{L}{h}$$

Por tanto, el balance total de la Planta quedaría como se muestra en la Figura 7:

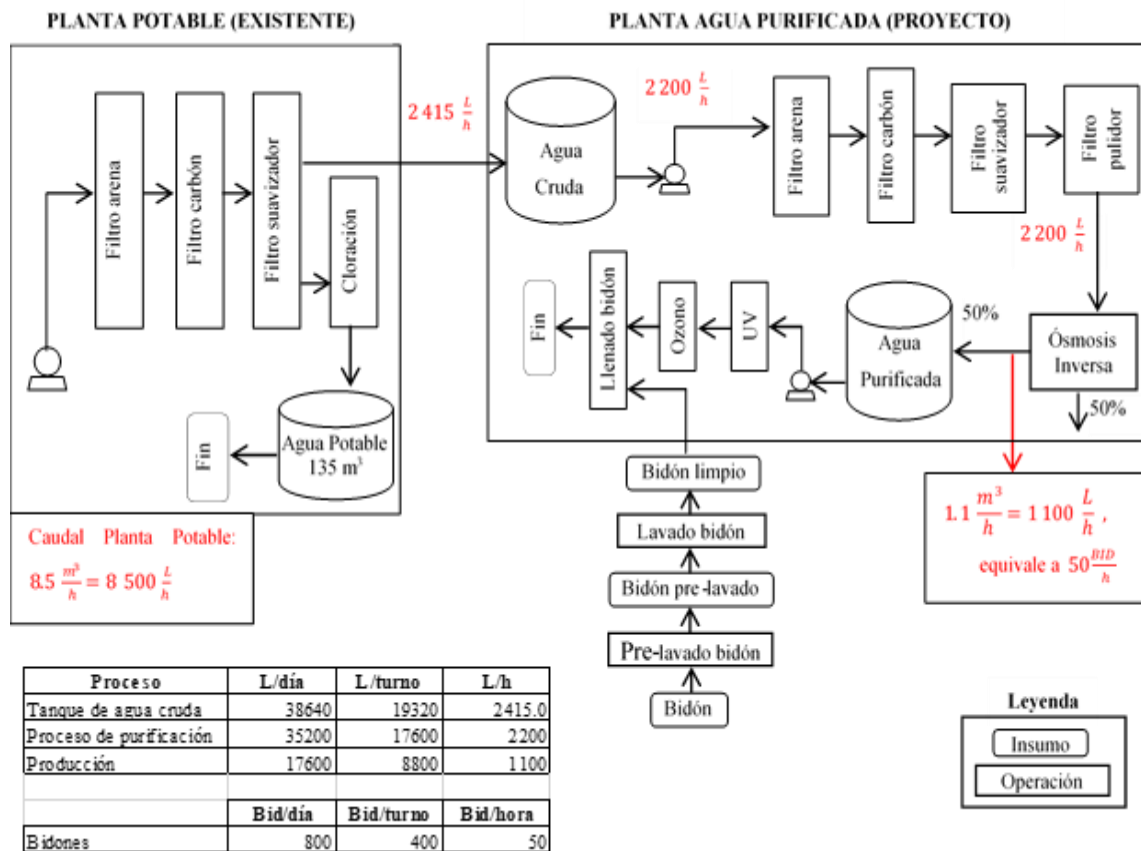


Figura 7. Balance de masa de planta de producción de agua de mesa
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones del balance de masa

- Con el ingreso de 2 415 L/h a los tanques de almacenamiento de agua cruda, se alcanzaría para almacenar $38.64 \text{ m}^3 = 38\,640 \text{ L}$ en el día
- Como actualmente se produce agua cruda a 8 500 L/h, para pasar 2 415 L a los tanques de almacenamiento de la Planta purificadora, serán necesarios:

$$2\,415 \text{ L} \times \frac{1 \text{ h}}{8\,500 \text{ L}} \approx 0.28 \text{ h} \approx 17.04 \text{ minutos} \approx 17 \text{ minutos.}$$

Entonces para almacenar los 38 640 L en el día, serán necesarios:

$$38\,640 \text{ L} \times \frac{1 \text{ h}}{8\,500 \text{ L}} \approx 4.55 \text{ h} \approx 4 \text{ h con } 30 \text{ minutos}$$

- Con el ingreso de 2 200 L/h a la ósmosis inversa, se llegaría a ingresar $35.2 \text{ m}^3 = 35\,200 \text{ L}$ en el día necesarios para producir los 17 600 L de agua purificada para la producción diaria (800 bidones).

3.3.2. Potencia de las bombas

Potencia de bomba de succión

Por acuerdo de los propietarios a quienes va dirigido el proyecto, es necesario contar con 100 m³/día, mínimo, para destinar al mercado de agua potable, ello, sumado al caudal de alimentación estimado (38.64 m³/día) para suministrar a la planta de agua de mesa que se pretende diseñar, se necesitaría un aproximado de 139 m³/día de agua que se deben producir para atender al mercado de agua potable y la planta purificadora.

Actualmente en el lugar donde se pretende diseñar el proyecto, se cuenta con 1 bomba de succión de 10 HP (7.46 kW) y 3 filtros (1 multimedia, 1 carbón activado y 1 suavizador). Y como se dijo en el punto 4.3.3.1, se produce agua potable con un caudal aproximado de 8.5 m³/h, con lo que sería suficiente para producir los 139 m³/día requeridos (se producirían en $139/8.5 \approx 16.35$ horas) y abastecer tanto al mercado externo de agua potable como a la planta de producción de agua de mesa.

Potencia de presurizadores del proceso

El proceso debe contar con dos presurizadores que realicen dos funciones cada uno: un presurizador que impulse agua cruda, desde los tanques de almacenamiento de agua cruda, hacia el proceso de pre-lavado de bidones y al proceso de purificación, y un presurizador que impulse agua purificada hacia el proceso de lavado y desinfección de bidones, y al proceso de envasado.

Debido a que el flujo de ingreso requerido para el proceso de purificación de agua es 2 200 L/h, se pretende considerar el uso de una bomba de 1HP (0.746 W) de potencia y debido a que el flujo requerido para el proceso de envasado es 1 100 L/h, se pretende considerar el uso de una bomba de 0.5HP (0.373 W).

Potencia del presurizador de alimentación de Ósmosis inversa

El presurizador de alimentación de la ósmosis inversa debe ser una bomba de alta presión, viene incluido en el kit del proceso por parte del fabricante (generalmente recomendado por el fabricante) y varía de acuerdo con la capacidad de producción del equipo. Para el diseño de la planta se ha considerado una bomba de 2.2 kW.

Potencia eléctrica

Asumiendo un rendimiento de las bombas de 85 %, se tiene:

Potencia de bomba de succión:	$7.46 \times 0.85 = 6.34 \text{ kW}$
Potencia de presurizador de agua cruda:	$0.746 \times 0.85 = 0.63 \text{ kW}$
Potencia de presurizador de agua purificada:	$0.373 \times 0.85 = 0.32 \text{ kW}$
Potencia de bomba de alta presión:	$2 \times 0.85 = 1.87 \text{ kW}$

3.4. Operaciones

3.4.1. Esquema de operaciones. Las operaciones que se realizarán para el proceso de producción de agua de mesa se muestran en el siguiente esquema.

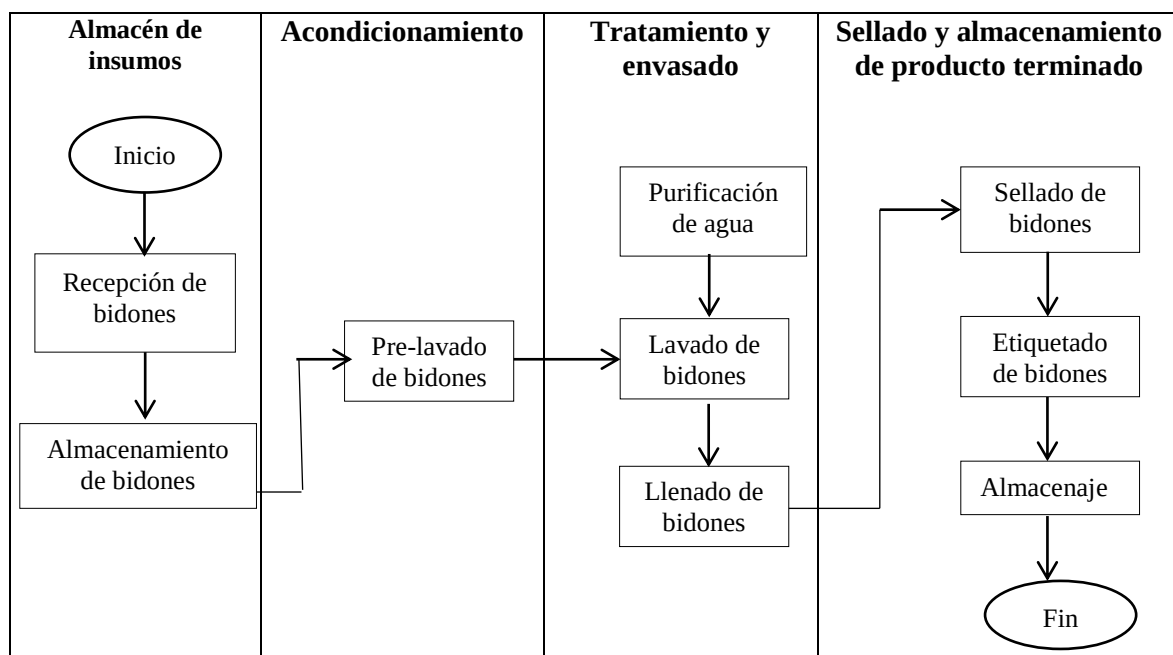


Figura 8. Esquema de operaciones.
Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Descripción de operaciones. Las operaciones se realizarán, siguiendo los procedimientos que se detallan a continuación:

a) Almacenamiento de insumos: Código: MP – 01

Objetivo: Descargar y verificar que los bidones e insumos lleguen conforme y colocarlos en el almacén de insumos como corresponda.

Área responsable: Almacén de insumos

Procedimiento: El operador de almacén de insumos recibe al camión que distribuye el producto final, aquí se descarga los bidones vacíos que retornan y se verifica que estén aptos para reusarse, luego se procede a almacenarlos ordenadamente a la espera que sean requeridos para ser lavados.

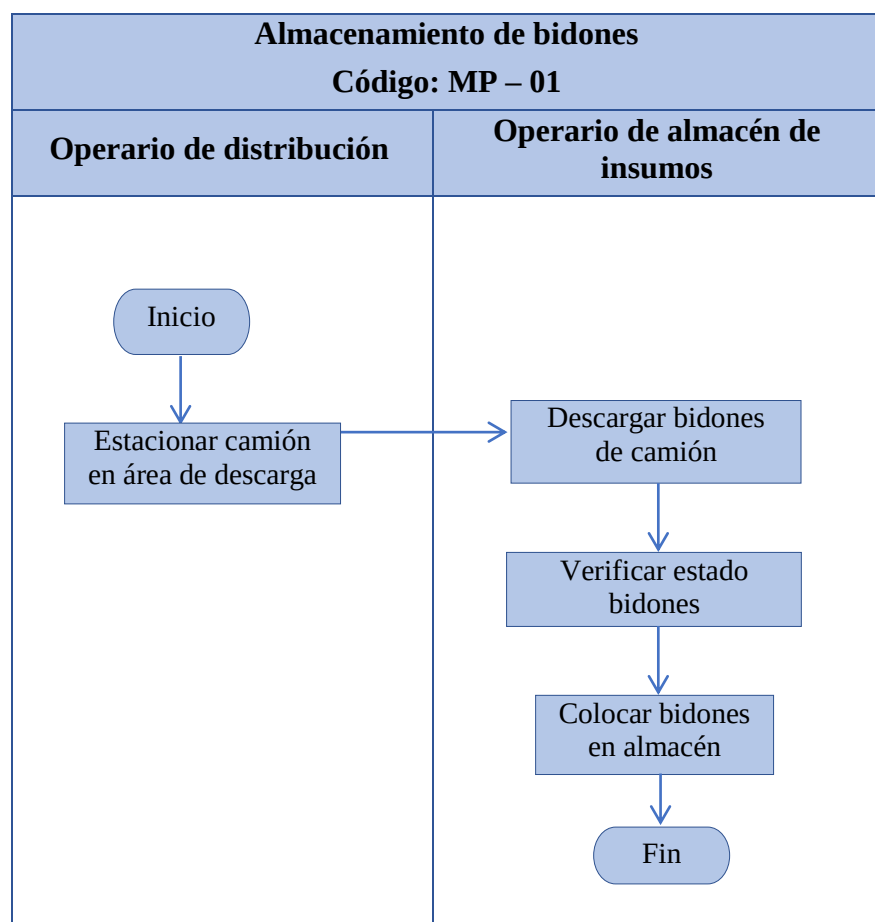


Figura 9. Diagrama de almacenamiento de bidones.
Fuente: Elaboración propia

b) Acondicionamiento: Código: MP – 02

Objetivo: Limpiar y pre-lavar el bidón a producir.

Área responsable: Producción

Procedimiento: El operario de almacén de insumos retira los bidones del almacén y los coloca en el espacio de pre-lavado, luego el operario de pre-lavado les retira las cápsulas y los limpia con una manguera a presión, de manera que se elimine el polvo u otros residuos externos presentes en el bidón, así mismo los coloca en la

mesa de pre-lavado para ser lavados internamente con detergente industrial para luego dispensarlos al área de lavado y desinfección.

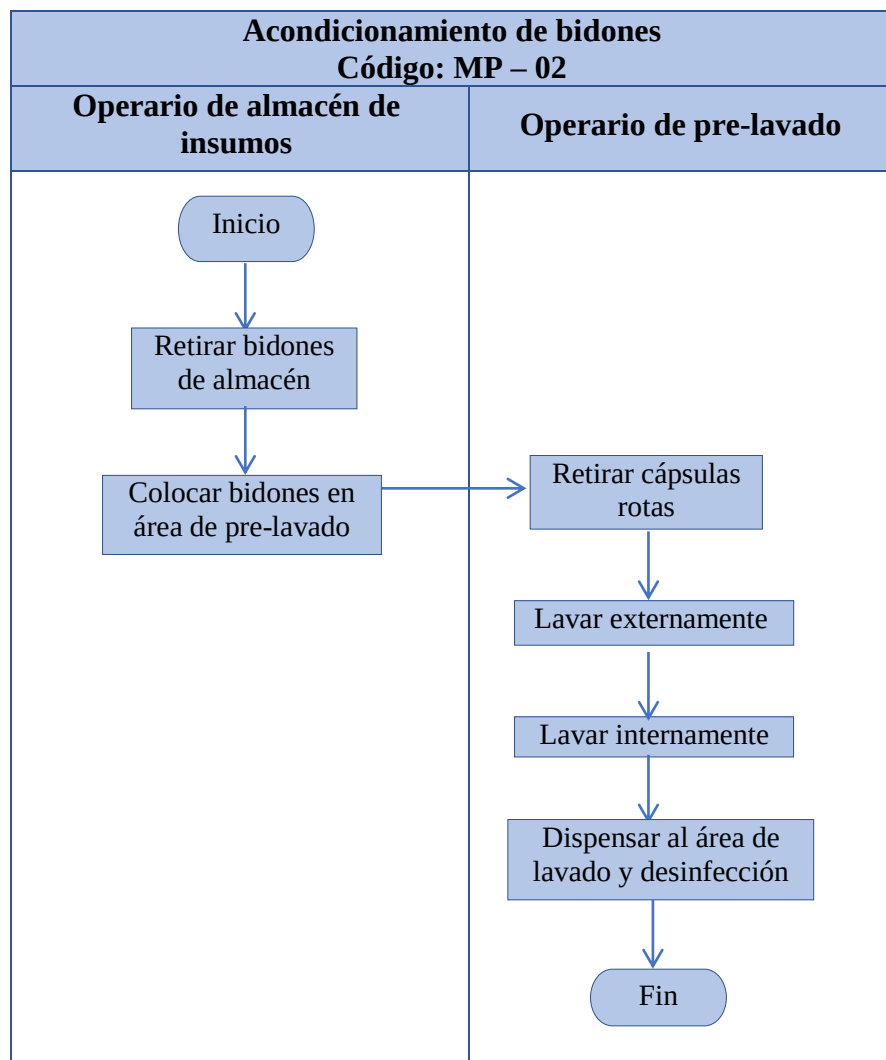


Figura 10. Diagrama de acondicionamiento de bidones.
Fuente: Elaboración propia

c) Tratamiento y envasado: Código: MP – 03

Objetivo: Controlar el proceso de purificación y envasar el agua purificada.

Área responsable: Producción

Procedimiento: El operador verifica el nivel deseado de los tanques de agua cruda y enciende el presurizador de agua cruda para iniciar el proceso de purificación del agua. Por otro lado, realiza el lavado y desinfección de los bidones con germinicida y luego los coloca en la mesa de llenado. Además, verifica el nivel

deseado de los tanques de almacenamiento de agua purificada y enciende el presurizador de agua purificada para realizar el proceso de llenado. Luego de llenar los bidones, los tapa y los dispensa, mediante la banda transportadora, hacia el área de sellado.

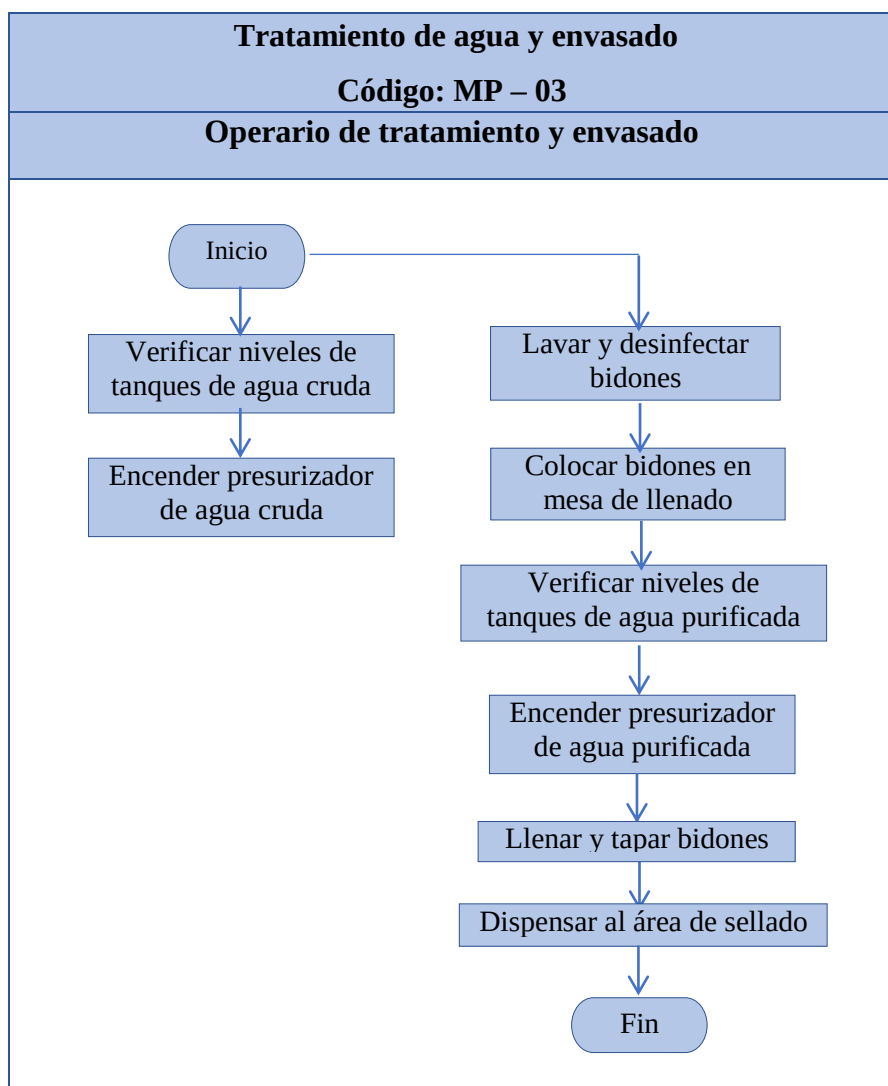


Figura 11. Diagrama de tratamiento de agua y envasado.
Fuente: Elaboración propia

d) Sellado y almacenamiento de producto terminado: Código: MP – 04

Objetivo: Sellar el producto y almacenarlo

Área responsable: Almacén de producto terminado

Procedimiento: El operario de almacén de producto terminado recibe los bidones tapados y procede a colocar 1 termocontraible en la cápsula y 1 termocontraible en el caño del bidón y con la ayuda de la pistola de calor los sella,

luego coloca la etiqueta en el bidón (si es necesario) y procede a ordenarlos sobre los pallets plásticos.

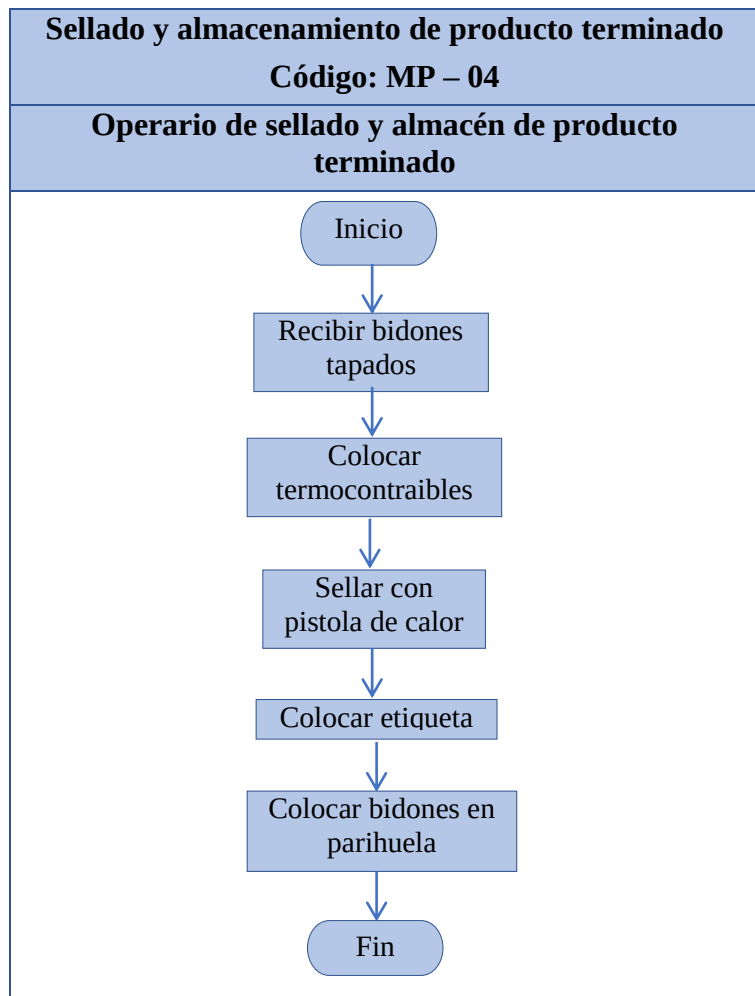


Figura 12. Diagrama de sellado y almacenamiento de producto terminado.
Fuente: Elaboración propia

3.5. Maquinaria y equipo. La maquinaria y equipo necesario para la implementación de la planta se ha determinado teniendo en cuenta la calidad necesaria establecida por los organismos competentes y como se dijo en el punto 3.4 se sugiere utilizar el proceso de ósmosis inversa, sin embargo, para optimizar el proceso y alargar la vida de los equipos, es necesario añadir filtros antes de hacer ingresar el agua al proceso de ósmosis para reducir en lo posible las incrustaciones u obstrucciones que se puedan producir en las membranas de este proceso. Por ello los equipos necesarios que se consideran para el proceso se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Maquinaria y equipos necesarios para el proceso

Equipo	Cantidad
Tanques de almacenamiento	3
Presurizador de alimentación de agua cruda	1
Filtro de arena	1
Filtro de carbón	1
Filtro suavizador	1
Filtro pulidor	2
Equipo de ósmosis inversa	1
Tanques de almacenamiento de agua purificada	2
Presurizador de agua purificada	1
Luz Ultra Violeta	1
Ozono	2
Mesa de lavado y desinfección	1
Mesa de llenado	1
Faja transportadora	2
Pistola de sellado	1
Mesa de pre-lavado	1
Mesas de trabajo	4
Pallets	20
Anaqueles	5
Transpallet	1
Camión	1

Fuente: Elaboración propia

Tanques de almacenamiento

Tanques para agua cruda: Como se necesitan 4,5 horas en el día para almacenar los 38 640 L estimados en el balance de masa, se ha definido que los tanques de almacenamiento tengan capacidad suficiente para almacenar agua para 3 horas de operación de la planta purificadora, por tanto:

$$2\,415 \frac{L}{h} \times 3\,h = 7\,245\,L$$

Por tanto, se necesitarían 3 tanques de 2 500 L de capacidad para atender 3 horas de operación de la planta purificadora.

Tanques para agua purificada o tratada: Debido a que el cuello de botella del proceso es la etapa de ósmosis inversa (con 50% de recuperación), con lo cual se produce

agua purificada (permeado) a razón de 1 100 L/h, se ha definido que los tanques de almacenamiento tengan capacidad para 4 horas de operación, es decir:

$$1\,100 \frac{L}{h} \times 4\,h = 4\,400\,L$$

Por tanto, se necesitarían 2 tanques de 2500 L de capacidad para atender 4 horas del proceso de envasado.

- Capacidad de tanques: 2500 L
- Material: Polietileno
- Altura: 1.65 m
- Diámetro 1.5 m
- Peso: 37 kg
- Mantenimiento de filtro: 6 meses



Figura 13. Tanque de almacenamiento de agua
Fuente: (SODIMAC Homecenter, 2019)

Presurizadores

Tubería: La tubería se ha definido teniendo en cuenta el caudal de entrada a los tanques de almacenamiento de agua cruda que como se sabe es de 8.5 m³/h

- Material: PVC
- Diámetro (Ø): suponiendo una velocidad de 1m/s

$$Qf = v \cdot A = v \frac{\pi \phi^2}{4} \Rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 * 8.5 \, m^3/h}{\pi * \frac{1m}{s} * \frac{3600s}{1h}}} = 0.054m = 54.82 \, mm$$

Diámetro comercial = 60 mm. = 2"

Electrobomba:

- Marca: Pentax
- Modelo: U5-120/3
- Potencia: 1.2 HP – 0.9 kW
- Material cuerpo bomba: acero cromo-níquel
- Altura máxima: 47 m
- Caudal máximo: 9 m³/h – 150 L/min
- Presión máxima: 8.5 bar
- Motor de 2 polos a inducción 220V – 60Hz
- Amperaje: 6.7



Figura 14. Electrobomba
Fuente: (Pentax Pedrollo, s.f.)

Filtros**Filtro de arena y carbón activado**

Tabla 24. Especificaciones técnicas de filtro de arena y filtro de carbón activado

Especificaciones	Filtro de arena	Filtro de carbón
Cantidad	1	1
Dimensiones (pulgada)	13 x 54	13 x 54
Medio filtrante	Grava, arena de sílice, antracita	Carbón activado, cascara de coco
Flujo máximo (L/min) *	51	47
Flujo de retrolavado (L/min)	42	42
Perdida de flujo (psi)	2	2.5

Fuente: (Hidroagua, s.f.). Elaboración propia

Filtro suavizador - ablandador

Tabla 25. Especificaciones técnicas de filtro suavizador

Filtro	Suavizador
Dimensiones tanque (pulgada)	Resina: 13 x 54 Sal: 18 x 40
Material filtrante	Resina
Volumen resina (pie 3)	2 ½
Capacidad de resina (grano)	75 000
Capacidad de sal (Kg)	5
Flujo de servicio (L/min)	47
Flujo de retrolavado (L/min)	16

Fuente: (Hidroagua, s.f.). Elaboración propia

Dado que el filtro suavizador es el que consumirá la sal industrial para mejorar el estado del filtro, el consumo de sal por bidón se halla de la siguiente manera:

Considerando que el agua natural arroje 470,4 mg CaCO₃ (o ppm de CaCO₃), como se muestra en la tabla 15, entonces la dureza resulta:

$$\frac{470,4}{17.1^5} = 27.5 \text{ gpg (granos por galón)} \approx 28 \text{ gpg}$$

Y se sabe que se necesita en el día: 38 640 L/día = 10 207.4 gal/día.

Entonces, se aplica la fórmula para hallar la capacidad suministrada (Hidroagua, s.f.):

$$\frac{\text{Capacidad (granos)}}{\text{Dureza (gpg)}} = \text{Capacidad Suministrada (gal)}$$

Donde:

Capacidad (granos) = capacidad de material (resina) para regenerar

Capacidad suministrada (gal) = Cantidad de agua que suministra el suavizador antes que necesite regenerarse.

=> Capacidad suministrada = $\frac{75\,000}{28}$ => Capacidad suministrada = 2 679 gal o 10 140 L agua cruda, que luego de pasar por la osmosis inversa se convertiría en 5 070 L de agua purificada.

Por tanto, la cantidad de sal necesaria para producir 1 bidón es igual a:

$$\frac{5 \text{ Kg}}{5\,070 \text{ L de agua purificada}} \times \frac{22 \text{ L de agua purificada}}{1 \text{ bidón}} \approx 0.021 \frac{\text{Kg}}{\text{bidón}}$$

Filtro pulidor (Carbotecnia, s.f.)

- Dimensiones: 2.5'' x 10''
- Medio filtrante: Poliespuma
- Capacidad de retención: 5 micras
- Perdida de flujo: 2.5 psi
- Portacartucho de polipropileno

⁵ 1 gpg equivale a 17.1 ppm (Hidroagua, s.f.)



Figura 15. Filtros de arena, carbón, suavizador y pulidor.
Fuente: (filtrosagua.net, s.f.)

Ósmosis inversa (Hidroagua, s.f.)

- Cantidad: 1 sistema SERIE IA
- 1 bomba de alta presión (2.2 kW)
- 1 filtro pulidor de 5 micras
- Estructura metálica: acero al carbón
- Membranas: 3 unidades con película de poliamida (Lenntech, s.f.)
- Dimensiones membranas: 4’’x 40’’
- Tuberías y conexiones PVC
- Porcentaje de rechazo de sales: 99.8 %
- Factor de conversión: 50%
- Caudal de permeado: $8\,000 \frac{\text{gal}}{\text{día}} \approx 1\,264 \frac{\text{L}}{\text{h}}$
- Presión máxima de operación: 200 psi
- Temperatura máxima de operación: 45 °C
- Voltaje estándar trifásico 220V - 60HZ



Figura 16. Ósmosis Inversa
Fuente: (INDUCAMP, s.f.)

Luz UV

- Dosis: $40 \frac{\mu W \cdot s}{cm^2} = 40 \frac{\mu J}{cm^2}$
- Caudal máximo: 1 701 L/h
- Diámetro entrada y salida: $\frac{3}{4}'' = 1.9 \text{ cm}$
- Material: acero inoxidable
- Diámetro mayor: 63.5 mm = 6.35 cm
- Longitud: 700 mm = 70 cm
- Altura: 110 mm = 11 cm
- Potencia de lampara: 29 W
- Voltaje: 100 – 240 V / 50 – 60 Hz
- Presión de operación: 10 – 100 psi
- Temperatura de operación: 2 – 40 °C



Figura 17. Luz UV
Fuente: (ASD, s.f.)

Ozono

Se ha definido el uso de 2 generadores: 1 para el proceso de purificación del agua y 1 para la desinfección de las cápsulas de los bidones. La elección del generador de ozono se ha definido teniendo en cuenta una dosis de entre 0.5 y 0.8 mg/L. (Hidritec, s.f.)

- Producción de ozono: 400 mg/h
- Peso: 2.63 Kg

- Dimensiones: W: 75 x L: 340 x H: 245 mm
- Potencia: 15 W
- Inyector ventury



Figura 18. Generador de ozono
Fuente: (INDUCAMP, s.f.)

Mesa de lavado y desinfección

- Modelo: Lavadora para 3 bidones
- Material de Acero inoxidable
- Tubería: PVC
- Dimensiones: W: 800 x L: 1280 x H: 1600 mm
- Voltaje: 220V



Figura 19. Mesa de lavado y desinfección
Fuente: (Ultravioleta purificación, s.f.)

Mesa de llenado

- Modelo: Llenadora para 3 bidones
- Material: Acero inoxidable
- Tubería: PVC
- Dimensiones: W: 600 x L: 1000 x H: 1600 mm
- Voltaje: 220 V



Figura 20. Mesa de llenado
Fuente: (Ultravioleta purificación, s.f.)

Pistola de sellado

- Marca – Modelo: Stanley – STXH2000K
- Flujo de aire: 300 – 500 L/min
- Temperaturas: 50° - 450°C / 90° - 600°C
- Potencia: 1.8 kW



Figura 21. Pistola de calor
Fuente: (SODIMAC Homecenter, s.f.)

Banda transportadora

- Cantidad: 2
- Modelo: Banda transportadora de rodillos por gravedad
- Capacidad máxima: 6 bidones
- Material: Acero inoxidable
- Dimensiones: W: 350 x L: 1 500 x H: 1000 mm



Figura 22. Banda transportadora
Fuente: (Puritronic, s.f.)

Mesa de pre-lavado

- Cantidad: 1 unidad
- Modelo: Lavadora para 3 bidones
- Material de Acero inoxidable
- Tubería: PVC
- Accesorios adicionales: Escobillas y manguera a presión
- Dimensiones: W: 800 x L: 1280 x H: 1600 mm
- Voltaje: 220V

Mesas de trabajo

- Material: Acero inoxidable
- Dimensiones: W: 600 x L: 1 100 x H: 1 000 mm



Figura 23. Mesa de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Pallet plástico

- Material: Polietileno de alta densidad
- Dimensiones: W: 1 000 x L: 1 200 x H: 150 mm
- Carga estática: Hasta 4 TM



Figura 24. Pallet plástico.
Fuente: (BASA, s.f.)

Anaqueles para bidones vacíos y para insumos

- Material: Acero inoxidable
- Dimensiones: W: 1 000 x L: 2 100 x H: 2 100 mm
- Capacidad: 120 Bidones vacíos



Figura 25. Anaqueles para bidones
Fuente: (ALIBABA, s.f.)

Transpallet

- Material: metal
- Dimensiones: W: 680 x L: 1 550 x H: 1 220
- Capacidad de carga: 3 000 Kg



Figura 26. Transpallet
Fuente: (Sodimac, s.f.)

Camión furgón

- Capacidad: 170 Bid llenos (4 000 Kg carga útil)
- Dimensiones: W: 2050 x L: 6 090 x H: 3 050 mm
- Dimensiones de furgón: W: 2 050 x L: 4 230 x H: 3 050 mm
- Tipo combustible: DIESEL



Figura 27. Camión repartidor.
Fuente: (Inca Power, s.f.)

3.6. Consumo de energía eléctrica. La potencia eléctrica de los equipos de planta considerando un rendimiento de 85% se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Potencia eléctrica de los equipos

Equipo	Pot nom (kW)	Rendimiento	Pot real (kW)
UV	0.029	85%	0.02
Ozono	0.015	85%	0.01
Pistola	1.8	85%	1.53

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número de horas de trabajo de los equipos, se debe considerar solo las horas de trabajo que se destinaría a la planta de purificación, en ese sentido, las horas de operación de la bomba de succión sería de 4,5 (como se estimó en las especificaciones del balance de masa). En tanto, las horas de operación de la pistola de sellado se estima considerando 5 segundos para el sellado de 1 bidón, lo que significa que para sellar 800 bidones en el día se necesita: $\frac{5 \text{ seg}}{\text{bidon}} \times 800 \text{ bidones} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} \approx 1,1 \text{ hora}$.

Por ello, el consumo de energía diario de los equipos se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Consumo de energía diario

Equipo	Cantidad	Horas de operación	Potencia (kW)	Consumo de energía (kWh)
Bomba de succión	1	4.5	6.34	28.53
Presurizador (agua a cruda)	1	16	0.63	10.08
Presurizador (agua a purificada)	1	16	0.32	5.12
Bomba de alta presión (Equipo ósmosis inversa)	1	16	1.87	29.92
UV	1	16	0.02	0.32
Ozono	2	16	0.01	0.32
Pistola	1	1.1	1.53	1.68
POTENCIA TOTAL				75.97

Fuente: Elaboración propia

4. Mano de obra directa de producción

El requerimiento del personal es mínimo debido a que el proceso es semiautomático, por ello es que se ha considerado suficiente asignar 1 operario en cada etapa del proceso. En ese sentido, dado que la maquinaria que se ha considerado produce aproximadamente 400 bidones/turno, se ha determinado que se trabaje a doble horario en el día.

Por esto, el personal que se va a considerar para las operaciones se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Personal necesario para las operaciones

Proceso	Cargo	Cantidad turno 1	Cantidad turno 2
Pre-lavado	Operario de pre-lavado	1	1
Tratamiento y envasado	Operario de tratamiento y envasado	1	1
Sellado y almacenaje	Operario de sellado y almacén de producto terminado	1	1
Distribución	Conductor	1	1
Almacenaje de bidones o insumos	Operario de almacén de insumos Operario de distribución	1	1

Fuente: Elaboración propia

5. Localización y distribución en planta

5.1. Localización. La localización de la planta no resiste mayor análisis, dado que como se ha dicho en el plan de tesis, el proyecto está dirigido a unos pequeños empresarios que cuentan con un área donde se encuentra un manantial subterráneo y en la cual ya se produce y se comercializa agua potable para diversas industrias.

En ese sentido, al encontrarse la materia prima en aquella área y al contarse con espacio suficiente (área aproximadamente de 1 hectárea), se ha determinado que la planta a diseñar se implemente en un área ubicado al norte de la capital de la provincia de Sechura.

5.2. Distribución de línea. La disposición en planta se ha determinado teniendo en cuenta el área disponible en el terreno donde se ubica el manantial subterráneo, también, considerando la maquinaria y equipo, operadores, despacho, distribución y transporte, y almacenes.

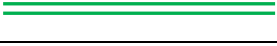
Con esto, se busca que la disposición de la línea de producción brinde eficiencia y seguridad en las operaciones, además, que el espacio a utilizar sea óptimo y que no ocupe espacios que interfieran en las operaciones que se realizan actualmente.

Las áreas consideradas para la distribución son:

- Almacén de agua cruda
- Almacén de insumos
- Área de pre-lavado
- Área de tratamiento y envasado
- Almacén de producto terminado
- Zona de carga y descarga
- Oficinas administrativas
- Baños

5.2.1. Tabla de interrelaciones. Para determinar la matriz de interrelaciones se ha utilizado la metodología relacional para evaluar la relación entre las actividades de acuerdo con el nivel de importancia de proximidad y razones. Las Tabla 29 y Tabla 30 muestran los códigos de proximidad y razones de proximidad, respectivamente, que se pueden dar entre las diferentes áreas. Cada nivel de proximidad y razón de proximidad está representado por un código.

Tabla 29. Códigos de proximidad

Código	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Normal	
U	Sin importancia	
X	No deseable	
XX	Altamente no deseable	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Razones de proximidad

Código	Razón
1	Actividades consecutivas
2	Recepción y despacho
3	Personal compartido
4	Posible contaminación
5	Acarreo de materiales

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las Tabla 29y Tabla 30, y aplicando la metodología relacional, la tabla de interrelaciones queda como se muestra en la Figura 28.

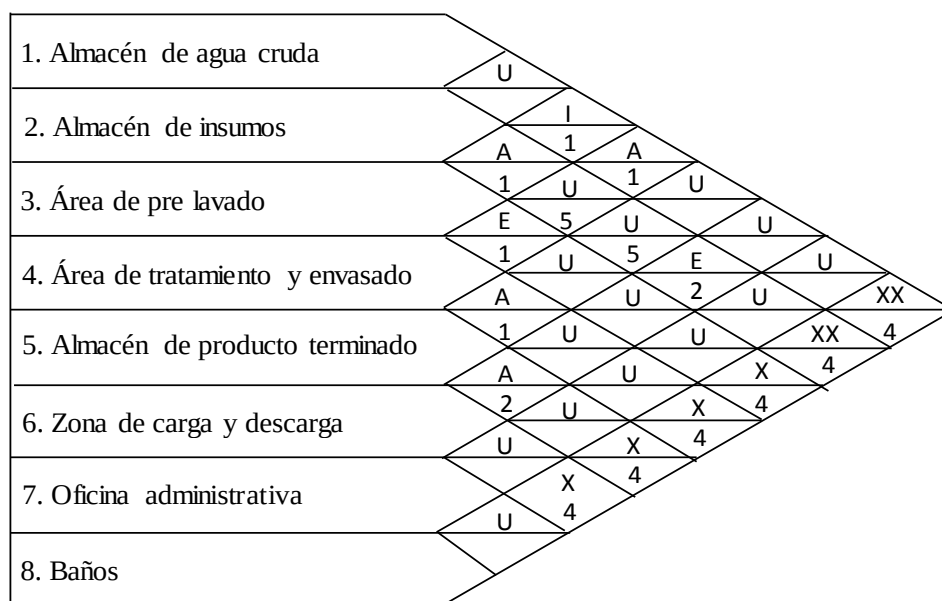


Figura 28. Tabla de interrelaciones.

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Diagrama de interrelaciones. Para definir el diagrama de interrelaciones, se debe tener en cuenta la tabla de interrelaciones elaborada anteriormente (Figura 28), dado que a partir de esta se determinan las proximidades que debe haber entre las distintas áreas.

La Tabla 31 muestra la simbología por tipo de actividad y la Figura 29 muestra el tipo de actividad a realizar en cada área de la planta a diseñar.

Tabla 31. Simbología por tipo de actividad

Actividad	Símbolo
Operación	
Transporte	
Almacenamiento	
Inspección	
Servicios	
Administración	

Fuente: Elaboración propia

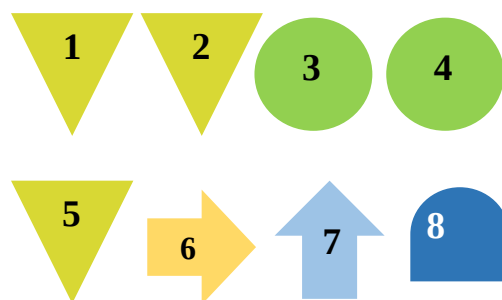


Figura 29. Tipo de actividad en cada área.
Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis de la tabla de interrelaciones y dada la simbología de actividades y proximidades entre áreas, se han definido 3 opciones de distribución, las cuales se presentan en las figuras 30, 31 y 32.

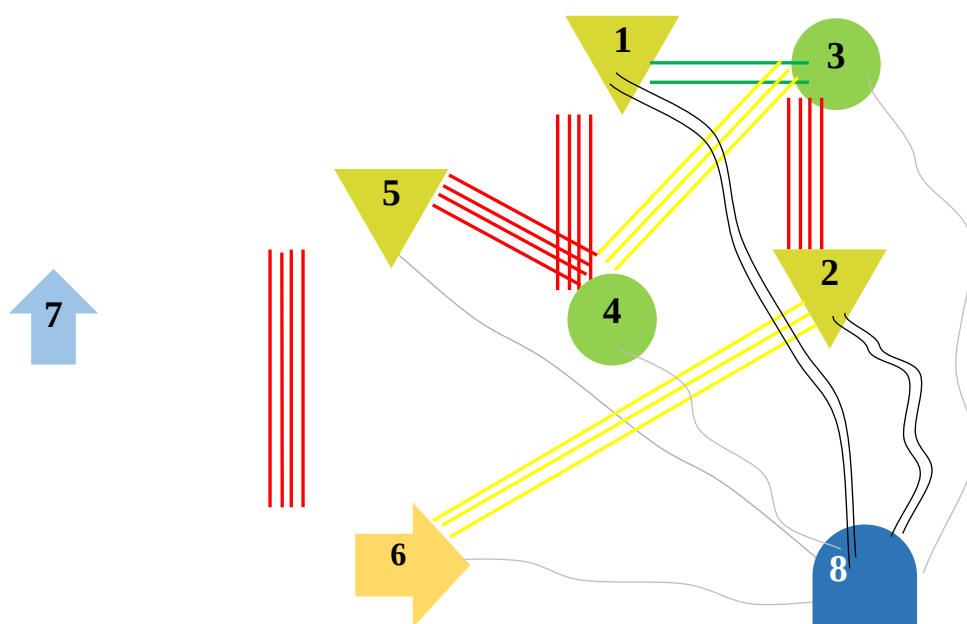


Figura 30. Diagrama de interrelaciones – opción 1
Fuente: Elaboración propia

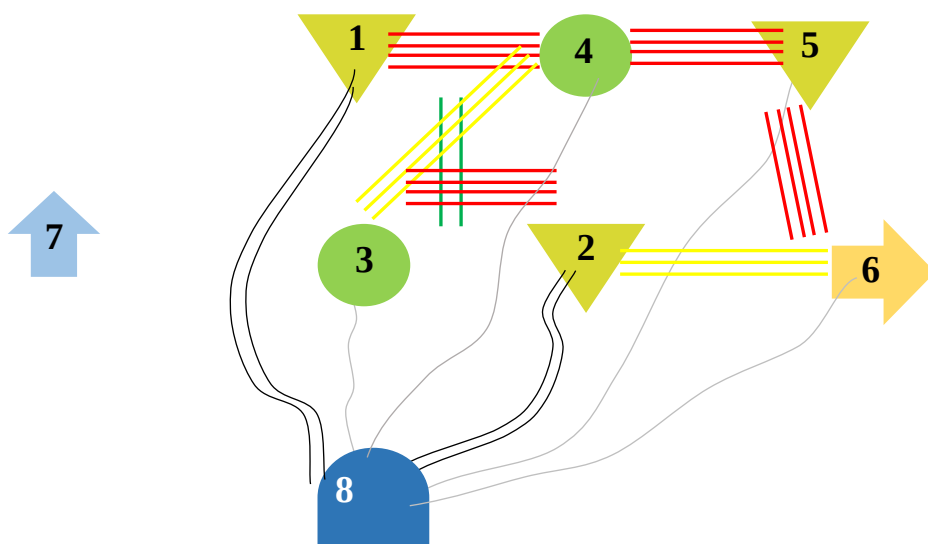


Figura 31. Diagrama de interrelaciones - opción 2
Fuente: Elaboración propia

Almacén de bidones e insumos: En esta área se requiere espacio para 2 estantes con bidones vacíos, 1 estante para demás insumos y 1 escritorio, además se requiere espacio libre adecuado para el operario. Se ha determinado que el área sea de 24 m².

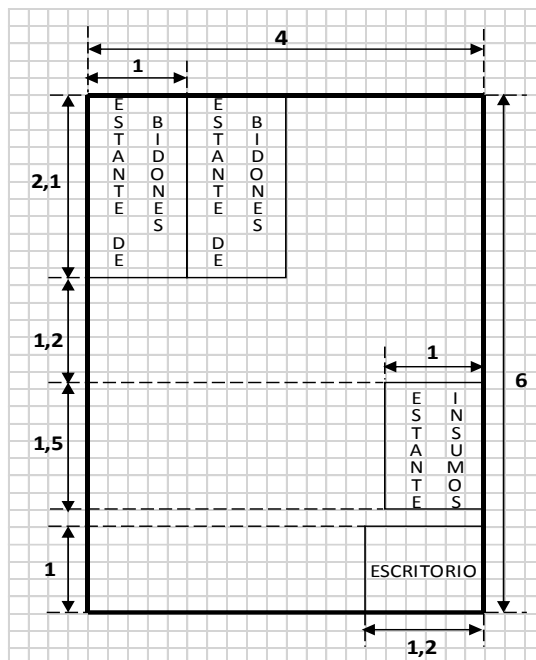


Figura 34. Área de almacén de insumos

Fuente: Elaboración propia

Área de pre-lavado: En esta área se requiere espacio para 2 estantes (1 para bidones por pre-lavar y 1 para bidones pre-lavados) y 1 mesa de pre-lavado, además se requiere un espacio libre adecuado para el operario. Se ha determinado que el área sea de 20 m².

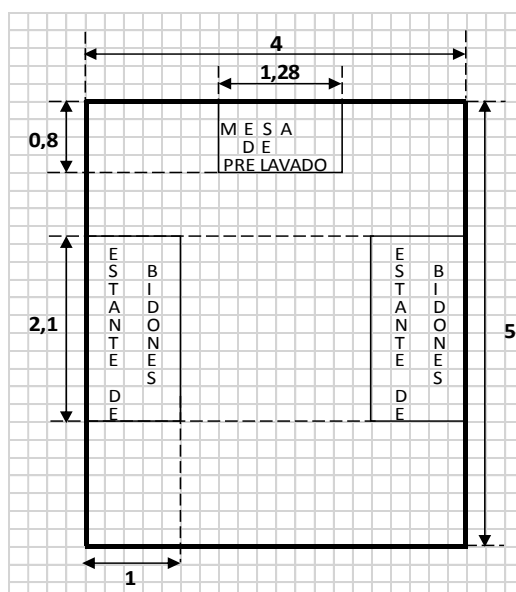


Figura 35. Área de pre-lavado

Fuente: Elaboración propia

Área de tratamiento y envasado: En esta área se requiere espacio para la maquinaria que purificará el agua (presurizadores, filtros y ósmosis inversa), 2 tanques de almacenamiento, 1 mesa de lavado, 1 mesa de llenado, 2 mesas de trabajo, 2 banda transportadora, 3 pallets (2 para bidones por lavar y 1 para bidones por llenar) además se requiere un espacio libre adecuado para el operario. Equipos como el generador de ozono y UV serán colocados en las paredes, debido al poco espacio y peso que poseen.

Para estimar el espacio adecuado para esta área, se ha usado el método de Guerchet, el cual calcula el área como la suma de tres superficies:

- Superficie estática (SS): Superficie correspondiente a dimensiones de máquinas o muebles.
- Superficie de gravitación (SG): Superficie alrededor de la máquina, utilizada por un operario y el material acoplado para las diferentes operaciones. Se calcula multiplicando la superficie estática por el número de lados (N) que la maquina puede ser utilizada ($SG = SS \times N$)
- Superficie de evolución (SE): Superficie que debe reservarse entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de personal y mantenimiento de las máquinas. Para calcular esta superficie se tiene en cuenta el coeficiente k que está en función de las alturas promedio de los equipos móviles/operarios (H_m) y equipos fijos (H_f), es decir, $k = H_m / (2 \times H_f)$. Por tanto, $SE = k \times (SS + SG)$.

Por esto, si se tienen n puestos de trabajo, la superficie total es:

$$ST = n \times (SS + SG + SE)$$

En ese sentido, las dimensiones para el área se han estimado de la siguiente manera como se muestra en la Tabla 32:

Zona de carga y descarga: Esta área es una plataforma de estacionamiento para el camión a la espera de ser cargado o descargado. Se ha determinado que el área sea de 32 m².

Oficina administrativa: Actualmente en el área del proyecto se cuenta con un espacio de 25 m² y se encuentra en el segundo piso de lo que actualmente es la Planta Potable. A dicho espacio no se le da uso debido a que solo se cuenta con un operador en Planta Potable y realiza sus labores administrativas de forma manual. Por ello, solo bastaría acondicionar el espacio disponible para que el jefe de administración y el jefe de producción desempeñen sus labores y/o reuniones.

Pozo tubular: Actualmente este pozo existe en el área del proyecto y posee un área de 72.25 m². En este pozo se almacena agua potable que se comercializa, mediante cisternas, a distintas industrias.

Baños: Se ha determinado que los baños posean un área de 24 m² que cuente con duchas, urinarios y sanitarios. Serán usados por el personal administrativo y operativo de la planta.

La tabla 33 resume las dimensiones de las áreas:

Tabla 33. Dimensiones de las áreas

Nº	Nombre	Área (m ²)
1	Almacén de agua cruda	21.0
2	Almacén de insumos	24.0
3	Área de pre-lavado	20.0
4	Área de tratamiento y envasado	51.3
5	Almacén de producto terminado	55.0
6	Zona de carga y descarga	32.0
7	Oficina administrativa	25.0
8	Baños	24.0

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Diagrama de espacios. Teniendo en cuenta las dimensiones de las áreas y la metodología relacional, se ha definido los diagramas de bloques para las 3 opciones.

El área donde se encuentra, actualmente, la Planta Potable posee 80 x 60 m. En los diagramas de bloques no se visualizan el área de oficina administrativa (debido a que se ubican en el segundo nivel de la planta potable).

Las Figura 37, Figura 38 y Figura 39 muestran los diagramas de bloques para las 3 opciones. Cada cuadrado representa 1 m² y las áreas blancas son referenciales.

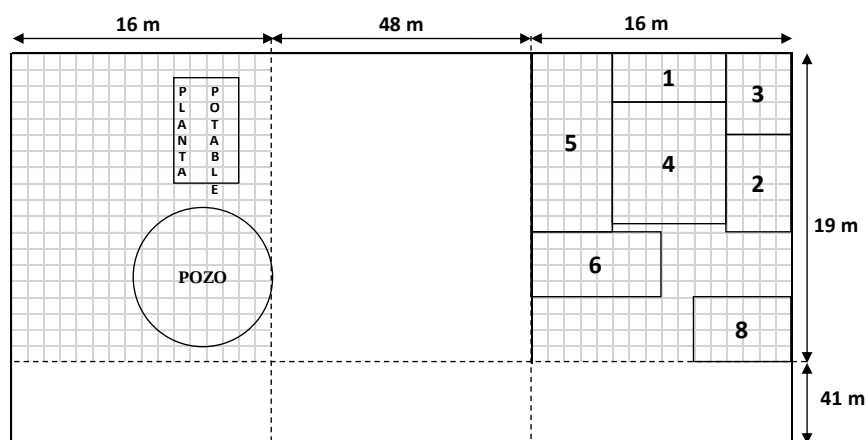


Figura 37. Diagrama de espacios - opción 1

Fuente: Elaboración propia

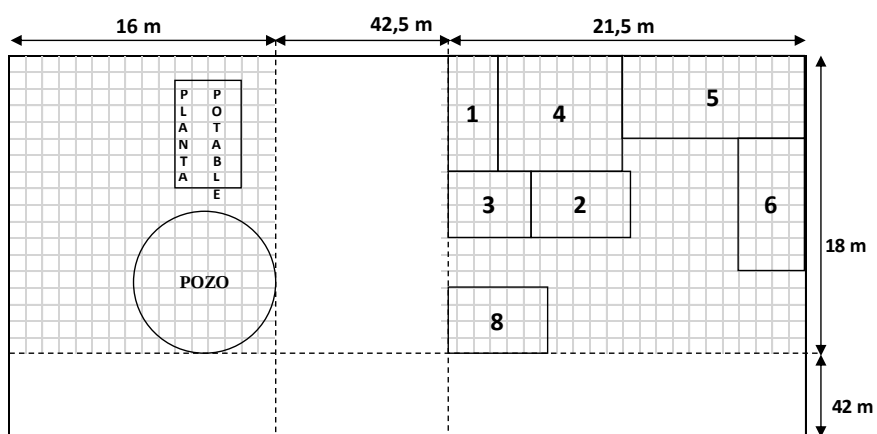


Figura 38. Diagrama de espacios - opción 2

Fuente: Elaboración propia

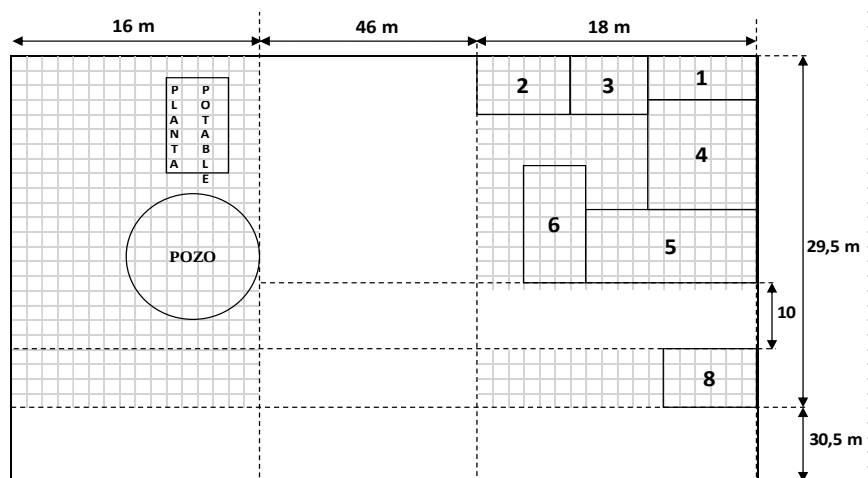


Figura 39. Diagrama de espacios - opción 3

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. Factores modificatorios y limitaciones prácticas. Para definir el área total para cada opción es necesario considerar lo siguiente:

- La planta debe estar a una distancia suficientemente alejada de la Planta Potable, para evitar interferencias en las operaciones de despacho de agua potable que se realizan actualmente.
- Los bordes de las secciones próximas deben estar alineadas en lo posible para dar mayor uniformidad al diseño de la planta.
- El área de tratamiento y envasado no debe tener, de preferencia, acceso directo al exterior para evitar que exista algún tipo de contaminación.
- Un cerco perimétrico para reducir el ingreso de polvo que se genera en la zona por el tránsito de cisternas que se abastecen de agua potable.
- Espacio adicional para maniobras del camión y debe estar dentro del cerco perimétrico.
- Espacio libre dentro del cerco perimétrico para una futura expansión de la planta (10 metros más a cada lado)
- Pasillos al borde de las áreas y no entre las mismas.

5.2.6. Evaluación de alternativas. Teniendo en cuenta los factores modificatorios y limitaciones prácticas, las alternativas a evaluar se muestran en las Figura 40, Figura 41 y Figura 42. La línea verde representa el cerco perimétrico que se debe construir.

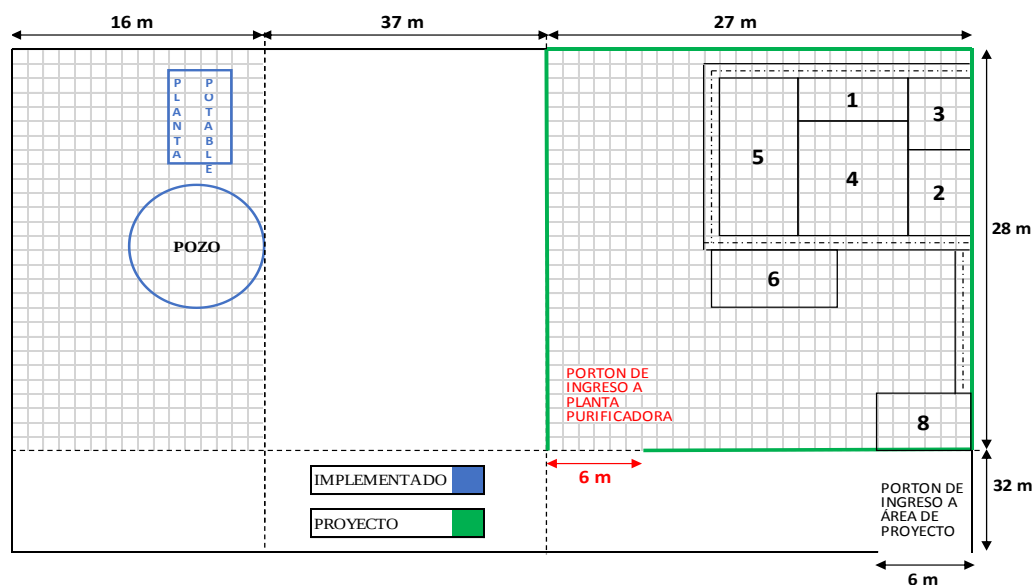


Figura 40. Layout - alternativa 1
Fuente: Elaboración propia

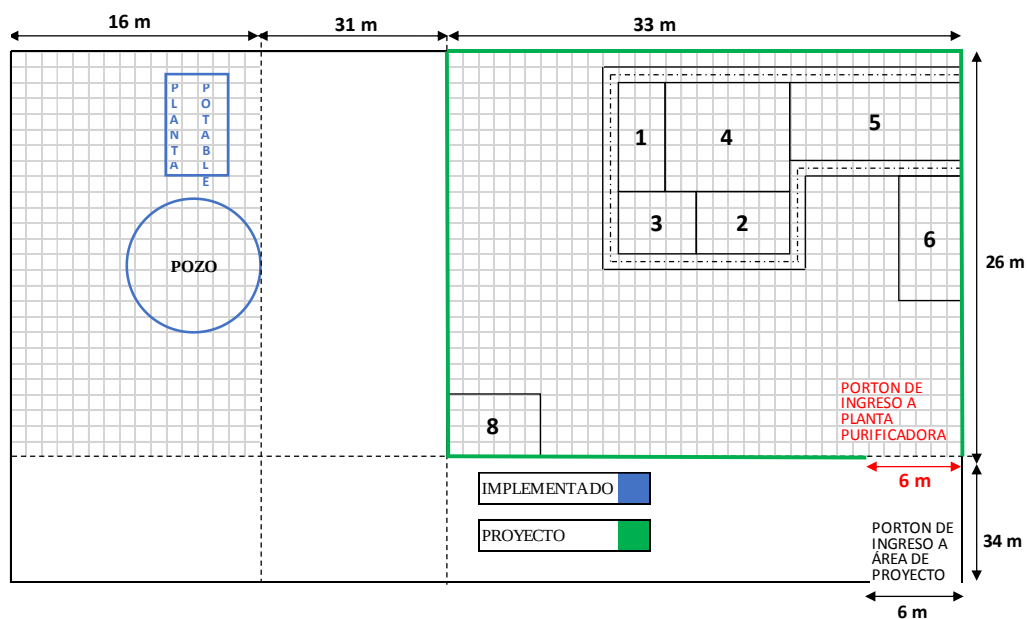


Figura 41. Layout - alternativa 2
Fuente: Elaboración propia

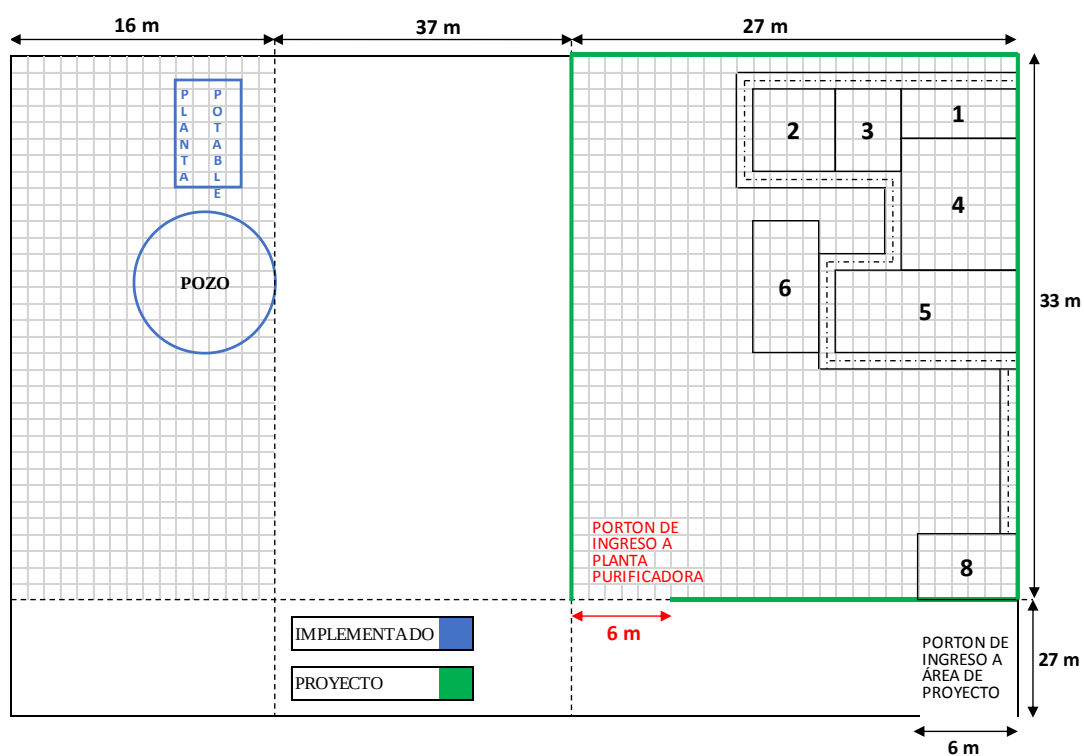


Figura 42. Layout - alternativa 3
Fuente: Elaboración propia

Para evaluar las alternativas, se ha usado el método de factores ponderados (ver Tabla 34), utilizando escalas de 0 a 10 para clasificar cada factor y obtener un puntaje según el peso asignado. Los factores que se han tenido en cuenta son los siguientes:

- Menor área
- Mayor distancia entre planta potable y planta de purificación
- Se ajusta mejor a interrelaciones
- Diseño más simplificado

Dichos criterios se han establecido recibiendo las sugerencias de los empresarios, considerando costos menores de inversión, evitar interferencias en las operaciones que actualmente se realizan y mejor operatividad.

Tabla 34. Método de factores ponderados para alternativas de layout

Factor	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje
Menor área total	35%	8	2.8	6	2.1	5	1.75
Mayor distancia entre Planta Potable y Planta Purificadora	25%	8	2	6	1.5	7	1.75
Se ajusta mejor a las interrelaciones	20%	6	1.2	6	1.2	7	1.4
Diseño más simplificado	20%	8	1.6	7	1.4	6	1.2
TOTAL	100%		7.6		6.2		6.1

Fuente: Elaboración propia

5.2.7. Elección de alternativa. De acuerdo con la evaluación de factores ponderados, la alternativa a elegir es la alternativa 1. El layout de la alternativa elegida se muestra en la Figura 43 y se muestran solo las áreas 1, 2, 3, 4 y 5.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Organización de la empresa

1. Organigrama de la empresa

La organización de la empresa se ha definido teniendo en cuenta que la operación no requiere de mucho personal, además, la empresa reuniría la característica de ser una pequeña empresa, por lo que el personal requerido debe ser acorde a las necesidades de ese tipo de empresa. En ese sentido, el organigrama definido para la empresa se muestra en la Figura 44.

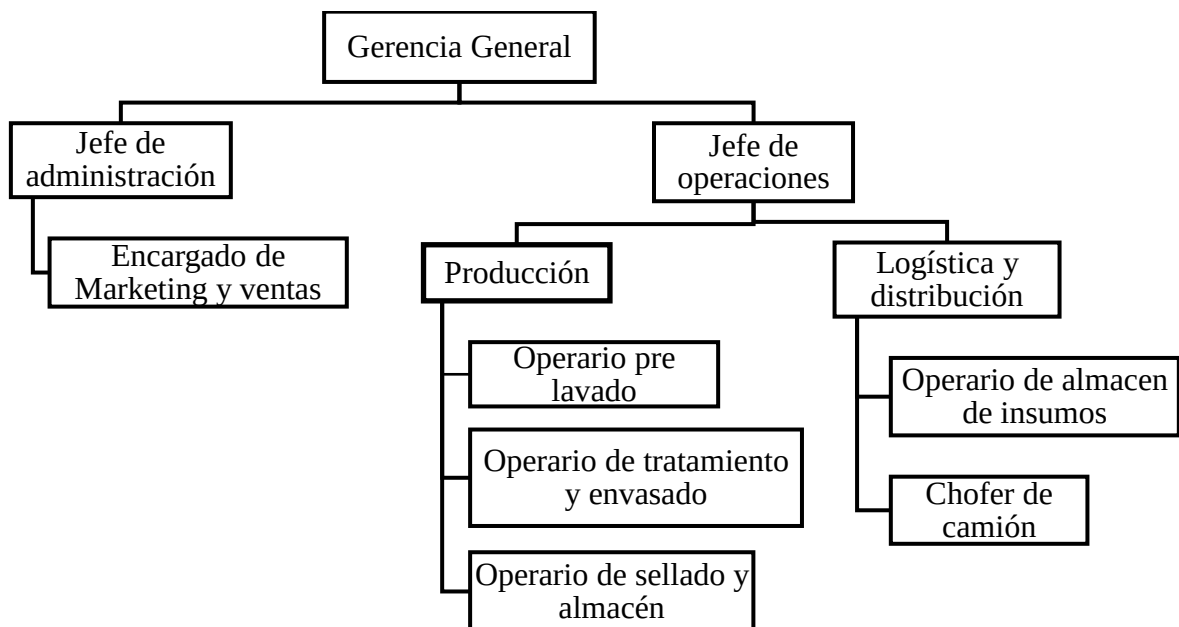


Figura 44. Organigrama de la empresa
Fuente: Elaboración propia

2. Personal necesario

Teniendo en cuenta el organigrama definido en el punto 5.1, se detallan las funciones que va a tener cada puesto, así como los requisitos necesarios para garantizar el buen funcionamiento de la organización.

Gerencia General

En el caso del presente proyecto, la gerencia general estará a cargo de uno de los socios del área y quién ha financiado las inversiones que se han hecho, hasta el momento, en el área. Esta gerencia será la encargada de asumir las siguientes funciones:

- Ser el representante de la empresa.
- Definir el plan estratégico de la organización en conjunto con el equipo de trabajo.
- Vigilar el cumplimiento de las actividades de las áreas.
- Vigilar el cumplimiento de metas y objetivos trazados.
- Analizar los estados financieros de la empresa.
- Evaluar inversiones necesarias de la empresa en infraestructura, maquinaria y equipos
- Ser responsable de la búsqueda del financiamiento para las inversiones que requiera la empresa.

Jefe de administración

Funciones:

- Determinar el presupuesto y la previsión de la demanda.
- Realizar y evaluar los estados financieros de la empresa y definir las inversiones con la dirección general.
- Encargado de realizar compras de la empresa.
- Realizar el pago de las remuneraciones.
- Supervisar las ventas.
- Realizar los pagos diversos de la empresa: servicios básicos, bancos, proveedores, etc.
- Reportar índices de desempeño a la dirección general.

Requisitos básicos:

- Profesional en Administración de empresas, Contabilidad, Ingeniería Industrial o afines.
- Experiencia: 2 años.

Jefe de operaciones

Funciones:

- Realizar el plan anual, mensual, semanal y diario de producción.
- Hacer el plan de mantenimiento y verificar su cumplimiento.
- Planificar el requerimiento de insumos y materiales.
- Programar y controlar la producción.
- Supervisar las operaciones de producción.
- Optimizar los procesos de la línea de producción.
- Asegurar el cumplimiento de las normas de calidad: BPM, HACCP, ISO 9001.
- Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad.
- Controlar el stock de almacén (insumos y producto terminado).
- Programar la distribución del producto terminado.
- Seguimiento de índices de desempeño del área y reporte a la dirección general.

Requisitos básicos:

- Profesional en Industrias Alimentarias, Ingeniería Industrial o afines.
- Experiencia 3 años.

Encargado de marketing y ventas

Funciones:

- Búsqueda de nuevos clientes (empresas, bodegas, supermercados, etc).
- Solicitar el despacho de producto.
- Realizar cotizaciones del producto.
- Emitir boletas de venta.
- Encargado de la publicidad del producto.
- Reportar índices de desempeño del área a la dirección general.

Requisitos básicos:

- Estudios universitarios al menos 3 años o técnicos.
- Estudios en Administración de empresas, Marketing o Ingeniería Industrial.
- Experiencia: 2 años.

Operadores (producción y distribución)

Funciones:

- Operar la maquinaria y equipo correspondiente al área de trabajo.
- Mantener limpio el área de trabajo.
- Realizar actividades que delegue el jefe de operaciones.

Requisitos básicos:

- Secundaria completa.
- Experiencia como operador en plantas de producción: 6 meses.

Chofer de unidad móvil (camión)

Funciones:

- Conducir la unidad móvil de distribución.
- Verificar el correcto mantenimiento de la unidad móvil.
- Distribuir el producto terminado con ayuda del operador de almacén de insumos.

Requisitos:

- Secundaria completa.
- Licencia de conducir: Categoría A2B.

3. Sueldos

Los sueldos se han estimado considerando el tamaño de la empresa y se muestran en la Tabla 35.

Tabla 35. Sueldos mensuales del personal

Puesto	Sueldo (S/.)
Gerente general	4 000
Jefe de administración	3 000
Jefe de operaciones	3 000
Encargado de marketing y ventas	1 800
Operadores de producción y distribución	1 200
Chofer	1 500

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6

Evaluación económica y financiera

1. Costos y presupuestos

1.1. Proyección de ventas. Como se dijo en el punto 4.1.2, el producto aumenta su demanda en tiempo de verano (40% definido para el proyecto). En tanto el precio se ha fijado teniendo en cuenta el mercado, y dado que nuestros clientes serían los distribuidores el precio se ha definido que sea de 5 nuevos soles. Además, debido a que el sector tiene tendencia a incrementar, se ha asumido que las ventas se incrementarían en 2% (considerando un panorama razonable) cada año.

Por lo dicho anteriormente, las ventas para el primer año se muestran en las Tabla 36 y Tabla 37, mientras que la proyección de ventas para los próximos 10 años se muestra en la Tabla 38.

Tabla 36. Proyección de ventas del primer año (bidones)

Periodo	Dic - Abr	May - Nov
Demanda diaria	556	397
Demanda periodo	83 400	83 370
Demanda anual	166 770	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Proyección de ventas del primer año (nuevos soles)

Bidones	Valor venta	Precio Venta	Valor Venta total	Precio Venta total	IGV
166 770	4.24	5	706 652.54	833 850.00	127 197.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Proyección de ingresos por ventas de los próximos 10 años

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Bid	166 770	170 105	173 507	176 977	180 517	184 127	187 810	191 566	195 397	199 305
S/.	833 850	850 525	867 535	884 885	902 585	920 635	939 050	957 830	976 985	996 525

Fuente: Elaboración propia

1.2. Inversión activo fijo. La inversión de activo fijo consta de maquinaria y equipo (MyE), materiales y la construcción del terreno. El detalle se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39. Inversión activo fijo

Item	Cantidad	Valor venta	Precio Venta	Valor venta total	Precio venta total	IGV	Vida útil (años)
MAQUINARIA Y EQUIPO							
Línea de producción (presurizadores, filtros, osmosis inversa, UV, Ozono, mesas de pre-lavado, lavado y llenado)	1	41 949.2	49 500.0	41 949.2	49 500.0	7 550.8	10
Tanques de almacenamiento	5	678.0	800.0	3 389.8	4 000.0	610.2	10
Banda transportadora	2	2 200.0	2 596.0	4 400.0	5 192.0	792.0	5
Pistola de sellado	2	186.0	219.5	372.0	439.0	67.0	5
Transpalletas	1	1 016.9	1 200.0	1 016.9	1 200.0	183.1	10
Camión	1	54 505.0	64 315.9	54 505.0	64 315.9	9 810.9	10
Total MyE				105 632.9	124 646.9	19 013.9	
MATERIALES							
Mesas de trabajo	4	508.5	600.0	2 033.9	2 400.0	366.1	5
Pallets	20	296.6	350.0	5 932.2	7 000.0	1 067.8	10
Anaqueles	5	508.5	600.0	2 542.4	3 000.0	457.6	10
Total Materiales				10 508.5	12 400.0	1 891.5	
TERRENO							
Construcción	1	127 118.6	150 000.	127 118.6	150 000.0	22 881.4	40
Total Construcción				127 118.6	150 000.0	22 881.4	
TOTAL INVERSION ACTIVOS				243 260.1	287 046.9	43 786.8	

Fuente: Elaboración propia

La depreciación de la maquinaria se detalla en el Anexo E.

1.3. Costos y gastos. Para determinar los costos, hay que tener en cuenta que el volumen de producción es diferente entre los periodos mayo – noviembre y diciembre – abril.

Los costos y gastos se han dividido en costos variables y costos fijos. Los costos variables lo constituyen: Insumos variables y la energía consumida por la maquinaria de producción. Los costos fijos lo constituyen: insumos fijos, mano de obra directa (MOD), mano de obra indirecta (MOI), combustible y otros servicios.

La Tabla 40 muestra el costo de los insumos para el primer año, las Tabla 41y Tabla 42 los costos de energía, la Tabla 43 los costos de MOD, la Tabla 44 los costos de MOI, la Tabla 45 los costos de combustible y la Tabla 46 los costos de otros servicios.

Tabla 40. Costos de insumos de producción

Item	Unidad	Cantidad	Valor venta	Precio Venta	Valor venta total	IGV	Total anual
Bidones	Unidad	1 920	12.7	15.00	24 406.8	4 393.2	28 800.0
Cápsulas	Millar	168	101.7	120.00	17 084.7	3 075.3	20 160.0
Etiquetas	Millar	34	339.0	400.00	11 525.4	2 074.6	13 600.0
termocontraibles	Millar	336	55.1	65.00	18 508.5	3 331.5	21 840.0
Sal industrial	Kilogramo	3 502	0.3	0.40	1 187.1	213.7	1 400.8
Detergente	Kilogramo	1 668	3.0	3.50	4 947.5	890.5	5 838.0
Insumos fijos (bidones)					25 593.9	4 606.9	30 200.8
Insumos variables (cápsulas, etiquetas, termocontraibles sal industrial y detergente)					52 066.1	9 371.9	61 438.0
TOTAL					77 660.0	13 978.8	91 638.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costo de energía mensual en el periodo diciembre-abril

Equipo	Cantidad	H oper/día	Pot (kW)	Consumo diario (kWh)	Consumo mes (kWh)	Costo kWh	Costo Mes(S/.)
Bomba succión	1	4.00	6.34	25.36	608.64	0.6538	397.93
Presurizador de agua cruda	1	14.10	0.63	8.88	213.19	0.6538	139.38
Presurizador de agua purificada	1	14.10	0.32	4.51	108.29	0.6538	70.80
OI	1	14.10	1.87	26.37	632.81	0.6538	413.73
UV	1	14.10	0.02	0.28	6.77	0.6538	4.42
Ozono	2	14.10	0.01	0.28	6.77	0.6538	4.42
Pistola	1	0.90	1.53	1.38	33.05	0.6538	21.61
TOTAL				67.06	1 609.51		1 052.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Costo de energía mensual en el periodo de mayo-noviembre

Equipo	Cantidad	H oper/día	Pot (kW)	Consumo diario (kWh)	Consumo mes (kWh)	Costo kWh	Costo Mes(S/.)
Bomba succión	1	3.10	6.34	19.65	432.39	0.6538	282.70
Presurizador de agua cruda	1	11.10	0.63	6.99	153.85	0.6538	100.58
Presurizador de agua purificada	1	11.10	0.32	3.55	78.14	0.6538	51.09
OI	1	11.10	1.87	20.76	456.65	0.6538	298.56
UV	1	11.10	0.02	0.22	4.88	0.6538	3.19
Ozono	2	11.10	0.01	0.22	4.88	0.6538	3.19
Pistola	1	0.70	1.53	1.07	23.56	0.6538	15.40
TOTAL				52.47	1 154.36		754.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Costo de mano de obra directa de producción

Cargo	Cantidad	Sueldo mes	Total Mes	Total Anual
Jefe producción	2	3 000.0	6 000.0	72 000.0
Operario	8	1 200.0	9 600.0	115 200.0
Chofer	2	1 500.0	3 000.0	36 000.0
TOTAL			18 600.0	223 200.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Costo de mano de obra indirecta

Cargo	Cantidad	Sueldo mes	Total Mes	Total Anual
Gerente General	1	4 000.0	4 000.0	48 000.0
Jefe de administración	1	3 000.0	3 000.0	36 000.0
Encargado de MKT y ventas	1	1 800.0	1 800.0	21 600.0
TOTAL			8 800.0	105 600.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Costo de combustible para el camión

Item	Valor venta	IGV	Precio venta mes	Precio venta anual
Combustible	78 305.1	14 094.92	7 700.00	92 400.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Costo de servicios y otros

Item	Valor venta	IGV	Precio venta mes	Precio venta anual
Luz, teléfono e internet	338.98	61.01	400.00	4 800.00
Alquiler oficina*	1 271.19	228.81	1 500.00	18 000.00
Luz, teléfono e internet de oficina	338.98	61.01	400.00	4 800.00
Otros gastos	423.73	76.27	500.00	6 000.00
TOTAL			2 800.00	33 600.00

*Se considera el uso de una oficina ubicada en la ciudad de Sechura, para atender ventas, consultas, reclamos y cualquier información que el cliente desee saber

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la proyección de costos y gastos para los próximos 10 años se muestran en la Tabla 47.

Tabla 47. Proyección de costos para los próximos 10 años

Costo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costos variables										
Cápsulas	20 160.0	20 563.2	20 974.5	21 394.0	21 821.8	22 258.3	22 703.4	23 157.5	23 620.7	24 093.1
Etiquetas	13 600.0	13 872.0	14 149.4	14 432.4	14 721.1	15 015.5	15 315.8	15 622.1	15 934.6	16 253.3
termocontraibles	21 840.0	22 276.8	22 722.3	23 176.8	23 640.3	24 113.1	24 595.4	25 087.3	25 589.0	26 100.8
Detergente	5 838.0	5 954.8	6 073.9	6 195.3	6 319.2	6 445.6	6 574.5	6 706.0	6 840.1	6 977.0
Energía	10 544.5	10 755.4	10 970.5	11 190.0	11 413.8	11 642.0	11 874.9	12 112.4	12 354.6	12 601.7
Costos fijos										
Bidones	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0	28 800.0
Sal industrial	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8	1 400.8
MOD *	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223
	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
MOI *	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Mantenimiento	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7	12 464.7
Combustible camión	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0	92 400.0
Servicios y otros	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0	33 600.0
Depreciación *	15 472.7	15 472.7	15 472.7	15 472.7	15 472.7	14 111.5	14 111.5	14 111.5	14 111.5	14 111.5
* No sujetos a IGV										

1.4. Capital de trabajo. El capital de trabajo para iniciar las operaciones en la planta se ha definido que sea el costo de 1 mes de: insumos, combustible, salarios y otros gastos. El detalle se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48. Capital de trabajo

Item	Valor venta	Precio Venta
1 mes insumos	16 641.2	19 636.6
1 mes combustible	6 525.4	7 700.0
1 mes salarios	23 220.3	27 400.0
1 mes otros gastos	2 372.9	2 800.0
TOTAL	48 759.8	57 536.6

Fuente: Elaboración propia

1.5. Inversión del proyecto. Teniendo en cuenta la inversión de activo fijo y el capital de trabajo, la inversión para implementar la planta se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49. Inversión para el proyecto

Costos de inversión	Valor	Precio	IGV
Maquinaria y Equipo	105 632.9	124 646.9	19 013.9
Materiales	10 508.5	12 400.0	1 891.5
Terreno	127 118.6	150 000.0	22 881.4
Capital de trabajo	48 759.8	57 536.6	8 776.8
Total	292 019.9	344 583.4	52 563.6

Fuente: Elaboración propia

1.6. Financiamiento del proyecto. Como se ha dicho, el proyecto está dirigido a unos pequeños empresarios quienes se encargarán de la búsqueda del capital, sin embargo, se ha contemplado, en el presente documento, el financiamiento del proyecto en conjunto con una entidad bancaria por un periodo de 10 años y se detalla en la Tabla 50.

Tabla 50. Financiamiento del proyecto

Inversión	344 583.4
Préstamo (70%)	241 208.4
Recursos propios (30%)	103 375.0
TEA	10%
Años	10
Tasa de IR	30%

Año	Saldo inicial	Amortización	Interés	Cuota	Saldo final
1	241 208.4	15 134.7	24 120.8	39 255.6	226 073.7
2	226 073.7	16 648.2	22 607.4	39 255.6	209 425.5
3	209 425.5	18 313.0	20 942.5	39 255.6	191 112.5
4	191 112.5	20 144.3	19 111.2	39 255.6	170 968.2
5	170 968.2	22 158.7	17 096.8	39 255.6	148 809.4
6	148 809.4	24 374.6	14 880.9	39 255.6	124 434.8
7	124 434.8	26 812.1	12 443.5	39 255.6	97 622.8
8	97 622.8	29 493.3	9 762.3	39 255.6	68 129.5
9	68 129.5	32 442.6	6 812.9	39 255.6	35 686.9
10	35 686.9	35 686.9	3 568.7	39 255.6	0.00

	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Préstamo	241 208.4										
Amortización		-15 134.7	-16 648.2	-18 313.0	-20 144.3	-22 158.7	-24 374.6	-26 812.1	-29 493.3	-32 442.6	-35 686.9
Interés		-24 120.8	-22 607.4	-20 942.5	-19 111.2	-17 096.8	-14 880.9	-12 443.5	-9 762.3	-6 812.9	-3 568.7
Escudo fiscal		7 236.3	6 782.2	6 282.8	5 733.4	5 129.0	4 464.3	3 733.0	2 928.7	2 043.9	1 070.6
Neto	241 208.4	-32 019.3	-32 473.3	-32 972.8	-33 522.2	-34 126.5	-34 791.3	-35 522.5	-36 326.9	-37 211.7	-38 185.0

1.7. Estado de resultados. En la tabla 51 se muestra el estado de resultados, en la cual se muestra la proyección de ventas (en nuevos soles), los costos de producción y gastos de operación, y la utilidad neta para los próximos 10 años.

Tabla 51. Estado de resultados

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas	706 652.5	720 783.9	735 199.2	749 902.5	764 902.5	780 199.2	795 805.1	811 720.3	827 953.4	844 512.7
Costos Producción (Cto variable + MOD)	-309 796.1	-311 016.1	-312 260.5	-313 529.9	-314 824.6	-316 145.2	-317 492.2	-318 866.2	-320 267.7	-321 697.1
Depreciación	-15 472.7	-15 472.7	-15 472.7	-15 472.7	-15 472.7	-14 111.5	-14 111.5	-14 111.5	-14 111.5	-14 111.5
Utilidad Bruta	381 383.8	394 295.1	407 465.9	420 900.0	434 605.2	449 942.4	464 201.3	478 742.6	493 574.2	508 704.1
Gastos operativos (MOI, mto, Combustible, otros)	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0	-222 943.0
Utilidad operativa antes de impuestos e intereses	158 440.8	171 352.1	184 523.0	197 957.0	211 662.3	226 999.5	241 258.4	255 799.7	270 631.3	285 761.1
Intereses	-24 120.8	-22 607.4	-20 942.5	-19 111.2	-17 096.8	-14 880.9	-12 443.5	-9 762.3	-6 812.9	-3 568.7
Utilidad operativa antes de impuestos	134 320.0	148 744.8	163 580.4	178 845.8	194 565.5	212 118.5	228 814.9	246 037.4	263 818.3	282 192.4
IR (30%)	-40 296.0	-44 623.4	-49 074.1	-53 653.7	-58 369.6	-63 635.6	-68 644.5	-73 811.2	-79 145.5	-84 657.7
Utilidad neta	94 024.0	104 121.3	114 506.3	125 192.0	136 195.8	148 483.0	160 170.4	172 226.2	184 672.8	197 534.7

Fuente: Elaboración propia

2. Flujo económico y financiero

Teniendo en cuenta los costos y gastos del proyecto se realiza el flujo de IGV (ver Tabla 52) y luego se realiza el flujo de caja como se muestra en la tabla 53.

Tabla 52. Flujo de IGV

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
IGV Ingresos		-127 197.5	-129 741.1	-132 335.8	-134 982.5	-137 682.5	-140 435.8	-143 244.9	-146 109.7	-149 031.6	-152 012.3
IGV Egresos	52 563.6	36 709.0	36 928.6	37 152.6	37 381.1	37 614.2	37 851.9	38 094.3	38 341.6	38 593.9	38 851.2
Diferencia	52 563.6	-90 488.4	-92 812.5	-95 183.2	-97 601.3	-100 068.3	-102 584.0	-105 150.6	-107 768.0	-110 437.7	-113 161.1
Crédito fiscal	52 563.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IGV a pagar		-37 924.9	-92 812.5	-95 183.2	-97 601.3	-100 068.3	-102 584.0	-105 150.6	-107 768.0	-110 437.7	-113 161.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Flujo económico – financiero

	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión											
Activo Fijo	-287 046.9										
Capital de trabajo	-57 536.6										
Operación											
Ingresos	0	833 850.0	850 525.0	867 535.0	884 885.0	902 585.0	920 635.0	939 050.0	957 830.0	976 985.0	996 525.0
Egresos producción	0	-325 383.3	-326 823.0	-328 291.4	-329 789.3	-331 317.0	-332 875.3	-334 464.8	-336 086.1	-337 739.8	-339 426.6
Gastos	0	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7	-244 064.7
Impuesto a la renta	0	-47 532.3	-51 405.6	-55 356.9	-59 387.1	-63 498.7	-68 099.8	-72 377.5	-76 739.9	-81 189.4	-85 728.3
IGV	0	-37 924.9	-92 812.5	-95 183.2	-97 601.3	-100 068.3	-102 584.0	-105 150.6	-107 768.0	-110 437.7	-113 161.1
Flujo de caja económico	-344 583.4	178 944.9	135 419.2	144 638.8	154 042.6	163 636.3	173 011.1	182 992.4	193 171.3	203 553.4	214 144.3
Flujo de caja operativo	0	194 417.6	150 891.9	160 111.5	169 515.3	179 109.0	187 122.7	197 103.9	207 282.8	217 664.9	228 255.8
Financiamiento neto	241 208.4	-32 019.3	-32 473.3	-32 972.8	-33 522.2	-34 126.5	-34 791.3	-35 522.5	-36 326.9	-37 211.7	-38 185.0
Flujo de caja financiero	-103 375.0	146 925.5	102 945.9	111 666.0	120 520.4	129 509.8	138 219.9	147 469.9	156 844.4	166 341.7	175 959.3

Fuente: Elaboración propia

3. Análisis económico y financiero

Luego de realizar el flujo de caja económico se ha estimado el valor actual neto del proyecto (VAN) considerando el costo de capital de 10%, con lo cual resultó de S/. 696 066.66, lo que significa que el proyecto es rentable y es una buena oportunidad para invertir.

Por otro lado, el TIR resultó 46%, lo que significa que el proyecto genera una tasa de rentabilidad que es mayor al costo de capital (que en teoría era la tasa mínima que se esperaba ganar), por ello, se puede decir que es rentable. Los resultados se muestran en la Tabla 54.

Tabla 54. VAN y TIR del proyecto

Costo de capital	10%
VAN	S/ 696 066.6
TIR	46%

Fuente: Elaboración propia

4. Punto de equilibrio

Para cubrir los costos fijos y variables del proyecto, es decir alcanzar el punto de equilibrio, es necesario vender 108 894 bidones en el año, que equivale a S/. 653 360.3, como se muestra en la tabla 55.

Tabla 55. Punto de equilibrio del proyecto

COSTO VARIABLE UNITARIO (Cvu)			
	Cto (S/)	Cvu (S)	
Insumos variables	61 438.0	0.37	
Energía	10 544.5	0.06	
Total	71 982.5	S/ 0.43	
COSTO FIJO TOTAL (CFT)		PRECIO DE VENTA	
	Cto (S/)	Pv	S/ 5.00
Insumos fijos	30 200.8	PUNTO DE EQUILIBRIO $Pe = CFT/(Pv-Cvu)$	
MOD	223 200.0		
MOI	105 600.0		
Mantenimiento	12 464.7		
Combustible camión	92 400.0		
Servicios y otros	33 600.0	Pe (Unidades)	108 893.4
Total	497 465.5	Pe (S/)	653 360.3

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 7

Estudio de factibilidad

1. Viabilidad técnica

Como se ha visto en el punto 3.4, la materia prima (agua cruda) ha sido sujeta a muestras de análisis antes y después del proceso de potabilización, con lo que efectivamente se ha comprobado que cumple con los requisitos necesarios para ser tratada y vendida al público para su consumo. Así mismo, se cuenta con la cantidad suficiente de materia prima para poder producir según el diseño de la planta que se describe en el capítulo 4.

El proceso que se ha definido para el tratamiento del agua contempla una serie de mecanismos capaces de retirar sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, además de mejorar el sabor, color y olor del agua de manantial, con lo cual se garantiza que la calidad del producto sea inocua.

En ese sentido, la maquinaria y equipo necesario para llevar a cabo el proceso con las necesidades tanto de calidad, como de producción estimadas a partir del estudio de la demanda consta de:

- Filtros (arena, carbón, suavizador, pulidor)
- Ósmosis Inversa
- Desinfección (Ozono y UV)

Dicha maquinaria se puede encontrar tanto en el mercado nacional como internacional.

Por otro lado, la localización del punto de extracción de la materia prima se encuentra en un área que tiene una extensión suficiente para implementar la planta y se encuentra muy cerca de la ciudad de Sechura, que es el mercado que se pretende satisfacer. El área necesaria para el proyecto se ha estimado en 756 m².

Por lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que, desde el punto de vista técnico, la planta de producción de agua de mesa puede ser implementado en la provincia de Sechura.

2. Viabilidad legal

En cuanto a la materia prima, se debe cumplir con los requisitos de calidad de los artículos 60, 61 y 62 del Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (DIGESA, 2011), que como ya se ha dicho en el punto 7.1, el agua del manantial ubicado en el área de interés lo cumple.

Actualmente se tiene licencia por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la cual garantiza que se extraiga agua del manantial de manera exclusiva, sin que ningún otro usuario pueda extraer, mínimo, a una distancia de 1 500 metros a la redonda.

En cuanto a la licencia de funcionamiento, su obtención se basa en la Ley N° 28976, que como indica en el artículo 4: Están obligadas a obtener licencia de funcionamiento las personas jurídicas de derecho privado, incluyendo empresas que desarrollen actividades industriales, de manera previa a la apertura o instalación de sus establecimientos.

La evaluación por parte de la municipalidad según el artículo 6 consiste en:

- Zonificación y compatibilidad.
- Condiciones de seguridad de la edificación.

Así mismo, dentro de los requisitos para solicitar la licencia de funcionamiento, según el artículo 7 son:

- a) Solicitud de Licencia de Funcionamiento con carácter de Declaración Jurada que incluya número de RUC y DNI del representante legal de la persona jurídica.
- b) Declaración jurada del representante legal señalando que su poder se encuentra vigente.
- c) Declaración Jurada de cumplimiento de las condiciones de seguridad en la edificación.
- d) Declaración Jurada de contar con autorización sectorial respectiva en caso de actividades que conforme a Ley requieran de manera previa al otorgamiento de licencia de funcionamiento.

En ese sentido, considerando que en el área ya se potabiliza agua y por tanto se tiene los permisos correspondientes de ANA y DIGESA, no habría mayores problemas para que la municipalidad expida la licencia de funcionamiento.

Teniendo en cuenta los requerimientos mencionados, su cumplimiento no es difícil dado que se trata de trámites que se pueden realizar siguiendo las pautas que las instituciones competentes demanden, por ello se puede decir que el proyecto es viable desde el punto de vista legal.

3. Viabilidad socioeconómica

La implementación de la planta goza de aceptación social, dado que se trata de una alternativa para satisfacer un mercado que actualmente está insatisfecho con el suministro de agua pública (actualmente en Sechura se abastece a la población con 2 horas de agua potable al día).

La implementación de la planta, además, supone una fuente de empleo para mano de obra calificada y no calificada de la localidad, por ello resulta beneficioso tanto para el personal que se requiera en la planta, como también para los agentes involucrados en la comercialización del producto (tiendas, supermercados, empresas, etc). Y, además, supone también la inversión del capital de microempresarios de la ciudad de Sechura que contribuya a generarles una fuente de ingresos.

Como se dijo en el punto 2.1, el sector va a crecer en los próximos años debido a la tendencia en el consumo de alimentos saludables y a la sustitución de bebidas azucaradas (Maximixe, 2019). Esto se refleja en la Figura 45, que muestra el crecimiento en la producción de agua de mesa del 2012 al 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, s.f.)

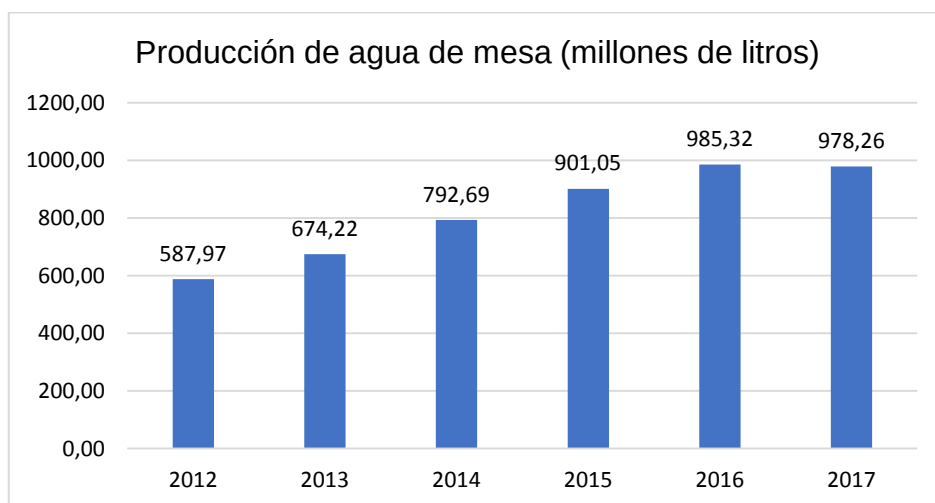


Figura 45. Producción de agua de mesa a nivel nacional.
Fuente: Ministerio de la Producción

Por ello, se puede decir que la planta de producción de agua de mesa tendrá licencia social y será un proyecto rentable (dados su VAN y TIR positivos).

4. Viabilidad ambiental

Para el proceso de purificación del agua se generan residuos de agua concentrada (agua con sólidos e impurezas que rechaza el proceso de ósmosis inversa), sin embargo, no representa ningún impacto considerable si en la implementación de la planta se consideran conexiones adecuadas que deriven estos residuos. Por lo demás, el proceso para el tratamiento del agua, en general, no contempla ningún tipo de impacto considerable para el medio ambiente.

El área a donde está dirigido el proyecto es un terreno que tiene bosques secos alrededor, sin embargo, el diseño de la planta considera el cerco perimétrico de un área de 27 x 28 metros, como se ve en la figura 40 (alternativa elegida), para poder cumplir con el punto 3.3.1 (Localización y accesos). De esta manera, se evita la exposición, del producto o los procesos, a algún tipo de contaminación.

Como se ha mencionado en el punto 3.3.2, la implementación de la planta deberá contemplar el uso de las buenas prácticas de manufactura dentro de las cuales se puede destacar:

- Disposición de residuos líquidos.
- Disposición de residuos sólidos.
- Programas de limpieza y desinfección.
- Control de plagas.

Por esto, se puede decir que el proyecto de la planta de producción en Sechura es viable ambientalmente al no producir impactos considerables.

Conclusiones

- Sechura presenta buenas condiciones para la implementación de la planta, dado que hay demanda insatisfecha del producto, disponibilidad de materia prima, mano de obra y facilidad para la distribución del producto.
- Las barreras de entrada no son muy altas, debido a que la inversión no es muy elevada y se cuenta con materia prima suficiente, además, las marcas top concentran su mayor fuerza de ventas en presentaciones pequeñas, que son diferentes al producto del presente proyecto.
- El diseño de la planta contempla el cumplimiento del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano, las buenas prácticas de manufactura y la norma ISO 9001:2015.
- El proceso considerado en el diseño (ósmosis inversa) puede tratar las características microbiológicas y organolépticas de la materia prima, para transformarla en un producto de consumo humano. Por otro lado, el pretratamiento (mediante el sistema de filtros) de la materia prima sirve para alargar la vida del equipo de ósmosis inversa.
- El proceso es semi automático y considera procesos de pretratamiento, purificación, envasado y sellado.
- La capacidad de extracción de materia prima, actualmente, alcanza para atender a la planta de producción de agua de mesa sin desabastecer a la planta de agua potable que opera actualmente. Por otro lado, la capacidad instalada que se ha estimado para la planta de producción de agua de mesa alcanzará para satisfacer la demanda durante todo el año (incluso el aumento de la demanda en tiempo de verano).
- La disposición en planta se obtuvo aplicando la metodología de interrelaciones, teniendo en cuenta razones de proximidad, así como también aplicando el método de Guerchet para estimar el espacio que necesitan las áreas, a partir de las dimensiones de máquinas y requerimiento de espacio para la producción y personal.
- La planta considera la construcción de 6 áreas y un cerco perimétrico, con un área total de 756 metros cuadrados.
- El precio del producto que se ha considerado es competitivo en el mercado local.

- El proyecto requiere una inversión de S/. 344 583.00, tiene un VAN de S/. 696 066.6 y una TIR de 46%, además la recuperación del dinero se dará en 2.2 años (payback), lo que significa el proyecto es rentable
- El producto tiene aceptación en el mercado local, dado que se trata de un producto elaborado localmente, además el proyecto creará fuentes de trabajo en la localidad y significa una buena oportunidad de inversión para unos pequeños empresarios. En ese sentido, se puede afirmar que el proyecto cuenta con viabilidad técnica, legal, socioeconómica y ambiental, por lo que es factible ponerlo en marcha.

Recomendaciones

- Incurrir en el negocio de agua embotellada, dado que el proceso de producción no es difícil, hay materia prima disponible y el consumo del producto está en crecimiento.
- Definir estrategias de marketing para competir en todo el mercado de agua embotellada en la provincia.
- Hacer un plan anual de mantenimiento.
- Hacer el plan anual de seguridad y salud en el trabajo conforme lo manda la ley.
- Realizar estudios de mercado dirigido a las presentaciones más pequeñas del producto (botellas de 0.5 L, 1 L, etc.).

Referencias Bibliográficas

- Advisera. (2017). www.info.advisera.com. Obtenido de https://info.advisera.com/hubfs/9001Academy/9001Academy_FreeDownloads/ES/Checklist_of_ISO_9001_2015_Mandatory_Documentation_ES.pdf
- Agua.org.mx. (30 de Marzo de 2017). www.agua.org.mx. Obtenido de www.agua.org.mx: <https://agua.org.mx/tecnologias-del-agua/#etapas-del-proceso-de-potabilizacion>
- Aguapedia. (s.f.). www.elaguapotable.com. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
- ALIBABA. (s.f.). www.alibaba.com.
- Aquanovel. (Enero de 2013). www.aquanovel.com. Obtenido de <https://aquanovel.com/el-emp leo-de-zeolita-en-el-proceso-de-filtrado/>
- AQUARA. (s.f.). www.aquara.com.pe. Obtenido de <https://aquara.com.pe/productos/osmosis-inversa>
- Área ciencias. (s.f.). www.areaciencias.com. Obtenido de <https://www.areaciencias.com/ecologia/aguas-subterraneas.html>
- ASD. (s.f.). www.asdpure.com. Obtenido de <https://www.asdpure.com/wp-content/uploads/2019/06/Wonder-UV-E-Catalogue-compressed.pdf>
- Aular, A. (2017). www.lifeder.com. Obtenido de <https://www.lifeder.com/aguas-lenticas/>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (s.f.). <http://www.ana.gob.pe>. Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>
- BASA. (s.f.). www.basa.com.pe/. Obtenido de <http://www.basa.com.pe/basa-industrial/330-pallet-plastico-peru.html>
- Cajal, A. (2017). www.lifeder.com. Obtenido de <https://www.lifeder.com/aguas-loticas/>
- Carbotecnia. (s.f.). www.carbotecnia.info. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/producto/cartuchos-polyspun/>
- Casero Rodriguez, D. (2007). Módulo IV: Abastecimientos y Saneamientos Urbanos. Potabilización del agua. Madrid. Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf

- Comisión Codex Alimentarius. (2001). Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/CodexPeru/doc_comi_tec/CXS_227s.pdf
- Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública SAC. (2019). Perú: Población 2019.
- De León Barrios, E. F. (2009). Manual técnico sobre Buenas Practicas de Manufactura para empresas procesadoras de frutas de El Salvador. Santa Tecla, El salvador. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B2215E/B2215E.PDF>
- Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA]. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Lima. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Diseños y Soluciones Sostenibles [DSS]. SA. (2012). dss.com.ec. Obtenido de http://dss.com.ec/wp-content/uploads/2012/07/osmosis_inversa.pdf
- ECONET. (06 de Abril de 2017). www.econetdesatascos.com. Obtenido de <http://www.econetdesatascos.com/es/blog/fuentes-de-agua-natural/210>
- EcuRed. (2019). <https://www.ecured.cu/>. Obtenido de https://www.ecured.cu/Aguas_superficiales
- El Blog Ceupe. (s.f.). www.ceupe.com. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-desbaste.html>
- Fan del agua. (2017). www.fandelagua.com. Obtenido de <https://fandelagua.com/fuentes-naturales-de-agua/>
- filtrosagua.net. (s.f.). www.filtrosdeagua.net. Obtenido de <http://www.filtrosdeagua.net/mantenimiento-purificadoras.php#>
- Guerrero Gallego, L., & Sanz Ataz, J. (s.f.). Nanofiltración aplicada a la eliminación de compuestos orgánicos de aguas superficiales con destino a consumo humano. Obtenido de <http://www.veoliawatertechnologies.es/vwst-iberica/ressources/documents/1/6211,nanofiltracion.pdf>
- Hidritec. (s.f.). www.hidritec.com. Obtenido de <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-agua-potable-con-ozono>

- Hidroagua. (s.f.). [www.hidroagua.com.mx](http://www.hidroagua.com.mx/assets/filtroscatalogo.pdf). Obtenido de <https://www.hidroagua.com.mx/assets/filtroscatalogo.pdf>
- Hidroagua. (s.f.). [www.hidroagua.com.mx](http://www.hidroagua.com.mx/assets/suavizadorescatalogogeneral.pdf). Obtenido de <https://www.hidroagua.com.mx/assets/suavizadorescatalogogeneral.pdf>
- Hidroagua. (s.f.). [www.hidroagua.com.mx](http://www.hidroagua.com.mx/assets/osmosisinversa.pdf). Obtenido de <https://www.hidroagua.com.mx/assets/osmosisinversa.pdf>
- Inca Power. (s.f.). [www.incapower.com.pe](http://www.incapower.com.pe/p/camiones/forland-f400cb-f48cb/). Obtenido de <https://www.incapower.com.pe/p/camiones/forland-f400cb-f48cb/>
- INDUCAMP. (s.f.). [www.inducamp.pe](http://www.inducamp.pe/informacion/info2.pdf). Obtenido de <http://www.inducamp.pe/informacion/info2.pdf>
- INE. (2017). Censos Nacionales.
- Inga, C. (25 de Marzo de 2019). [www.elcomercio.pe](http://www.elcomercio.pe/economia/dia-1/mercado-aguas-embotelladas-aviva-tres-nuevas-marcas-noticia-619896). Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/mercado-aguas-embotelladas-aviva-tres-nuevas-marcas-noticia-619896>
- Ingeniero de caminos. (s.f.). [www.ingeniero-de-caminos.com](http://www.ingeniero-de-caminos.com/pozos-de-agua/). Obtenido de <https://ingeniero-de-caminos.com/pozos-de-agua/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). [www.webapp.inei.gob.pe](http://webapp.inei.gob.pe). Obtenido de <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>
- Laboratorio de Ingeniería Sanitaria. Universidad de Piura. (2015). Informe de ensayo N° 68/15. Piura.
- Leiva, M. R. (2015). Las 5 fuerzas de Porter - Clave para el éxito de la empresa. Obtenido de <https://www.5fuerzasdeporter.com/>
- Lenntech. (s.f.). [www.lenntech.com](http://www.lenntech.com/Data-sheets/Dow-Filmtec-XLE-4040.pdf). Obtenido de <https://www.lenntech.com/Data-sheets/Dow-Filmtec-XLE-4040.pdf>
- Lenntech. (s.f.). [www.lenntech.es](http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/que-es-desinfeccion.htm). Obtenido de <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/que-es-desinfeccion.htm>
- Luna Consultores. (2018). Censos 2017 - INEI. Principales resultados Región Piura. Obtenido de <http://lunaconsultores.com/wp-content/uploads/2019/02/Resultados-CENSO-2017-en-la-Regi%C3%B3n-Piura.pdf>

- Maldonado Yactayo, V. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría Tomo I. Capítulo 7: Sedimentación. Lima. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/siete.pdf>
- Maximixe. (7 de Marzo de 2019). www.alertaeconomica.com. Obtenido de <http://alertaeconomica.com/produccion-de-agua-embotellada-creceria-79-en-2019/>
- Mendoza Ibáñez, M. I. (2011). Criterios técnicos, sociales, economicos y ambientales de una planta desaladora. Mexico. Obtenido de <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=7980>
- Merinsa. (s.f.). www.merinsa.com. Obtenido de http://www.merinsa.com/pdf/industriales/equipos/FiltroMultimediaMerinsacSimple_Magnum.pdf
- Museo de Ciencia Koshland de la National Academy of Sciences. (s.f.). www.koshland-science-museum.org. Obtenido de <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/About/index.html>
- Ordoñez Galvez, J. J. (2011). Cartilla Técnica: Aguas subterráneas-Acuíferos. Lima: Sociedad Geográfica de Lima. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2002). Agua y Cultivos, logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/Y3918S/y3918s00.htm#TopOfPage>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Norma Internacional ISO 9001:2015. Ginebra. Obtenido de <https://www.bps.gub.uy/bps/file/13060/1/normativa-internacional-iso-9001.2015.pdf>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. Ginebra. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- Ortega, J. M. (2001). La Ósmosis Inversa como proceso de potabilización en España. Madrid. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/centroa22/Ponencia31.pdf>
- Panachlor SA. (s.f.). www.panachlor.com. Obtenido de [http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-\(TDS\)-Electroconductividad-\(EC\).pdf](http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-(TDS)-Electroconductividad-(EC).pdf)

- Pentax Pedrollo. (s.f.). [www.pentaxpedrollo.com. Obtenido de http://www.pentaxpedrollo.com/pentax/multietapicas/electrobomba-pentax-ultra-noryl](http://www.pentaxpedrollo.com/pentax/multietapicas/electrobomba-pentax-ultra-noryl)
- Perú Retail. (16 de Abril de 2018). [www.peru-retail.com. Obtenido de https://www.peru-retail.com/consumo-agua-embotellada-gaseosas/](https://www.peru-retail.com/consumo-agua-embotellada-gaseosas/)
- Puritronic. (s.f.). [www.purificadorasdeagua.mx. Obtenido de http://www.purificadorasdeagua.mx/wp-content/uploads/2018/06/Transportador-rodillos-3mts.pdf](http://www.purificadorasdeagua.mx/wp-content/uploads/2018/06/Transportador-rodillos-3mts.pdf)
- Quiminet. (2012). [www.quiminet.com. Obtenido de https://www.quiminet.com/articulos/los-mejores-sistemas-de-filtracion-de-agua-2662440.htm](https://www.quiminet.com/articulos/los-mejores-sistemas-de-filtracion-de-agua-2662440.htm)
- SAMSA. (2008). [www.elaguapotable.com. Obtenido de http://www.elaguapotable.com/Proceso%20potabilizaci%C3%B3n\(Sansa\).pdf](http://www.elaguapotable.com/Proceso%20potabilizaci%C3%B3n(Sansa).pdf)
- SODIMAC Homecenter. (2019). [www.sodimac.com.pe. Obtenido de https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1406442/Tanque-de-Agua-2500-L/1406442?gclid=CjwKCAjw8ZHsBRA6EiwA7hw_sd0-gJxW5yPm8jCGh1uvARBdhOJMfkkq-MdFLP1WKzLm4LD4XNCavxoChzUQAvD_BwE&ef_id=CjwKCAjw8ZHsBRA6EiwA7hw_sd0-gJxW5yPm8jCGh1uvARBdhOJMfkkq-MdFLP1WKzL](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1406442/Tanque-de-Agua-2500-L/1406442?gclid=CjwKCAjw8ZHsBRA6EiwA7hw_sd0-gJxW5yPm8jCGh1uvARBdhOJMfkkq-MdFLP1WKzLm4LD4XNCavxoChzUQAvD_BwE&ef_id=CjwKCAjw8ZHsBRA6EiwA7hw_sd0-gJxW5yPm8jCGh1uvARBdhOJMfkkq-MdFLP1WKzL)
- SODIMAC Homecenter. (s.f.). [www.sodimac.com.pe. Obtenido de https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2218070/pistola-de-calor-1800w](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2218070/pistola-de-calor-1800w)
- Sodimac. (s.f.). [www.sodimac.com.pe. Obtenido de https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2671891/transpaleta-manual-cby30l](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2671891/transpaleta-manual-cby30l)
- Todo agua. (s.f.). [www.purificadoragua.tododeagua.mx. Obtenido de https://www.purificadoragua.tododeagua.mx/filtro/purificadores-de-aire-generator-de-ozono-ionizador-desodorizador-para-aire-y-agua-gl-2186-hidrotek.html](https://www.purificadoragua.tododeagua.mx/filtro/purificadores-de-aire-generator-de-ozono-ionizador-desodorizador-para-aire-y-agua-gl-2186-hidrotek.html)
- Ubicome. (s.f.). [www.ubicome.pe. Obtenido de https://www.ubicome.pe/empresa/spring-agua-de-mesa-piura-7942](https://www.ubicome.pe/empresa/spring-agua-de-mesa-piura-7942)
- Ultravioleta purificación. (s.f.). [www.ultravioletapurificacion.com. Obtenido de http://ultravioletapurificacion.com/pdf/12_Lavadoras_y_llenadoras/LISTA%20PRECIOS%20LAV.%20Y%20LLENADORA.pdf](http://ultravioletapurificacion.com/pdf/12_Lavadoras_y_llenadoras/LISTA%20PRECIOS%20LAV.%20Y%20LLENADORA.pdf)
- Vieira, M. J. (2002). Protección y captación de pequeñas fuentes de agua. El Salvador. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/recnat/laderas/protec/1.pdf

Wikipedia. (s.f.). www.es.wikipedia.org. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno

Wikiwater. (s.f.). www.wikiwater.fr. Obtenido de <https://wikiwater.fr/e28-los-diversos-tipos-de-pozos-y>

Anexos

Anexo A. Agentes patógenos sugeridos como posibles causas de enfermedades

Microorganismo	Tipo de especie/género/grupo ^b	Prueba de transmisión a través del agua(o características epidemiológicas)	Presencia y comportamiento en el abastecimiento de agua	Resistencia al cloro ^c
Bacterias				
<i>Acinetobacter</i>	<i>A. calcoaceticus baumannii complex</i>	Problema posible en centros de salud (no gastrointestinales)	Común y puede multiplicarse	Baja
<i>Aeromonas</i>	<i>A. hydrophila</i>	Los aislamientos clínicos no coinciden con aislamientos ambientales	Común y puede multiplicarse	Baja
<i>Enterobacter</i>	<i>E. sakazakii</i>	Infección asociada con la fórmula infantil; no hay evidencia de transmisión por el agua	Improbable	Baja
<i>Helicobacter</i>	<i>H. pylori</i>	Se sugiere, pero no hay evidencia directa; la familia es la ruta primaria de transmisión	Detectado, sobrevive por tiempo limitado	Baja
<i>Klebsiella</i>	<i>K. pneumoniae</i>	Problema posible en centros de salud (no gastrointestinales)	Puede multiplicarse	Baja
<i>Leptospira</i>	<i>L. interrogans</i>	No hay pruebas de transmisión a través de la ingesta de agua potable. Se propaga principalmente por contacto con agua superficial contaminada; brotes asociados con inundaciones	Puede sobrevivir meses en el agua	Baja
<i>Pseudomonas</i>	<i>P. aeruginosa</i>	Problema posible en centros de salud (no gastrointestinales)	Común y puede multiplicarse	Moderada
<i>Staphylococcus</i>	<i>S. aureus</i>	No hay pruebas de transmisión a través del agua potable; las manos son la fuente más importante	Común y puede multiplicarse	Moderada
<i>Tsukamurella</i>	<i>T. paurometabola</i>	Problema posible en centros de salud (no gastrointestinales)	Común y puede multiplicarse	Desconocida
<i>Yersinia</i>	<i>Y. enterocolitica</i>	Las especies detectadas en agua probablemente no son patógenas; los alimentos son la fuente primaria	Común y puede multiplicarse	Baja
Virus				
Filoviridae	Virus del Ebola	No hay pruebas de transmisión a través del agua potable	Improbable	Baja

Microorganismo	Tipo de especie/género/grupo ^b	Prueba de transmisión a través del agua(o características epidemiológicas)	Presencia y comportamiento en el abastecimiento de agua	Resistencia al cloro ^c
Orthomyxoviridae	Virus de la influenza	No hay pruebas de transmisión a través del agua	Improbable	Baja
Coronaviridae	Síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus (SARS)	Hay algunas pruebas de transmisión por inhalación de gotitas	Improbable	Desconocida
Picornaviridae/ Kobuvirus	Aichivirus	Presente en residuos fecales, aguas residuales y algunas veces en agua potable contaminada	Probable en agua contaminada con heces	Moderada
Protozoos				
<i>Balantidium</i>	<i>B. coli</i>	Se reportó un brote en 1971	Detectado	Alta
<i>Blastocystis</i>	<i>B. hominis</i>	Prueba plausible, pero limitada	Desconocido, probable persistencia ^d	Alta
<i>Isospora</i>	<i>I. belli</i>	Plausible, pero no hay pruebas	Desconocido	Alta
Microsporidia	–	Prueba plausible, pero limitada; las infecciones ocurren predominantemente en personas con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida)	Detectado, probable persistencia	Moderada
Toxoplasma	<i>T. gondii</i>	Se reportó un brote en 1995	Larga	Alta
Helminthos				
<i>Fasciola</i>	<i>F. hepatica</i> <i>F. gigantica</i>	Plausible, detectada en aguas de regiones hiperendémicas	Detectada	Alta
Nematodos de vida libre (que no son <i>Dracunculus medienensis</i>)	–	Plausible, pero la transmisión se asocia principalmente con los alimentos o el suelo	Detectados y pueden multiplicarse	Alta
<i>Schistosoma</i>	<i>S. mansoni</i> <i>S. japonicum</i> <i>S. mekongi</i> <i>S. intercalatum</i> <i>S. haematobium</i>	No hay pruebas de transmisión a través de la ingesta de agua potable. Se disemina principalmente por contacto con agua superficial contaminada en comunidades con acceso insuficiente al agua potable segura	El ciclo de vida involucra a huéspedes animales y caracoles; pueden ser liberados en el agua después de la reproducción en caracoles de agua dulce	Moderada

^a Más información sobre estos y otros agentes patógenos se presenta en el Capítulo 11.

^b Las especies listadas (por ej., *H. pylori*) son las más comunes asociadas a la transmisión por el agua, pero otras especies también pueden causar enfermedades.

^c La resistencia se basa en una inactivación del 99% a 20 °C, en la que, generalmente, baja representa un Ct₉₉ de < 1 min.mg/L, moderada de 1-30 min.mg/L y alta > 30 min.mg/L (donde C = la concentración de cloro libre en mg/L y t = tiempo de contacto en minutos) en las siguientes condiciones: en la etapa infecciosa los agentes patógenos están suspendidos libremente en el agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales y pH entre 7 y 8. Cabe señalar que los organismos que sobreviven y crecen en biopelículas, como *Legionella* y micobacterias, no serán eliminados con la cloración.

^d La persistencia significa la sobrevivencia por 1 mes o más

Fuente: (OMS, 2018)

Anexo B. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Fuente: (DIGESA, 2011, pp 40-42)

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroeteno	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolaclo	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Clorpirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Fuente: (DIGESA, 2011, pp 40-42)

Anexo C. C1. Resultados de análisis de agua fuente

 UNIVERSIDAD DE PIURA Facultad de Ingeniería	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 097		
INFORME DE ENSAYO N° 179 /17		
Pág. 1 de 7		
Solicitante	:	Ramos de María S.A.C.
Domicilio legal	:	Calle Bolívar 318-Sechura
Solicitud de ensayo(s)	:	Cotización N° 317/17 (R)
Cantidad de muestras	:	1
Producto(s) descrito(s) como	:	Agua para uso y consumo humano-Agua potable
Observación de la(s) muestra(s)	:	Muestras colectadas por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (Instructivo para la Toma, Conservación y Transporte de muestras I-19-01)
Cantidad de muestra para ensayo(s)	:	Aproximadamente 9,25 L
Forma de presentación	:	Botellas de plástico y de vidrio, en buenas condiciones
Fecha de recepción de la(s) muestras(s)	:	14/09/2017
Fecha de inicio de ensayo(s)	:	14/09/2017
Fecha de fin de ensayo(s)	:	26/09/2017
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).
Código: R-22-01		Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
 Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353
 Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihs@udep.pe / www.udep.edu.pe

 UNIVERSIDAD DE PIURA Facultad de Ingeniería	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 097
---	--	---

INFORME DE ENSAYO N° 179 /17

Pág. 2 de 7

Código de laboratorio	Lab 309/17
Código de cliente	M1
Fecha de muestreo	14/09/2017
Hora de muestreo	12:15 p.m.
Lugar de muestreo	Salida de Proceso de Potabilización
Coordenadas	17M 519443
Altitud(msnm)	9387019
Tipo de producto	3
	Agua para uso y consumo humano

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
Análisis y/o mediciones de campo^(C)			
Conductividad	µS/cm	---	2090
pH	Unidades de pH	---	7,4
Análisis Físicoquímicos			
(*) (**) Cianuro total	mg CN/L	0,002	0,005
(*) (**) Cloruro	mg Cl/L	0,287	426,3
(*) (**) Color	CU	0,4	< 0,4
(*) (**) Dureza	mg CaCO ₃ /L	0,0242	470,4
(*) (**) Fluoruros	mg F/L	0,005	0,53
(*) (**) Nitrato	mg NO ₃ /L	0,1679	2,9
(*) (**) Nitrito	mg NO ₂ /L	0,1316	0,81
Sólidos totales disueltos	mg Sólidos totales disueltos/L	3	1172
(*) (**) Sulfato	mg SO ₄ /L	0,3917	136,6
(*) (**) Turbidez	NTU	0,02	0,30
Análisis Microbiológicos			
Bacterias heterotróficas ^(I)	UFC/mL	1	97
Coliformes termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	1,1	< 1,1

Código: R-22-01
Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
 Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353
 Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihhs@udep.pe / www.udep.edu.pe



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**
Facultad de Ingeniería

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 097

INFORME DE ENSAYO N° 179 /17

Pág. 3 de 7

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
Análisis Microbiológicos			
Coliformes totales (NMP)	NMP/100 mL	1,1	< 1,1
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	1,1	< 1,1
(s), (ss) Análisis de Metales Pesados			
Aluminio total	mg/L	0,00251	0,00753
Antimonio total	mg/L	0,00004	< 0,00004
Arsénico total	mg/L	0,00009	0,00540
Bario total	mg/L	0,00012	0,06836
Berilio total	mg/L	0,00005	< 0,00005
Boro total	mg/L	0,00027	0,44205
Cadmio total	mg/L	0,00006	< 0,00006
Calcio total	mg/L	0,0080	71,3
Cobalto total	mg/L	0,00005	0,00015
Cobre total	mg/L	0,00005	0,00064
Cromo total	mg/L	0,00004	0,00035
Estaño total	mg/L	0,00006	0,00018
Estroncio total	mg/L	0,00006	1,3
Hierro total	mg/L	0,0033	0,0590
Litio total	mg/L	0,00004	0,00980
Magnesio total	mg/L	0,0010	70,9
Manganeso total	mg/L	0,00008	0,08972
Mercurio total	mg/L	0,00007	< 0,00007
Molibdeno total	mg/L	0,00004	0,01072
Niquel total	mg/L	0,00007	0,00026
Plata total	mg/L	0,00002	0,00007
Plomo total	mg/L	0,00005	0,00055
Potasio total	mg/L	0,0032	20,8
Selenio total	mg/L	0,0021	< 0,0021
Silicio total	mg/L	0,00039	12,8

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.

Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353

Tel.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihs@udep.pe / www.udep.edu.pe



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**
Facultad de Ingeniería

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 097

INFORME DE ENSAYO N°

179 /17

Pág. 4 de 7

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
(*) (**) Análisis de Metales Pesados			
Sodio total	mg/L	0,0055	268,1
Talio total	mg/L	0,00004	< 0,00004
Titanio total	mg/L	0,00013	0,00050
Vanadio total	mg/L	0,00005	0,00063
Zinc total	mg/L	0,0015	0,0320

Legenda: L.D.M. = Límite de detección del método

(*) Parámetros in situ

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL-DA**

(*) Incubado a 35 ± 0,5°C/48 horas, medio Plate Count Agar.

(**) Ensayo subcontratado (Ref. N° 000011037)

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353
Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihhs@udep.pe / www.udep.edu.pe



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**
Facultad de Ingeniería

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 097

INFORME DE ENSAYO N° 179 /17

Pág. 5 de 7

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Bacterias heterotróficas	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part. 9215 B, 22nd Ed.	Heterotrophic plate count. Pour Plate Method	2012
Cianuro total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C,E 22nd Ed.	Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method	2012
Cloruro	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4110 B, 22nd Ed.	Ion Chromatography Method	2012
Coliformes termotolerantes (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E (1, 2) 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2012
Coliformes totales (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B., 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	2012
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C 22nd Ed.	Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	2012
Conductividad (Medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A,B 22nd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2012
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 B, 22nd Ed.	Hardness by Calculation	2012
<i>Escherichia coli</i>	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 F1., 22nd Ed	Multiple Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)	2012
Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F ⁻ B, C, 22nd Ed.	Fluoride. Preliminary Distillation Step. Ion-Selective Electrode Method	2012
Metales pesados	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 3030 K, 3125 B 22nd Ed.	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	2012
Nitrato	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4110 B, 22nd Ed.	Ion Chromatography Method	2012

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353
Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihs@udep.pe / www.udep.edu.pe



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**
Facultad de Ingeniería

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 097

INFORME DE ENSAYO N° 179 /17

Pág. 6 de 7

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Nitrato	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4110 B, 22nd Ed.	Ion Chromatography Method	2012
pH (Medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ A,B 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method	2012
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 A y C , 22nd Ed.	Total Dissolved Solids Dried at 180°C	2012
Sulfato	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4110 B, 22nd Ed.	Ion Chromatography Method	2012
Turbidez	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2130 B 22nd Ed.	Turbidity. Nephelometric Method	2012

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353
Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihhs@udep.pe / www.udep.edu.pe



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**
Facultad de Ingeniería

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 097**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 097

INFORME DE ENSAYO N° 179 /17

Pág. 7 de 7

OBSERVACIONES

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente Informe de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
- El informe de ensayo o certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Piura, 26 de setiembre de 2017

Ing. Felipe Campos Yauce
C.I.P. 136871
Director de Calidad del LIS



Ing. Yuliana Mendoza Martínez
C.B.P. 9149
Supervisora de Área

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.

Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353

Telf.: (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198. RPM #297959 E-mail: lis-ihs@udep.pe / www.udep.edu.pe

C2. Resultados de análisis de agua potable

GOBIERNO REGIONAL DE PIURA
GERENCIA DE DESARROLLO SOCIAL
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE PIURA
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA

INFORME TECNICO N° 0246-2019-GOB.REG-PIURA-DRSP-43002012

PIURA, 19 DE JULIO DE 2019

SOLICITANTE: RAMOS DE MARIA S.A.C.
 DIRECCION LEGAL: CALLE SAN FRANCISCO N°118 - SECHURA
 MUESTRA: AGUA POTABLE
 PROCEDENCIA: PLANTA RAMOS DE MARIA S.A.C. - SECHURA
 CODIGO DE MUESTRA: 0429
 FECHA DE MUESTREO: 16 DE JULIO DE 2019
 PLAN DE MUESTREO: R.D. N°160-2015/DIGESA/SA
 FECHA DE EJECUCION DE ENSAYO: 16 DE JULIO DE 2019
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Grifo de Salida, después del Tratamiento.
 FECHA DE PRODUCCION: 16 DE JULIO DE 2019
 FECHA DE VENCIMIENTO: 16 DE JULIO DE 2019

ANÁLISIS ORGANOLEPTICOS

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACION	REFERENCIA	CONFORMIDAD
Olor	Aceptable	Aceptable	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Sabor	Aceptable	Aceptable	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME

ANÁLISIS FISICOS - QUIMICOS

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACION	REFERENCIA	CONFORMIDAD
Asíles y Grasas (mg/l)	7.64	6.5 - 8.5	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Color (Escala Pt/co) (UCV)	0.0	Máx. 0.5	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Cloro Residual Libre (mg/l)	1.0	Máx. 15	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Conductividad (us/cm)	1431	Máx. 0.9	D.S. N°031-2010-SA	NO CONFORME
Dureza Total (mg/l)	266.67	Máx. 1500	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	780	Máx. 500	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Cloruros (mg/l)	293.02	Máx. 1000	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Sulfatos (mg/l)	135.83	Máx. 250	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Turbiedad	0.38	Máx. 250	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
		Máx. 5	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME

Documento emitido en base a los resultados en nuestro laboratorio. La validez del presente documento es por tres (03) meses a partir de la fecha de emisión. Aplicable sólo para el producto y cantidades marcadas siempre y cuando se mantengan las mismas condiciones realizadas el muestreo. La muestra para determinación de esos productos se almacenará por tres (03) meses a partir de la fecha de realización del muestreo. Prohibida la reproducción total y/o parcial del presente documento.

AV. RAMÓN CASTILLA N° 373 - CASTILLA PIURA - TELÉFONO: 345116 - TELEFAX: 34-5656
E-mail: labpiura1@yahoo.es

GOBIERNO REGIONAL DE PIURA
GERENCIA DE DESARROLLO SOCIAL
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE PIURA
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA

INFORME TECNICO N° 0246-2019-GOB.REG-PIURA-DRSP-43002012

PIURA, 19 DE JULIO DE 2019

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACION	REFERENCIA	CONFORMIDAD
Enumeración de Bacterias Heterotróficas UFC/ml	< 1	5×10^2	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Recuento de Coliformes NMP/100ml	< 1.1	< 1.8	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Recuento de Coliformes Termotolerantes NMP/100ml	< 1.1	< 1.8	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Determinación de Escherichia coli NMP/100ml	< 1.1	< 1.8	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Huevos y Larvas Helminthos, Quistes, Protozoarios patógenos /litro	AUSENCIA	AUSENCIA	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME
Organismos Vida Libre (algas, protozoarios, copepodos, ratíferos, nemátodos) /litro	AUSENCIA	AUSENCIA	D.S. N°031-2010-SA	CONFORME

ANÁLISIS QUÍMICOS:

PH	APHA 4500-H ⁺ -B.Vol.II 20 th Ed. 1999	6. DUREZA TOTAL	APHA 2340-C.Vol.I 20 th Ed. 1999
2. ACIDTES Y GRASAS	APHA 5520-B.Vol.IV 21 th Ed. 2005	7. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	APHA 2540-C.Vol.I 20 th Ed. 1999
3. COLOR	APHA 2120-B.Vol.I 20 th Ed. 1999	8. CLORUROS	APHA 4500-Cl-B.Vol.I 20 th Ed. 1999
4. CLORO RESIDUAL LIBRE	APHA 4505-Cl.Vol.I 20 th Ed. 1999	9. SULFATOS	APHA 4500-SO ₄ -C.Vol.III 20 th Ed. 1999
5. CONDUCTIVIDAD	APHA 2510-B.Vol.I 20 th Ed. 1999	10. TURBIEDAD	APHA 2130-B.Vol.I 20 th Ed. 1999

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

1. ENUMERACIÓN DE BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	APHA 9215-B-21 th Ed. 2005	6. ORGANISMOS VIDA LIBRE (ALGAS, PROTOZOARIOS, COPEPODOS, RATÍFEROS, NEMATÓDOS)	DIGESA-AG-PE-01 2015/APHA, 9711-B2 3-21 th Ed. 2005
2. RECuento de COLIFORMES	APHA 9221-B-21 th - Ed.2005		
3. RECuento de COLIFORMES TERMOTOLERANTES	APHA 9221-E-1 21 th - Ed.2005		
4. DETERMINACIÓN DE ESCHERICHIA COLI	APHA 9221-F-21 th - Ed.2005		
5. HUEVOS Y LARVAS HELMINTOS, QUISTES PROTOZOARIOS PATÓGENOS	DIGESA-AG-PE-01 2015/APHA, 9711-B2 3-21 th Ed. 2005		

Documento emitido en base a los resultados en nuestro laboratorio. La validez del presente documento es por tres (03) meses a partir de la fecha de emisión. Aplicable sólo para el producto y cantidades marcadas siempre y cuando se mantengan las mismas condiciones realizadas el muestreo. La muestra para determinación de esos productos se almacenará por tres (03) meses a partir de la fecha de realización del muestreo. Prohibida la reproducción total y/o parcial del presente documento.

AV. RAMÓN CASTILLA N° 373 - CASTILLA PIURA - TELÉFONO: 345116 - TELEFAX: 34-5656
E-mail: labpiura1@yahoo.es

Anexo D. D1. Encuesta realizada en la provincia de Sechura**ENCUESTA****DISTRITO**

Sechura ☐ Bellavista ☐ Bernal ☐ San Cristo ☐ Rinconada-Llicuar ☐ Vice ☐

1. Sexo

Hombre ☐ Mujer ☐

2. Edad _____**3. Ocupación**

Estudios ☐ Empleo ☐ Ama de casa ☐ Otro ☐

4. ¿Cuántos litros de agua bebe al día?

½ litro ☐

1 litro ☐

1 ½ litros ☐

2 litros ☐

Mayor a 2 litros ☐

5. ¿Qué tipo de agua suelen beber en tu hogar?

Agua embotellada ☐

Agua hervida ☐

Agua de llave ☐

Si beben agua embotellada pasa a la pregunta 6, si no, pasa a la pregunta 10

6. ¿Qué marca de agua consumen en tu hogar?

San Luis ☐ Cielo ☐ Crystal Light ☐ Spring ☐ Otro ☐

7. ¿Con qué frecuencia consumen un bidón de 20 L?

Diario	☐	Cada dos semanas	☐
Cada 2-3 días	☐	Cada tres semanas	☐
Cada 3-4 días	☐	Cada mes	☐
Cada semana	☐	Mayor a 1 mes	☐

8. ¿Cuánto paga por un bidón de 20 L?

S/. 1-5 ☐ S/. 5-7 ☐ S/. 7-9 ☐ S/. 9-11 ☐ S/. 11-13 ☐ Más de S/. 13 ☐

9. Por lo general ¿Dónde compra el agua?

Tienda/bodega ☐ Distribuidor ☐ Otro ☐

10. ¿Qué prioriza usted al momento de consumir agua?

Marca	☐
Precio	☐
Calidad	☐
Servicio (presentación, rapidez, a domicilio, atención, etc)	☐
Otro	☐

11. ¿Consumirías una marca de agua embotellada local (Sechurana) en lugar de otra marca?

SI ☐ NO ☐

12. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un bidón de 20 L de una marca local (Sechurana)?

S/. 7-9 ☐ S/. 9-11 ☐ S/. 11-13 ☐ S/. Mayor a 13 ☐

D2. Resultados de la encuesta

1. Sexo

Hombre	43.9
Mujer	56.1

2. Edad

17 - 22	23 - 30	31 - 40	41 - 60	>60
22.8	54.4	17.5	5.3	0

3. Ocupación

Estudio	Empleo	Ama de casa	Otro
17.5	59.6	7	15.9

4. ¿Cuántos litros de agua bebe al día?

1/2 L	1 L	1 1/2 L	2 L	> 2 L
15.8	37	19.3	16	12.3

5. ¿Qué tipo de agua suelen beber en tu hogar?

Agua embotellada	56.1
Agua hervida	38.6
Agua de llave	5.3

6. ¿Qué marca de agua consumen en tu hogar?

San Luis	23.7
Cielo	5.3
Spring	44.7
Crystal Light	2.6
Otros	23.7

7. ¿Con qué frecuencia consumen un bidón de 20 L?

Diario	5.6
Cada 2 - 3 días	11.1
Cada 3 - 4 días	22.2
Cada semana	33.3
Cada dos semanas	11.1
Cada tres semanas	13.9
Cada mes	2.8
> 1 mes	0

8. ¿Cuánto paga por un bidón de 20 L?

S/. 1 - 5	2.9
S/. 5 - 7	31.4
S/. 7 - 9	37.1
S/. 9 - 11	17.1
S/. 11 - 13	2.9
> S/. 13	8.6

9. Por lo general ¿Dónde compra el agua?

Tienda / bodega	Distribuidor	Otro
18.9	2.7	78.4

10. ¿Qué prioriza usted al momento de consumir agua?

Marca	Precio	Calidad	Servicio
8.8	8.8	70.2	12.3

11. ¿Consumirías una marca de agua embotellada local (Sechurana) en lugar de otra marca?

Si	98.2
No	1.8

12. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un bidón de 20 L de una marca local (Sechurana)?

S/. 7 - 9	66.7
S/. 9 - 11	26.3
S/. 11 - 13	5.3
> S/. 13	1.8

Anexo E. Tablas de evaluación económica financiera

Tabla E1. Depreciación de activo fijo

ITEM	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
MyE											
Línea	10	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9	4 194.9
Tanques	10	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0	339.0
Banda transp	5	880.0	880.0	880.0	880.0	880.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pistola	5	74.4	74.4	74.4	74.4	74.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Transpallet	10	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7	101.7
Camión	10	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5	5 450.5
MATERIALES											
Mesas de trabajo	5	406.8	406.8	406.8	406.8	406.8	.0	.0	.0	.0	.0
Pallets	10	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2	593.2
Anaqueles	10	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2
TERRENO											
Construcción	40	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0	3 178.0
Total depreciación		15 472.7	15 472.7	15 472.7	15 472.7	15 472.7	14 111.5	14 111.5	14 111.5	14 111.5	14 111.5